

І. В. Гуменюк, О. Ф. Іваськів

ОБЛАДНАННЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ГАЗОЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

Підручник

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки
України як підручник
для учнів професійно-технічних закладів*

Київ
Грамота
2005

УДК 621.791.5(075.32)
ББК 34.641я722
Г94

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(лист № 14/18.3-240 від 01.08.2005)*

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Рецензенти:

В. М. Мартин, доктор технічних наук, професор
А. В. Каплун, кандидат педагогічних наук, доцент

Гуменюк І. В.

Г94 **Обладнання і технологія газозварювальних робіт: Підручник / І. В. Гуменюк, О. Ф. Іваськів. — К.: Грамота, 2005. — 272 с.: іл. — Бібліогр.: с. 266.**

ISBN 966-349-000-4

У підручнику описано обладнання й технологію газового зварювання і різання металів відповідно до програми професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки фахівців за професією «Газозварник».

Розглянуті питання техніки, теплових і металургійних процесів зварювання, зварювальних напруг і деформацій, зварювання вуглецевих і легованих сталей, чавунів, кольорових металів тощо. Довідкові таблиці дають можливість конкретно вибрати режими, матеріали та обладнання для зварювання і різання металів.

Для учнів ПТУ і коледжів, викладачів, газозварників, а також для курсової підготовки зацікавлених осіб з професії «Газозварник».

ББК 34.641я722

ISBN 966-349-000-4

© І. В. Гуменюк, О. Ф. Іваськів, 2005
© Грамота, 2005

ПЕРЕДМОВА

Спосіб нагрівання металу полум'ям горючої газової суміші став відомим наприкінці XIX ст. Практичне застосування газового зварювання стало можливим після розробки французьким інженером Е. Фуше в 1903 р. першого пальника.

У нашій країні газове зварювання застосовується з 1906 р. До 1960 р. використовували тільки ацетилено-кисневе полум'я. Коли ацетилен стали застосовувати для одержання гуми, пластмас, виникла необхідність його заміни іншими газами або парами горючих рідин.

Газове полум'я має малу концентрацію тепла порівнянно з електричною дугою. Тому газове зварювання виконується при низьких швидкостях нагрівання і охолодження металів, що призводить до збільшення розмірів зерен, низької міцності, деформацій зварюваного виробу.

Вартість газового зварювання сталевих листів товщиною понад 2 мм вища вартості дугового зварювання.

Продуктивність газового зварювання виробів товщиною до 3 мм в 1,5 рази вища ніж при дуговому зварюванні, а при більшій товщині — нижча.

Газове зварювання використовують при ремонті литих виробів із чавуну і кольорових металів, виправленні дефектів лиття, при монтажних і сантехнічних роботах, різанні, наплавленні, зварюванні легкоплавких металів, при паянні та ін.

За міцністю, пластичністю і в'язкістю шви, виконані газовим зварюванням, поступаються дуговим, незалежно від товщини зварюваного металу.

Сучасний стан зварювального виробництва в Україні характеризується наявністю значних потужностей з випуску зварних конструкцій, зварювальних матеріалів й обладнання.

У третьому тисячолітті зварювання є одним із провідних технологічних процесів. Більше половини світового споживання сталевого прокату йде на виробництво зварних конструкцій. Практично зварюють майже всі метали на землі, в морських глибинах

і в космосі. Маса зварюваних конструкцій становить від частки грама до сотень і тисяч тонн.

Більше половини валового національного продукту промислово розвинутих країн створюється за допомогою зварювання і споріднених технологій, до яких відносять наплавлення, паяння, різання, нанесення покриття, склеювання різних матеріалів. Науково-технічне поняття «зварювання» охоплює такі суміжні напрями, як заготовка і складання, діагностика і неруйнуючий контроль, техніка безпеки та екологія зварювальних процесів.

Мета даного підручника — допомогти учням у вивченні теоретичних основ зварювального виробництва, яке в поєднанні з професійно-практичною підготовкою дозволить їм стати кваліфікованими зварниками.

Для кращого засвоєння матеріалу передбачені контрольні запитання та завдання, які можна використовувати для самостійного вивчення матеріалу і самоконтролю.

Автори взяли на себе важливе та нелегке завдання — створення підручника з газового зварювання. Звичайно, перша спроба підготувати базовий підручник з газового зварювання не може бути без недоліків. Тому автори будуть щиро вдячні за конструктивні критичні зауваження і побажання щодо вдосконалення структури, змісту та форми викладення матеріалу.

Автори висловлюють особливу вдячність В. П. Калушці, директору Тернопільського Технічного коледжу; П. Ф. Лукашуку, декану факультету професійної підготовки та О. М. Пласконіс, майстру виробничого навчання Тернопільського Технічного коледжу за допомогу у підготовці підручника; рецензентам В. М. Мартину, доктору технічних наук, професору та А. В. Каплуну, кандидату педагогічних наук, доценту за цінні поради та слушні зауваження, які були враховані при доопрацюванні рукопису даного підручника.

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТА РІЗАННЯ

1.1. КИСЕНЬ

Висока температура полум'я досягається спалюванням горючого газу або парів рідини в кисні.

Кисень у чистому вигляді при температурі 20°C і атмосферному тиску — це прозорий газ без запаху, кольору і смаку. Маса 1 м³ становить 1,33 кг. Зріджується при нормальному тиску і температурі мінус 182,9°C. Рідкий кисень прозорий, має голубий відтінок. Маса 1 л рідкого кисню становить 1,14 кг; при випаровуванні 1 л кисню утворюється 860 л газу.

Кисень одержують при розкладанні води електричним струмом або при глибокому охолодженні атмосферного повітря. Сорти кисню вказані в табл. 1.1.

**Табл. 1.1. Кисень рідкий і газоподібний
(вміст пари води в газоподібному кисні не більше 0,07 г/м³)**

Кисень	Вміст кисню, %	Примітка
Технічний:		До складу залишка входять азот і аргон
сорт 1	99,7	
сорт 2	99,5	
сорт 3	99,2	
Медичний	99,5	

Технічний кисень 3-го сорту поставляють тільки газоподібним.

Чистота кисню має велике значення, особливо для кисневого різання. Зниження чистоти кисню погіршує процеси зварювання і підвищує витрати.

Масла і жири при дотику із стисненим киснем з великою швидкістю окиснюються, що призводить до самозагорання або вибуху. Тому треба уникати забруднень кисневих балонів маслами.

1.2. АЦЕТИЛЕН

Ацетилен при згоранні у кисні дає найбільшу температуру полум'я — 3050–3150°C.

Технічний ацетилен (C_2H_2) — газ без кольору з різким неприємним запахом, в 1,1 раза легший за повітря, розчиняється в рідинах.

Ацетилен вибухонебезпечний: під тиском 0,15–0,20 МПа вибухає від електричної іскри або вогню, при швидкому нагріванні вище $200^\circ C$, а при температурі вище $530^\circ C$ відбувається вибухове розкладання ацетилену.

Ацетилено-киснева суміш здатна вибухати при наявності в ній 2,8–93% ацетилену. Тому зварникам необхідно дотримуватися обов'язкових правил експлуатації газового обладнання. Самозагорання суміші ацетилену і кисню, що виходять з пальника, проходить при температурі $428^\circ C$.

Одержують ацетилен трьома способами:

- розкладанням карбіду кальцію (CaC_2) водою;
- термоокиснювальним піролізом (розкладанням) нагрітого природного газу в суміші з киснем;
- розкладанням рідких вуглеводнів (нафти, гасу) електричною дугою.

До складу технічного карбіду, з якого одержують ацетилен для зварювання, входять шкідливі домішки. Вони переходять в ацетилен у вигляді сірководню, аміаку, фосфористого і кремністого водню й погіршують якість зварювання. Тому їх треба видаляти промиванням водою або хімічним очищенням.

1.3. ГАЗИ — ЗАМІННИКИ АЦЕТИЛЕНУ

Пропан-бутан — це суміш пропану з бутаном (5–30%), яку називають технічним пропаном. Одержують його при добуванні природних газів і при переробці нафти. Температура полум'я становить $2400^\circ C$, тому його використовують для зварювання сталі товщиною до 3 мм. Використовують також для різання, теплового випрямлення, очищення металу.

Для зварювання пропан-бутан постачають у зрідженому стані. З рідкого стану в газоподібний він переходить самовільно у верхній частині балону через меншу питому вагу газу. Він важчий за повітря і має неприємний специфічний запах.

Природний газ складається з метану (77–98%) і невеликої кількості бутану, пропану та ін. Він не має запаху, тому для виявлення його витікання додають спеціальні різкопахучі речовини. Температура полум'я становить 2100 – $2200^\circ C$. Використовують обмежено, здебільшого для різання.

Для утворення газового полум'я використовують й інші гази: водень, коксовий, нафтовий, сланцевий, піролізний.

Горючі рідини менш дефіцитні, але потребують спеціальної тари. При зварюванні та різанні шляхом нагрівання наконечника

пальника або різачка горюча рідина перетворюється в пару. Температура полум'я: газо-кисневого — 2400–2450°C; бензино-кисневого — 2500–2600°C.

В основному використовуються для різання і поверхневої обробки металів.

При роботі на тракторному гасі апаратура забивається смолою.

Забороняється використовувати етилований бензин через його токсичність.

У табл. 1.2 наведені основні властивості горючих газів і рідин для зварювання та різання.

Табл. 1.2. Характеристика горючих газів і рідин для зварювання і різання

Горючий газ	Температура полум'я при згорянні, °C		Маса 1 м ³ газу при 20°C і атмосферному тиску, кг	Коефіцієнт заміни ацетилену	Кількість кисню, що подається в пальник на 1 м ³ газу, м ³
	у повітрі	у кисні			
Ацетилен	2325	3050–3150	1,09	1	1,0–1,3
Водень	–	2400–2600	0,084	5,2	0,3–0,4
Піролізний	–	2300	0,65–0,85	1,6	1,2–1,5
Нафтовий	–	2300	0,65–1,45	1,2	1,5–1,6
Пропан	1925	2400–2500	1,90	0,6	3,4–3,8
Метан	1875	2100–2200	0,7–0,9	1,6–1,8	1,5–2
Бутан	–	2400–2500	1,90	0,45	3,5–4
Коксовий	–	2000	0,4–0,5	3,2–4,0	0,6–0,8
Сланцевий	–	2000	0,7–0,9	4,0	0,7
Пари гасу	1930	2400–2450	800–840*	1,0–1,3	1,7–2,4 на 1 кг
Пари бензину	1970	2500–2600	700–760*	1,4	1,1–1,4 на 1 кг

* маса 1 м³ рідини

Коефіцієнтом заміни ацетилену (β) називається відношення витрат газу-замінника (V_3) до витрат ацетилену (V_a) при однаковій ефективній тепловій потужності полум'я:

$$\beta = \frac{V_3}{V_a}.$$

Ефективною потужністю полум'я називається кількість тепла, що вводиться в метал за одиницю часу. Коефіцієнт заміни ацетилену використовують для розрахунків заміни ацетилену іншим газом-замінником. Застосування ацетилену і його замінників при газовому зварюванні вказані в табл. 1.3.

Табл. 1.3. Застосування ацетилену та його замінників при газовому зварюванні

Зварювальні матеріали	Аце-ти-лен	Во-день	Природ-ний місь-кий газ	Про-пан-бутан	Гас, бен-зин
Низьковуглецеві сталі	+	+	±	+	+
Леговані і високолеговані сталі	+	+	-	-	-
Чавуни	+	±	+	+	+
Алюміній і його сплави	+	±	±	+	+
Магнієві сплави	+	-	±	+	+
Мідь	+	-	-	-	-
Латуні	+	+	+	+	+
Бронзи	+	+	+	+	+
Нікель, ніхром	+	-	-	-	-
Свинець	+	+	+	+	+
Цинкові сплави	+	+	+	+	+
Срібло	+	-	-	-	-

Примітка. «+» — доцільне використання; «±» — обмежене викорис-тання; «-» — недоцільне використання.

Для газополуменевої обробки металів розроблений новий енергетичний продукт — метилацетилен-алленова фракція (МАФ). Температура згоряння МАФ у кисні (2930°C) близька до температури горіння ацетилену, що дозволяє використовувати його як замінник ацетилену.

МАФ можна закачувати в пропанові балони. В 50-літровий ба-лон масою 22 кг закачується 20–22 кг газу. Тому при виконанні зварювальних робіт один балон з МАФ замінює три балона з аце-тиленом.

МАФ має малу схильність до зворотного удару, забезпечує більш м'яке полум'я порівняно з ацетиленом, що важливо при зварюванні металу малої товщини і різанні заготовок по контуру.

1.4. КАРБІД КАЛЬЦІЮ

Карбід кальцію (CaC_2) — тверда речовина темно-сірого або коричневого кольору, питома густина 2,26–2,40 г/см³.

Одержують в електричних печах сплавлюванням вапна й коксу.



У технічному карбіді є до 90% чистого карбіду, решта — вапно. Після охолодження, дроблення і сортування, карбід кальцію завантажують по 100–130 кг у герметичні барабани з покрівельної сталі або бідони місткістю 80 і 120 кг.

Одержання ацетилену з карбіду кальцію проходить за реакцією:



Теоретично для розкладання 1 кг CaC_2 витрачається 0,562 кг води. При цьому одержують 0,406 кг (372,5 л) ацетилену і 1,156 кг гашеного вапна $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Під час реакції проходить виділення тепла, що може призвести до вибуху. Практично витрата води становить 5–15 л залежно від конструкції ацетиленових генераторів.

Вихід ацетилену з карбіду кальцію становить від 250 до 280 л на 1 кг CaC_2 .

Карбід кальцію випускають у грудках такої грануляції: 2×8; 8×15; 15×25; 25×80 мм. Чим грудки більші за розміром, тим більший вихід ацетилену (табл. 1.4).

Інколи в карбідному барабані накопичується пил, який можна використовувати тільки в генераторах особливої конструкції. В іншому випадку може статися вибух. Для уникнення іскроутворення карбідні барабани необхідно відкривати латунним зубилом і дерев'яним молотком або спеціальним ножом.

Табл. 1.4. Властивості карбіду кальцію

Показники	Розмір грудок, мм				
	2–8	8–15	15–25	25–80	змішані
Вихід ацетилену, л/кг:					
Сорт 1	255	265	275	285	275
Сорт 2	240	250	255	265	255
Час розкладання, хв	5,5	6,5	8	13	–

1.5. ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ДРІТ

Для заповнення зазору між кромками зварюваних деталей і утворення валика шва в зварну ванну вводять присаджувальний метал у вигляді дроту, прутків, який за хімічним складом повинен

бути таким, як і основний метал. Для зварювання металу забороняється використовувати дріт невідомої марки.

Для покращення властивостей металу шва в присаджувальний метал вводять легуючі елементи.

Зварювальний дріт діаметром 0,3 мм; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 мм постачають у мотках масою не більше 80 кг.

Зварювальний дріт позначається буквами і цифрами. Букви Св означають зварювальний, цифри після букв Св указують на вміст вуглецю в сотих частках відсотка.

Наступні букви — це умовні позначення легуючих елементів, а цифри після них — вміст легуючого елемента у відсотках. Відсутність цифр означає, що даного елемента в дроті близько одного відсотка. Буква А в кінці умовного позначення вказує на підвищену чистоту металу, а спарена буква А — на понижений вміст сірки і фосфору порівняно з дротом, у позначенні якого одна буква А. Якщо дріт обміднений, то в кінці ставлять букву О.

Присаджувальний метал повинен відповідати наступним вимогам:

- температура плавлення присадки повинна бути не вищою від температури плавлення основного металу;
- поверхня дроту і прутка має бути рівною і чистою;
- присаджувальний метал повинен плавитися спокійно, без розбризкування;
- вміст шкідливих домішок у присаджувальному металі повинен бути мінімальним.

1.6. ФЛЮСИ

Спосіб зварювання під флюсом виник у середині 30-х років ХХ ст. Спочатку флюси використовували для зварювання вуглецевих сталей, легованих марганцем і кремнієм, як засіб для механічного захисту дуги від зовнішнього впливу. З розвитком металургії, створенням легованих сталей виникла необхідність легування металу зварювальної ванни, що зумовило появу флюсів, здатних здійснювати металургійний вплив на зварювальну ванну. Із появою висококомічних низьколегованих сталей визначилась ще одна функція зварювальних флюсів — рафінування металу шва.

Флюси використовують для видалення з металу шва неметалевих включень, для захисту від окиснення кромки металу і присаджувального дроту. Флюс розчиняє оксиди, неметалеві включення, утворюючи легкоплавку суміш, яка легко піднімається в шлак.

Флюси використовують у вигляді порошків або паст. Для зварювання низьковуглецевих сталей їх не застосовують через утворення легкоплавких оксидів заліза, які вільно виходять на поверхню шва. З флюсами зварюють чавуни, кольорові метали, високолеговані сталі.

Зварювальні флюси повинні відповідати таким вимогам:

- мають бути більш легкоплавкими, ніж основні та присаджувальні метали;
- повинні мати достатню рідкотекучість;
- не повинні спричиняти корозію швів;
- повинні активно розкиснювати оксиди і переводити їх у більш легкоплавкі хімічні сполуки або видаляти з ванни;
- утворений шлак повинен добре захищати метал від окиснення киснем і азотом повітря;
- шлаки повинні добре відокремлюватися від шва після зварювання;
- густина флюсу має бути меншою від густини основного і присаджувального металу, щоб шлак добре спливав на поверхню ванни і не залишався в металі шва.

Склад флюсу вибирають залежно від властивостей зварюваного металу.

У зварювальній ванні утворюються основні й кислотні оксиди. Якщо утворюються основні оксиди, то застосовують кислий флюс, а якщо кислотні — основний флюс. В обох випадках реакція проходить за схемою:

основний оксид + кислий оксид = сіль.

При зварюванні чавуну утворюється кислий оксид SiO_2 , для розчинення якого вводять основні оксиди — K_2O , Na_2O . В якості основних флюсів застосовують вуглекислий натрій (Na_2CO_3), вуглекислий калій (K_2CO_3) і буру ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$).

При зварюванні міді, латуні утворюються основні оксиди (Cu_2O , ZnO , FeO та ін.), тому для їх розчинення вводять кислі флюси (сполуки бору).

ОБЛАДНАННЯ ТА АПАРАТУРА ДЛЯ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

2.1. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ ГАЗОЗВАРНИКА

Робоче місце зварника, обладнане всім необхідним для виконання зварювальних робіт, називається зварювальним постом.

Вони бувають пересувні та стаціонарні.

Пересувний пост використовується для ручних робіт у різних місцях на території підприємств і в будівлях, а також при монтажних роботах.

Для організації газозварювального поста необхідні:

- кисневий балон з редуктором;
- ацетиленовий генератор із запобіжним затвором або ацетиленовий балон з редуктором;
- гумові рукави (шланги) для подачі кисню і горючого газу в пальник або різак;
- зварювальні пальники з набором наконечників; для різання — різачи з комплектом мундштуків і пристосувань для різання;
- присаджувальний дріт (пруток) для зварювання, паяння, наплавлення;
- флюси, якщо вони необхідні для зварювання даного металу;
- зварювальний стіл і пристосування для складання;
- приладдя для зварювання і різання: окуляри з темним склом, набір ключів, молоток, зубило, сталеві щітки, лінійка, кутник, рисувалка та ін.;
- система вентиляції;
- протипожежні засоби;
- відро з водою для охолодження пальників;
- контейнери для відходів.

Перед використанням ацетиленовий пересувний генератор знімають з візка і розташовують не ближче 5 м від кисневого балону. Перевозити генератор у заправленому стані забороняється.

При використанні пересувних постів у приміщеннях слід забезпечити природну або примусову вентиляцію.

Робітників забезпечують спецодягом за встановленими нормами і захисними окулярами (світлофільтри С-3 при роботі різачами і С-4 при зварювальних роботах із витрачанням ацетилену до 2500 л/год)

Світлофільтри підбираються залежно від характеру роботи і потужності газового полум'я (табл. 2.1).

Табл. 2.1. Характеристика і призначення світлофільтрів

Призначення світлофільтрів	Марка	Класифікаційний номер	Марка скла	Діаметр; товщина, мм
Для допоміжних робіт-ників	В-1 В-2 В-3	2,4 3 4	ТС-1 ТС-1 ТС-2	30–60; 1,5–3,5
Для газового зварювання і різання на відкритих площадках	Г-1	4	ТС-2	30–60; 1,5–3,5
Для газового зварювання і різання середньої потужності	Г-2	5	ТС-2	30–60; 1,5–3,5
Для газового зварювання і різання великої потужності	Г-3	6	ТС-2	30–60; 1,5–3,5

Для захисту світлофільтра використовують безколірне скло (віконне), яке в міру забруднення замінюють. Категорично забороняється замінити світлофільтри саморобним зафарбованим склом.

Стаціонарний пост призначений для виконання ручних і механізованих робіт газозварювання і різання в умовах цеху, майстерні.

Газопостачання здійснюють централізовано: газ подається газопроводами до місця споживання, якщо кількість постів перевищує десять. Коли використання газопроводів не раціональне, дозволяється подача газу від балонів.

2.2. АЦЕТИЛЕНОВІ ГЕНЕРАТОРИ

Ацетиленові генератори — це апарати, призначені для одержання ацетилену з карбіду кальцію за допомогою води (рис. 1).

Генератори поділяються

за тиском ацетилену:

- низького тиску до 0,01 МПа;
- середнього тиску від 0,01 до 0,07 МПа і від 0,07 до 0,15 МПа;

за продуктивністю і встановленням:

- пересувні, продуктивністю до 3 м³/год;
- стаціонарні, продуктивністю від 3 до 320 м³/год;

за способом взаємодії карбіду кальцію з водою:

- «карбід у воду» (КВ);

- «вода на карбід» (ВК);
- «витискання води» (ВВ);
- комбіновані — «вода на карбід» і «витискання» (ВК і ВВ).

У даний час випускається багато ацетиленових генераторів, які відрізняються окремими вузлами. Їх можна звести до двох типів: низького тиску системи ВК і ВВ та середнього тиску системи ВВ.

Ацетиленові генератори системи КВ мають високий коефіцієнт використання карбіду кальцію, забезпечують найкращі умови його розкладання, добре охолодження і промивання газу. Недоліком генераторів системи КВ є значні витрати води. Ця система використовується для генераторів великої продуктивності.

Ацетиленові генератори системи ВК простіші за конструкцією, витрачають менше води, здатні працювати на карбіді різної гра-

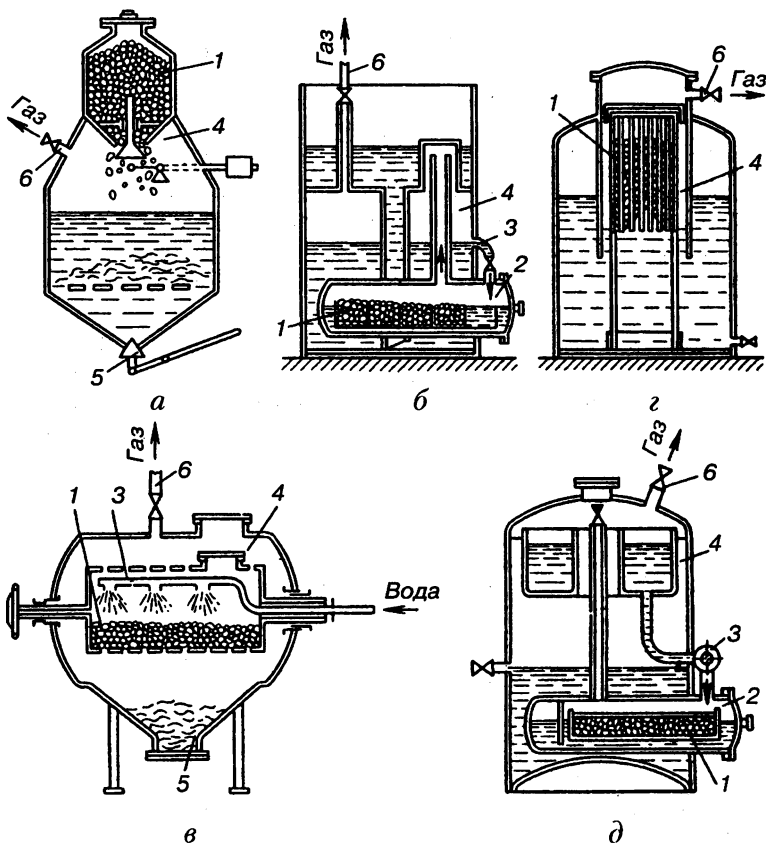


Рис.1. Схеми ацетиленових генераторів:

а — «карбід у воду»; б — «вода на карбід»; в — «сухого розкладання»; г — «витискання»; д — комбінована система «вода на карбід» і «витискання»; 1 — бункер або барабан з карбідом кальцію; 2 — реторта; 3 — система подачі води; 4 — газозбірник; 5 — спускання намулу; 6 — відбір газу

нуляції. Недоліком генераторів системи ВК є неповне розкладання карбіду кальцію і можливе перегрівання ацетилену в зоні реакції. Цю систему застосовують для пересувних генераторів.

Ацетиленові генератори системи ВВ надійні в експлуатації й зручні в користуванні. Недоліком цієї системи є перегрівання при припиненні відбору газу. Система ВВ використовується в пересувних генераторах низького і середнього тиску продуктивністю до 10 м³/год.

2.2.1. Генератор середнього тиску АСМ-1,25-3

Генератор середнього тиску АСМ-1,25-3 призначений для монтажних і ремонтних робіт і працює за системою ВВ (рис. 2).

Він складається з корпусу, який поділений на дві частини: нижня — промивач 1 і верхня — газоутворювач 4. Між собою вони з'єднані трубою 10, на яку встановлений стакан 9. У газоутворювачі змонтована шахта. Простір між корпусом і шахтою утворює повітряну подушку, в яку витискується вода при роботі генератора.

Ацетилен відводиться через запобіжний клапан 3 по шлангу 2 у водяний затвор 11. Кошик 5 з карбідом кальцію, закріплений на кришці 6, уставляється через горловину у верхній частині корпусу. Вода заливається через горловину. Коли її рівень підніметься до верхнього краю трубки 10, вода почне переливатися в промивач до рівня контрольного крана 12.

Після продування генератора він герметично закривається кришкою 6 за допомогою гвинта 8 і важеля 7.

Після продування ацетилен не може потрапити в повітряну подушку, за виключенням похилого положення генератора.

Кількість виділення ацетилену автоматично регулюється витисканням води з шахти в простір між шахтою і корпусом та зворотним надходженням у шахту під тиском повітряної подушки.

Намул з газоутворювача зливають через штуцер 14, а воду з промивача — через штуцер 13.

Генератор АСВ-1,25 працює за тим же принципом і відрізняється конструкцією та кількістю завантажувального карбіду кальцію.

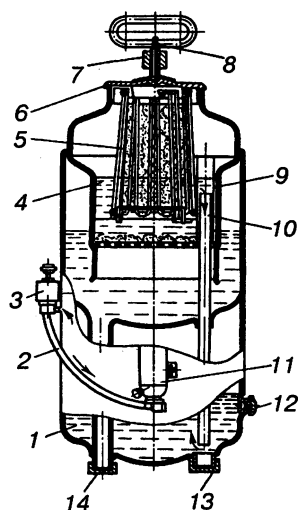


Рис. 2.
Генератор середнього тиску АСМ-1,25-3:

1 — промивач; 2 — шланг; 3 — запобіжний клапан; 4 — газоутворювач; 5 — кошик; 6 — кришка; 7 — важель; 8 — гвинт; 9 — стакан; 10 — трубка; 11 — водяний затвор; 12 — контрольний кран; 13, 14 — штуцера

2.2.2. Ацетиленовий переносний генератор ГВР-1,25 М

Ацетиленовий переносний генератор ГВР-1,25 М працює за комбінованою системою ВК і ВВ (рис. 3).

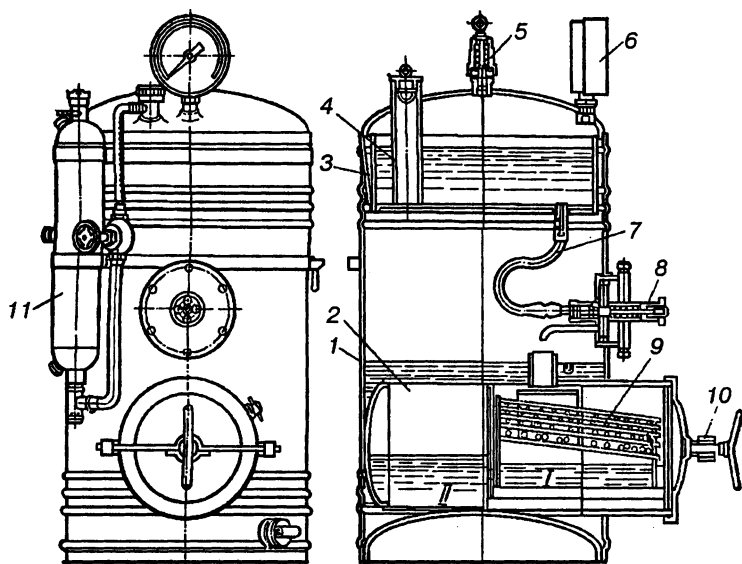


Рис. 3. Ацетиленовий переносний генератор ГВР-1,25 М:

1 — корпус; 2 — реторта; 3 — бачок; 4 — горловина; 5 — запобіжний клапан;
6 — манометр; 7 — трубка; 8 — гвинт регулятора; 9 — кошик; 10 — гвинт;
11 — запобіжний затвор

У корпус 1 вмонтована реторта 2, яка має два відсіки I і II. У верхній частині корпусу розміщений запобіжний затвор 11. Вода заливається через горловину 4 до рівня контрольного крана. Кошик 9 з карбідом кальцію вставляється в реторту 2, яка закривається кришкою з гумовою прокладкою і притискується гвинтом 10. Повертаючи за годинниковою стрілкою гвинт регулятора 8, відкривають його клапан і вода з бачка 3 через трубку 7 подається в реторту.

Якщо тиск ацетилену в корпусі генератора малий, то клапан і мембрана відтискуються пружиною вліво і вода поступає в реторту. Коли тиск у реторті збільшується, пружина стискується і закриває клапан, припиняючи доступ води в реторту.

Регулятор працює так, що подача води в реторту починається при тиску 0,16–0,18 кгс/см² і припиняється при тиску більше 0,18 кгс/см².

В міру виділення газу тиск у генераторі і реторті зростає і вода витискається з першого відсіку в другий через отвір в перегородці.

При цьому розкладання карбіду кальцію зменшується, а ріст тиску сповільнюється. Коли збільшуються витрати газу, тиск у

реторті знижується, вода з другого відсіку знову поступає в перший відсік і поновлюється розкладання карбіду кальцію. Таким чином газоутворення в реторті регулюється автоматично залежно від відбору і тиску газу.

У верхній частині генератора розміщені манометр 6 і запобіжний клапан 5.

2.2.3. Ацетиленовий генератор АНВ-1,25-72

Переносний генератор низького тиску працює за системою ВВ у поєднанні з системою ВК і призначений для монтажних і ремонтних робіт (рис. 4).

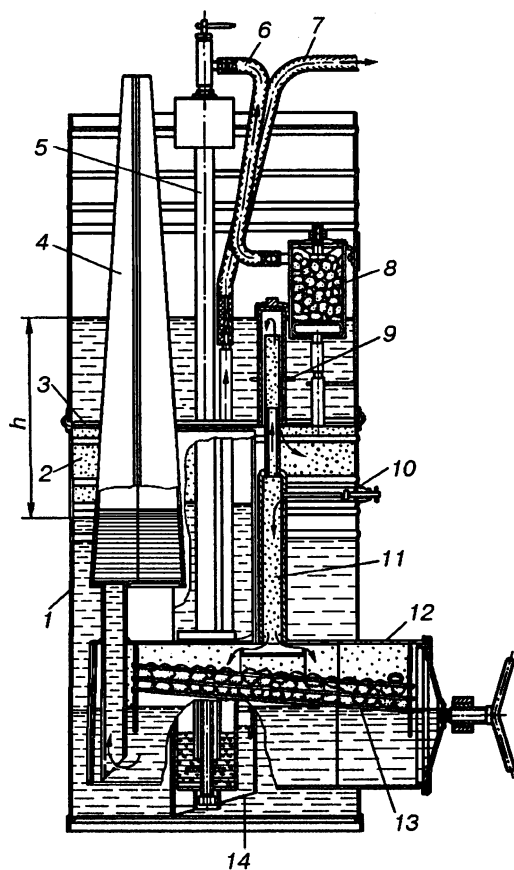


Рис. 4. Ацетиленовий генератор АНВ-1,25-72:

1 — корпус; 2 — газозбірник; 3 — перегородка; 4 — витискач; 5 — водяний затвор; 6 — трубка; 7 — шланг; 8 — осушник; 9 — шайба; 10 — кран; 11, 14 — циркуляційні труби; 12 — реторта; 13 — кошик

Основними вузлами генератора є корпус 1, реторта (газоутворювач) 12, газозбірник 2, витискач 4, водяний затвор 5, осушник 8. Корпус 1 поділяється перегородкою 3 на дві частини: нижню, в якій знаходиться газозбірник 2, і верхню, в яку заливається вода. Верхня і нижня частина корпусу з'єднуються циркуляційною трубою 11.

Генератор заповнюють водою до рівня шайби 9. Перед заповненням генератора водою перекривають кран 10 і знімають трубку 6, щоб видалити повітря з газозбірника.

У реторту 12 установлюється кошик 13, заповнений на $\frac{2}{3}$ його об'єму карбідом кальцію. Потім реторта герметично закривається кришкою. При відкриванні водяного крана 10 вода з нижньої частини корпусу поступає в реторту 12. Кошик розташований похило для того, щоб поступово проходив контакт води з карбідом кальцію. Утворений ацетилен проходить по трубці 11 і накопичується в газозбірнику 2, звідки через осушник 8 і водяний затвор 5 по шлангу 7 подається до пальника.

Вода з газозбірника витискається тиском утвореного ацетилену і по циркуляційній трубці 14 переміщується у верхню частину корпусу. При цьому частина активної води з реторти витискається ацетиленом у конус (витискач) 4, що сповільнює газоутворення в реторті та автоматично регулює швидкість утворення ацетилену залежно від відбору газу пальником.

При витраті газу тиск знижується, рівень води в газозбірнику підвищується до крана 10 і вода знову починає подаватись у реторту. Таким чином, водяний кран і витискач автоматично регулюють кількість води, що поступає в реторту.

Осушник 8 при роботі влітку завантажується грудками коксу розмірами 10–25 мм, а взимку в нижній частині — коксом, а в верхній — карбідом кальцію.

Для зварювання використовуються пересувні ацетиленові генератори, технічні характеристики яких наведено у табл. 2.2. і 2.3.

Табл. 2.2. Технічні характеристики пересувних генераторів ацетилену

Параметри	АСП-1,25-74	АСК-1-67	АСК-3-74	АСК-4-74
Найбільший тиск ацетилену, МПа	0,15	0,07	0,15	0,07
Завантаження карбіду кальцію, кг	3,5	22	50	50
Габаритні розміри, мм	420×380×960	1525×900×1540	1850×1350×1715	2350×1350×1715
Маса пустого генератора, кг	20	200	570	570

Параметри	АСП-1,25-74	АСК-1-67	АСК-3-74	АСК-4-74
Допустиме завантаження дрібного CaC_2 , %	до 5 (2–25 мм)	до 25 (2–25 мм)	до 50 (15–25 мм)	до 50 (15–25 мм)

Табл. 2.3. Технічні характеристики ацетиленових генераторів

Марка генератора	Система генератора	Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$	Робочий тиск, МПа	Завантаження карбіду кальцію, кг	Розмір грудок карбіду кальцію, мм	Маса пустого генератора, кг
ГНВ-1,25 М	ВК і ВВ	1,25	0,0025–0,03	4,0	25×80	42
АНВ-1,25-72	ВК і ВВ	1,25	0,0025–0,03	4,0	25×80	42
АСМ-1-66	ВВ	1,25	0,01–0,03	4,0	25×80	42
АСМ-1,25-3	ВВ	1,25	0,01–0,07	2,2	25×80	18
ВАЗ-1-57	ВВ	1,25	0,02–0,06	4,0	25×80	26
АСВ-1,25	ВВ	1,25	0,01–0,07	3,0	25×80	19
ГРВ-1,25	ВК і ВВ	1,25	0,008–0,015	4,0	25×80	50
ГРВ-3	ВК і ВВ	3	0,015–0,03	8,0	25×80	110

2.2.4. Ацетиленовий генератор АСП-10

Ацетиленовий генератор АСП-10 призначений для одержання газоподібного ацетилену з карбіду кальцію і води. Використовують для живлення ацетиленом апаратури газополуменевої обробки металів при температурі навколишнього середовища від -30 до $+40^\circ\text{C}$.

За способом взаємодії карбіду кальцію з водою генератор відносять до типу К (контактний) в поєднанні процесу ВВ. Технічна характеристика генератора АСП-10 вказана в табл. 2.4.

Генератор забезпечує автоматичне регулювання кількості ацетилену та стійку роботу, продуктивністю в межах $0,3$ – $1,65$ $\text{м}^3/\text{год}$ (залежно від споживання ацетилену).

Запобіжний клапан КПА-1,25-77 відрегульований на відкриття при тиску $0,15+0,03$ МПа ($1,5+0,3$ кгс/см 2).

Табл. 2.4. Технічна характеристика генератора АСП-10

Параметри	Показники
Продуктивність, м ³ /год	1,5±10%
Робочий тиск, МПа (кгс/см ²)	0,01–0,15 (0,1–1,5)
Завантаження карбіду кальцію, кг	До 3,2
Розмір грудок карбіду кальцію, мм	Від 25 до 80
Опір захисного пристрою потокові газу, мм. вод. ст.	Не більше 850
Габаритні розміри, мм	400×500×1000
Маса комплекту, кг	Не більше 16,5

Будова і принцип дії генератора АСП-10. У корпусі генератора (рис. 5) розташовані газоутворювач 1, витискач 2 і газозбірник (промивач) 3. Газоутворювач 1 з'єднаний з витискачем 2 переливним патрубком 4, а з газозбірником – трубою 5.

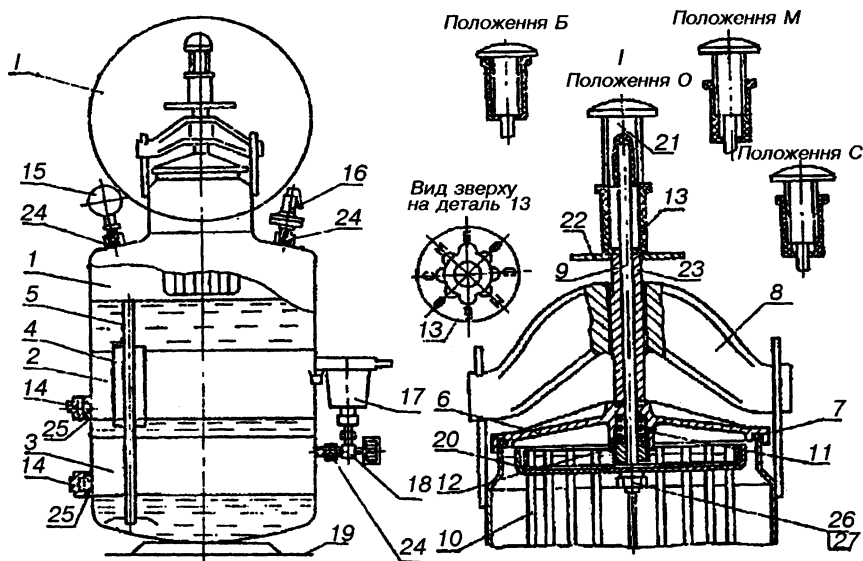


Рис. 5. Генератор ацетиленовий АСП-10:

1 — газоутворювач; 2 — витискач; 3 — газозбірник (промивач); 4 — патрубок переливний; 5 — трубка переливна; 6 — кришка; 7 — прокладка; 8 — траверса; 9 — шток; 10 — кошик; 11 — кільце ущільнювальне; 12 — прокладка; 13 — фіксатор; 14 — пробка; 15 — манометр; 16 — запобіжний клапан; 17 — захисний пристрій; 18 — вентиль; 19 — опора; 20 — коромисло; 21 — рукоятка-кнопка; 22 — рукоятка; 23 — втулка; 24 — прокладка; 25 — кільце ущільнювальне; 26 — гайка; 27 — шайба

Корпус закривається кришкою 6 і герметизується прокладкою 7, яка вставляється в паз кришки. Траверса 8 вставляється у вушко гаків. Обертанням втулки 23 за допомогою рукоятки 22 створюється зусилля притискання кришки до горловини. В кришку вмонтований рухомий шток 9 з коромислом 20, на яке підвішується завантажувальний кошик 10.

Герметизацію штока 9 забезпечує гумове ущільнювальне кільце 11, яке вставляється в гніздо кришки. Зусилля герметичного ущільнення забезпечується різьбовою пробкою 12. Фіксатор 13 має різні за глибиною внутрішні пази з позначками О, М, С і Б, що відповідає нульовому, малому, середньому і великому змочуванню кошика. Нижнє положення кошика здійснюється введенням рукоятки-кнопки 21 у паз Б фіксатора, верхнє — у паз О.

Таким чином, переставляючи рукоятку-кнопку в пази різної глибини фіксатора, регулюють глибину занурювання кошика, а значить і карбід у кальцію у воду.

Пробки 14-та ущільнювальні кільця 25 призначені для герметизації штуцерів зливання намулу (води) з витискача і промивача, причому для промивача штуцер є контрольно-зливним. На корпус генератора встановлюється манометр 15, запобіжний клапан 16, захисний пристрій 17 з вентилям 18.

При знятій кришці в газоутворювач заливається вода до кінця трубки 5, а в промивач — до отвору контролю рівня. Кришка з кошиком, завантаженим карбідом кальцію, встановлюється на горловину генератора.

Після герметизації кришки шток з кошиком опускається (з положення О рукоятка-кнопка переводиться в положення на фіксаторі С, М, або Б) і кошик занурюється у воду.

Ацетилен, який утворюється в результаті реакції карбід у кальцію з водою, по трубці 5 поступає в газозбірник, проходячи через шар води, охолоджується, промивається і через вентиль 18 і захисний пристрій 17 подається для споживання.

У випадку, коли зменшується відбір ацетилену і підвищується тиск у генераторі, вода з газоутворювача 1 перетискається у витискач 2, об'єм змоченого карбід у кальцію зменшується, тим самим зменшується газоутворення; при зниженні тиску проходить зворотний процес. Таким чином, газоутворення проходить в автоматичному режимі залежно від величини споживання ацетилену.

Застосування чотирьохпозиційного фіксатора дозволяє регулювати величину змочування карбід у кальцію в процесі роботи генератора вручну, фіксувати кошик над поверхнею води при встановленні кришки, виводити кошик із зони реакції при перервах у відборі ацетилену, що виключає непродуктивні втрати ацетилену і забруднення довкілля.

При збільшенні тиску в генераторі вище допустимого (робочого) спрацьовує запобіжний клапан 16, випускаючи ацетилен в атмосферу.

При регулюванні запобіжного клапана 16 необхідно витягнути вісь важеля, зняти важіль і шайбу та, обертаючи регульовальну гайку, встановити початок випускання газу при тиску $0,15 \pm 0,03$ МПа ($1,5 \pm 0,3$ кгс/см²). Після цього надіти шайбу, важіль та встановити вісь важеля. Про проведені регулювання зробити запис у паспорті генератора.

На генераторі АСП-10 замість манометра може встановлюватись індикатор середнього тиску ІД-1,5. Відбір ацетилену необхідно проводити з генератора при появі на індикаторі зеленого кольору, який засвідчує наявність у генераторі робочого тиску. Червоний колір означає наявність в генераторі тиску $0,15 \pm 0,02$ МПа ($1,5 \pm 0,2$ кгс/см²).

Захисний пристрій 17 призначений для запобігання проникнення в генератор кисню або повітря з боку відбору ацетилену і затримання детонаційного горіння ацетилено-кисневої суміші. Конструкція захисного пристрою показана на рис. 6.

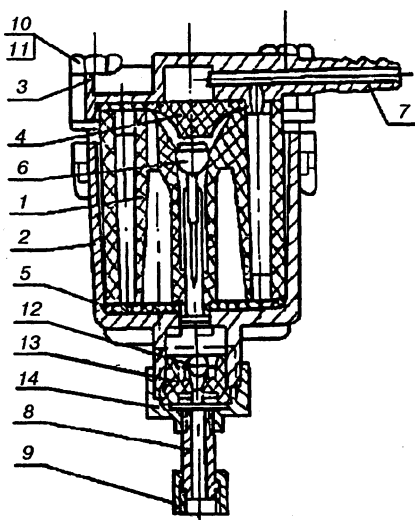


Рис. 6. Захисний пристрій генератора АСП-10:

- 1 — корпус; 2 — стакан; 3 — кришка;
- 4 — мембрана; 5 — прокладка; 6 — клапан;
- 7, 8 — ніпеля; 9 — гайка накидна; 10 — болт;
- 11 — гайка; 12 — кулька; 13 — сідло;
- 14 — обойма

Ацетилен поступає через ніпель 8 у корпус 1, піднімає клапан 6 до дотику з мембраною 4. По петльовому каналу, виконаному в корпусі у вигляді наскрізних отворів, з'єднаних пазами на торцях корпусу та ущільнених мембраною 4 й прокладкою 5, через отвір у мембрані 4 і ніпель 7 подається на споживання.

У випадку зворотного перетікання кисню і повітря з боку відбору ацетилену клапан 6 і кулька 12 перекривають вхідні отвори захисного пристрою, виключаючи проникнення кисню або повітря в генератор.

При детонації ацетилено-кисневої суміші клапан 6, при ударі по ньому мембраною, перекриває вхідний отвір (сідло клапана), а детона-

ційна хвиля, проходячи «петльовий» канал корпусу, локалізується в об'ємі між мембраною 4 і клапаном 6.

Для запобігання замерзання конденсату в запобіжному пристрої і вентилі, при експлуатації генератора в умовах мінусових температур навколишнього середовища, їх необхідно утеплити будь-якими підручними засобами.

Заходи безпеки при експлуатації генератора АСП-10:

1. Генератор установлюють у вертикальному положенні в такому місці, щоб виключити його падіння від ударів і поштовхів;

2. Під час роботи необхідно слідкувати за тиском у генераторі та показами манометра або індикатора;

3. Якщо тиск у генераторі піднявся і наближається до 0,15 МПа (1,5 кгс/см²), необхідно зменшити змочування карбіду кальцію (перевести рукоятку-кнопку в позицію С, М або О). Якщо після цього тиск все ж таки досяг 0,15+0,03 МПа (1,5+0,3 кгс/см²), а запобіжний клапан не спрацював, скинути газ в атмосферу через пальник (різак) протягом 5–10 с;

4. Не допускається розрідження в генераторі, тому що можливе підсмоктування повітря через роз'ємні з'єднання і утворення вибухонебезпечної ацетилено-повітряної суміші. Розрідження може виникати не тільки в кінці роботи, коли вироблений весь карбід кальцію, але й при наявності в генераторі карбіду кальцію (при його зависанні або замулюванні), а також при відборі ацетилену в кількості, що перевищує максимальну продуктивність (1,65 м³/год);

5. При зниженні тиску в генераторі нижче 0,01 МПа (0,1 кгс/см²) перевести рукоятку-кнопку в позиції збільшення змочування С або Б;

6. Розвантажувати генератор необхідно після повного розкладання карбіду кальцію. Витягання кошика з нерозкладеним карбідом кальцію (виникло зависання або замулювання карбіду кальцію) можливе тільки після охолодження генератора протягом години і зниження тиску в ньому до атмосферного;

7. У місці зберігання розвантаженого генератора забороняється присутність сторонніх осіб, запалювання вогню, наявність розжарених предметів й утворення іскр у радіусі 10 м.

Забороняється:

- струшувати і гойдати генератор, який працює;
- робота генератора біля місць засмоктування повітря вентиляторам і компресорам, в приміщенні, де можливе виділення речовин (наприклад хлору), що утворюють з ацетиленом самовибухові суміші або легкоспалахувані речовини (сірка, фосфор);

- дозволяти навіть короткочасну разову роботу з обслуговування генератора особам, які не мають допуску;
- приступати до роботи на несправному генераторі;
- повторно використовувати воду після переробки карбіду кальцію (повторне використання води сприяє замулюванню або перегріванню, що призводить до аварії);
- експлуатувати генератор без захисного пристрою, запобіжного клапана, манометра;
- залишати завантажений генератор без нагляду;
- працювати від одного генератора двом і більше газозварникам;
- застосовувати додаткові засоби при обертанні рукоятки 22 (див. рис. 5) для ущільнення кришки;
- розбирати і складати захисний пристрій без наступної перевірки на герметичність, опір потокові газу і здатність затримувати детонаційне горіння ацетилено-кисневої суміші.

Підготовка до роботи

Після розконсервування генератора необхідно:

- встановити на генератор вентиль, захисний пристрій, запобіжний клапан, манометр або індикатор;
- перевірити надійність кріплення коромисла до рухомого штока кришки;
- підтягнути пробку 12 (див. рис. 5); при цьому шток повинен переміщатися відносно кришки з невеликим зусиллям;
- змастити шток і всі різьбові з'єднання генератора мастилом ЦІАТИМ-221 або ВНИИНП 242.

Залити воду в генератор у такій послідовності:

- зняти пробку 14 промивача;
- залити воду в горловину до рівня контрольно-зливного штуцера у промивачі;
- ущільнити з допомогою пробки 14 і кільця 25 штуцер промивача;
- при порушенні послідовності заповнення генератора водою нормальна робота не гарантується.

Під час заповнення водою забороняється струшувати і гойдати генератор.

Карбід кальцію завантажують у сухий кошик рівними шарами без утрамбовування і струшування. Кількість карбіду кальцію повинна відповідати витратам ацетилену і наміченій тривалості роботи (табл. 2.5).

Для виключення замулювання і місцевого перегріву карбіду кальцію тривалість роботи генератора при мінімально допустимому відборі газу (0,3 м³/год) не повинна перевищувати 60 хв.

Табл. 2.5. Орієнтовне завантаження карбіду кальцію залежно від необхідної тривалості роботи

Відбір газу, м ³ /год	Орієнтовне завантаження карбіду кальцію (кг) при тривалості роботи, хв					
	10	20	30	40	50	60
0,3–0,35	0,3	0,45	0,65	0,85	1,0	1,2
0,4–0,6	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	–
0,7–1,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	–
1,1–1,5	1,0	2,0	3,0	3,2	–	–

Для забезпечення надійного запуску генератора при відборі ацетилену в межах 1,1–1,5 м³/год необхідно, щоб перший шар завантаженого в кошик карбіду кальцію складався з грудок розміром не більше 50 мм.

При відборі ацетилену в межах 0,3–1,0 м³/год рекомендується фіксувати рукоятку-кнопку в пазах М і С, а при відборі в межах 1,1–1,5 м³/год – в пазах С і Б.

Порядок роботи:

1. Підвісити завантажений кошик на коромисло. При цьому шток повинен знаходитись у крайньому нижньому положенні (позиція фіксатора Б);

2. Перевести шток у крайнє верхнє положення (позиція фіксатора О);

3. Опустити кошик у горловину і, обертаючи рукоятку 22, ущільнити кришку 6 (див. рис. 5);

4. Відтягнути важіль клапана для попередження прилипання мембрани і потім відпустити його;

5. Відпустити шток. Позицію фіксатора вибрати відповідно до відбору ацетилену;

6. Після стабілізації тиску відкрити вентиль 18;

7. Продути ацетиленом шланг і зварювальний інструмент протягом 0,5–1 хв;

8. Запалити пальник (різак);

9. При перервах у відборі ацетилену встановити шток у крайнє верхнє положення (позиція фіксатора О) і через 15–30 с закрити вентиль 18;

10. Після перерви відкрити вентиль 18, запалити пальник і опустити кошик;

11. Після повного розкладання карбіду кальцію (визначається за тиском) виконати перезарядку генератора. Для цього

необхідно встановити шток у крайнє верхнє положення (О), закрити вентиль 18, скинути залишок ацетилену через запобіжний клапан в атмосферу. Потім зняти кришку, від'єднати кошик, промити і просушити його без застосування вогню. Злити намул і воду з генератора, промити його і підготувати до нового запуску;

12. При роботі генератора в зимових умовах необхідно попередньо підігріти до плюсових температур вентиль, захисний пристрій, запобіжний клапан і манометр. Відігріти і продути від конденсату шланг. Не допускати перерви у відборі ацетилену. Перед кожною перезарядкою і після закінчення роботи зняти вентиль, захисний пристрій і продути їх через вхідні штуцери для видалення конденсату;

13. Після закінчення роботи промити кошик, газоутворювач, витискач і промивач від намулу, злити конденсат з шланга;

14. Зберігати генератор з розгерметизованою горловиною і контрольно-зливними отворами;

15. Захисний пристрій (без вентиля) після п'яти спрацювань (затримання детонаційного горіння ацетилено-кисневої суміші) замінюють новим;

16. Після кожного спрацювання захисного пристрою необхідно від'єднати його від вентиля і через ніпель витиснути заклинений клапан за допомогою неіскроутворюючого (наприклад, латунного) прутка діаметром 5 мм.

Найпоширеніші несправності генератора та способи їх усунення наведені в таблиці 2.6.

Табл. 2.6. Несправності генератора та способи їх усунення

Несправності	Причини	Способи усунення
Вода не поступає в промивач із газоутворювача	Забруднилась трубка 5 (див. рис. 5)	Прочистити трубку неіскроутворюючим прутком
Тиск у генераторі вищий від допустимого. Проходить скидання ацетилену через запобіжний клапан	Витискач заповнений водою вище встановленого рівня	Підняти кошик у крайнє верхнє положення. Скинути ацетилен через пальник в атмосферу. Охолодити генератор і виконати перезарядку
Генератор не забезпечує паспортну продуктивність	У кошик знизу покладені крупні грудки карбіду	Перезарядити генератор

Несправності	Причини	Способи усунення
Ацетилен не скидається через запобіжний клапан при тиску вище 0,15+0,03 МПа (1,5+0,3 кгс/см ²)	Мембрана прилипла до сідла клапана. Виникло замулювання клапана. Неправильно відрегульований клапан	Підняти кошик у крайнє верхнє положення, скинути ацетилен через пальник. Охолодити і розвантажити генератор. Розібрати, оглянути, почистити і відрегулювати клапан
Тиск ацетилену збільшився, а подача його із захисного пристрою недостатня або припинилась	Забруднився вихідний ніпель на захисному пристрої Клапан у захисному пристрої прилип до сідла або внаслідок детонації його заклинило в сідлі Замерз конденсат у захисному пристрої, вентилі або шланзі	Закрити вентиль, зняти шланг з вихідного ніпеля і почистити ніпель неіскроутворюючим прутком Від'єднати від вентилля, зняти захисний пристрій і виштовхнути клапан із сідла латунним прутком Зняти захисний пристрій, відігріти і просушити його. Відігріти вентиль. Утеплити захисний пристрій і вентиль будь-якими підручними засобами. Продути шланг
Нерівномірна пульсуюча подача ацетилену в пальник	Накопичення конденсату в захисному пристрої або шланзі	Зняти захисний пристрій і продути його через ніпель 8. Продути шланг

2.3. ПРАВИЛА ОБСЛУГОВУВАННЯ ПЕРЕСУВНИХ АЦЕТИЛЕНОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ

При обслуговуванні ацетиленових генераторів потрібно пам'ятати, що ацетилен є вибухонебезпечним газом. Тому зварник повинен вивчити інструкцію з техніки безпеки при роботі з карбідом кальцію і ацетиленом, а також детально вивчити інструкцію з експлуатації ацетиленового генератора.

Перед підготовкою генератора до роботи водяний затвор заповнюють водою до рівня контрольного крана. Реторти і кошики по-

винні бути промиті водою і висушені. Карбід кальцію завантажують тільки тієї грануляції і в такій кількості, яка вказана в інструкції.

Перші порції ацетилену, що містять повітря, випускають в атмосферу, щоб не утворювалась вибухонебезпечна суміш.

При перервах у роботі взимку не можна допускати замерзання води в генераторах, для чого їх утеплюють, а при тривалих перервах — зливають воду. Після роботи не можна залишати намул біля генератора, його потрібно відносити в спеціальні ями.

Забороняється підходити з вогнем, запаленим пальником до генератора або до вивантаженого з генератора гашеного вапна, а також залишати працюючий генератор без нагляду.

Після роботи треба звільнити генератор від намулу і промити.

Профілактичні огляди проводяться кожні 3 міс.

Розбирати, чистити і ремонтувати генератор можна тільки під відкритим небом.

Щорічний огляд проводиться адміністрацією підприємства.

Не допускається встановлення пересувних генераторів у похилому положенні і поряд із кисневим балоном.

Приміщення, в якому був встановлений діючий генератор, потрібно провітрювати.

2.4. ЗАПОБІЖНІ ЗАТВОРИ І ЗВОРОТНІ КЛАПАНИ

При роботі з газовим полум'ям можуть виникати зворотні удари, тобто проникання вибухової хвилі і полум'я в трубопроводі і шланги, що підводять горючі гази. Це може призвести до вибуху ацетиленового генератора.

Запобіжні затвори перешкоджають попаданню в генератор полум'я при зворотному ударі. Вони поділяються на водяні і сухі (табл. 2.7). Водяні затвори бувають відкритого (для генераторів низького тиску) і закритого типу (для генераторів середнього тиску). Принцип дії полягає в тому, що вибухова хвиля і полум'я рухаються назустріч потокові горючого газу і виводяться в атмосферу або гасяться всередині затвору. Після кожного зворотного удару треба перевіряти рівень води в затворі.

Для газів-замінників ацетилену використовують водяні затвори тільки закритого типу або зворотні запобіжні клапани. Зворотні клапани типу ЛЗС і рідинні затвори є захисними пристроями гравітаційної дії і повинні встановлюватися строго вертикально.

Перед роботою у водяному затворі низького тиску відкритого типу (рис. 7) через воронку 5 наливається вода до рівня контрольного крана 7. По газопідвідній трубці 2 ацетилен проходить униз, виходить через отвір, розсікається диском 8, проходить через шар води і виходить з ніпеля 6. Коли виникає зворотний удар, вибухо-

ва хвиля попадає з ніпеля 6 у газовий простір затвору, тисне на воду і разом з частиною води виходить в атмосферу через зазор між газопідвною 2 і запобіжною 3 трубами.

У трубу 2 вибухова хвиля проникнути не може, тому що труба заповнена водою, і хвиля безперешкодно проходить в атмосферу, як тільки звільниться від води нижній кінець запобіжної труби 3. Для того, щоб нижній кінець запобіжної труби 3 при зворотному ударі швидше звільнявся від води, необхідний шар води h . Тому затвор слід заповнити водою до рівня контрольного крана. Дно 1 під'єднане до корпусу 4, щоб можна було періодично чистити затвор.

Водяний затвор середнього тиску закритого типу (рис. 8) через наливний штуцер 2 заливають водою до рівня контрольного крана 3. При нормальній роботі ацетилен проходить по трубці 6 через зворотний клапан 5, піднімаючи кульку в корпус 7 через шар води і через ніпель 1 до пальника.

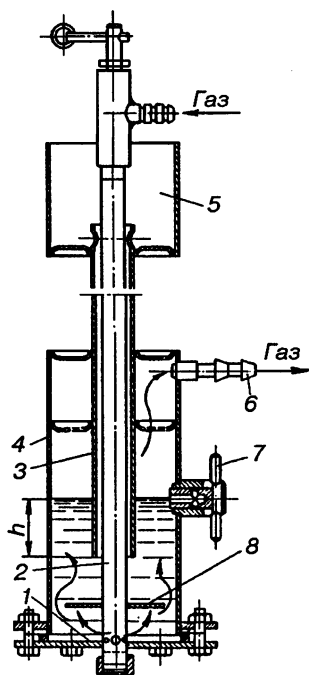


Рис. 7. Водяний затвор низького тиску відкритого типу:

1 — дно; 2, 3 — газопідвна і запобіжна труби; 4 — корпус; 5 — воронка; 6 — ніпель; 7 — контрольний кран; 8 — диск

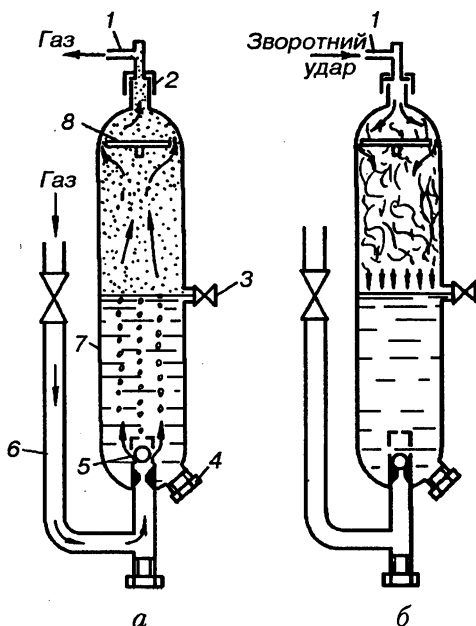


Рис. 8. Схема водяного затвору середнього тиску закритого типу:

1 — ніпель; 2, 4 — штуцери; 3 — контрольний кран; 5 — зворотний клапан; 6 — газопідвна трубка; 7 — корпус; 8 — диск-відбивач; а — нормальна робота, б — зворотний удар

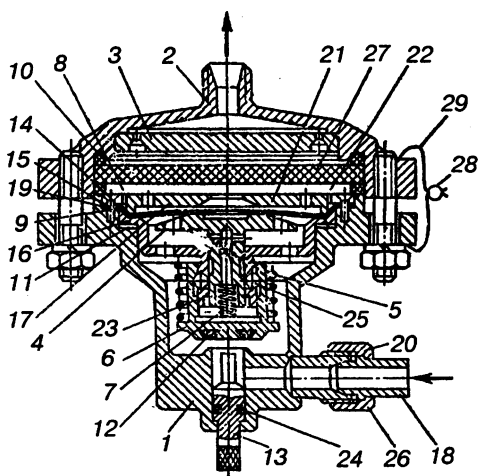
При зворотному ударі вибухова хвиля тисне на воду, зворотний клапан 5 закривається і перешкоджає доступу води і вибухової хвилі в газовідвідну трубку 6. Одночасно вибухова хвиля гаситься, проходячи вузький зазор між стінкою корпусу затвору і диском-відбивачем 8. Зливають воду через штуцер 4.

Перевага сухих запобіжних затворів (рис. 9) полягає в тому, що їх можна експлуатувати за будь-якої температури навколишнього середовища. Газ через ніпель 18 проходить у затвор, своїм тиском відтискає мембрану 15 від штоку 14 і через вихідний ніпель подається в пальник.

При зворотному ударі вибухова хвиля полум'я гаситься на відбійнику 3, а полум'я — в полум'ягасному елементі 27. Мембрана 15 притискається тиском полум'я до штоку 4 і закриває доступ горючого газу в корпус затвору. Під тиском горючого газу мембрана 15 тисне на шток 4, який переміщується вниз, внаслідок чого під впливом пружини 5 клапан 6 закриває вхідний отвір для доступу газу в затвор.

Аналогічна будова і принцип дії запобіжного затвора середнього тиску ЗСМ-1. Технічні характеристики запобіжних затворів наведено в табл. 2.7.

Зворотні клапани запобігають надходженню газу з сторони споживача в захисні обладнання і комунікації (газопроводи). У табл. 2.8 наведено технічні параметри зворотних клапанів.



Мал. 9. Схема сухого затвору ЗСЗ-1:

1 — корпус; 2 — кришка; 3 — відбійник; 4 — шток; 5, 7 — пружини; 6 — клапан; 8, 22 — шпильки; 9, 14, 23, 24 — кільця; 10, 11 — прокладки; 12 — ущільнювач; 13 — шток; 15 — мембрана; 16 — втулка фіксатора; 17, 21 — шайби; 18 — ніпель; 19 — гвинт; 20, 26 — гайки; 25 — кулька; 27 — полум'ягасний елемент; 28 — пломба; 29 — дріт

Табл. 2.7. Запобіжні затвори для захисту зварювальних постів

Параметри	Марка		
	ЗСП-8	ЗСУ-1	ЗСГ-3,2
Тип	Рідинний	Сухий	Сухий
Пропускна здатність ацетилену, м ³ /год	3,2	5	3,2
Найбільший робочий тиск на вході, МПа	0,07	0,15	0,15
Опір потокові газу, КПа	0,006	0,02	0,01
Габаритні розміри, мм	260×165×180	85×80×180	80×80×120
Маса, кг	5,7	1,9	1,1

Табл. 2.8. Технічні характеристики зворотних клапанів

Назва	Тип	Найбільша пропускна здатність, м ³ /год	Найбільший робочий тиск, МПа	Найбільший опір потоку газу, МПа	Габарити, мм	Маса, кг
Зворотний клапан для горючих газів-замінників ацетилену (крім водню)	ЛЗС-3	40	0,3	0,025	160×160×180	7,9
	ЛЗС-1	10	0,15	0,025	45×45×160	0,755
Зворотний клапан для рідин	ЛКО-1	36	1,0	0,1	28×28×63	0,1
	ЛКО-2	36	1,0	0,1	∅28×63	0,135

2.5. ПОЛУМ'ЯГАСНИК

Полум'ягасник призначений для попередження проникнення зворотного удару полум'я в рукав, що з'єднує пальник (різак) із запобіжним пристроєм (затвором). Їх установлюють на вхідних штуцерах пальників, різаків. Допускається використання на ручній апаратурі, якщо тиск газу не менше 0,03 МПа (0,3 кгс/см²).

З 1990 р. випускають полум'ягасники двох типів (табл. 2.9).

Табл. 2.9. Технічні характеристики полум'ягасників

Параметри	Тип	
	ацетиленовий ПГа	кисневий ПГк
Найбільший тиск на вході, МПа	0,135	1,0
Пропускна здатність, м³/год	2	2
Опір потоку газу, МПа	0,01	0,03
Маса, кг	0,2	0,2
Габарити, мм	Ø25×90	Ø25×90

2.6. ХІМІЧНІ ОЧИСНИКИ

Ацетилен, одержаний в ацетиленових генераторах, містить тверді частинки вапна, пару води і різні хімічні сполуки аміаку і сірководню, фосфористого і кремнистого водню.

Для видалення твердих частинок ацетилен промивають водою. Для очищення від вологи застосовують осушники і вологовідокремлювачі, для очищення від сірководню і фосфористого водню — хімічні очисники.

Хімічний очисник складається з циліндричної посудини з декількома горизонтальними сітками, на які вкладають марлю, шар геротолу (інфузорна земля, просочена хромовим ангідридом, сірчаною кислотою і водою) і потім знову марлю. При проходженні ацетилену через шар геротолу сірководень і фосфористий водень взаємодіють з масою геротолу і залишаються в ньому. При цьому яскраво-жовта маса стає темно-зеленою, що є ознакою її заміни. Вставлено, що 1 кг геротолу очищає 25 м³ ацетилену.

2.7. БАЛОНИ

Балони призначені для зберігання і транспортування стиснених, зріджених і розчинених газів; виготовляють з безшовних труб вуглецевої і легованої сталі. На верхній частині балонів вибивають їх паспортні дані. Через кожні 5 років їх оглядають і випробовують.

Киснем наповнюють балони до тиску 150 ат. Балон місткістю 40 дм³ при тиску 150 ат. містить кисню $40 \times 150 = 6000$ дм³, або 6 м³.

Повністю випускати кисень не можна, тому що на заводі, де заповнюють балон, перевіряють склад газу, що був у ньому.

Ацетиленові балони заповнені пористою масою (деревне вугілля, пемза, інфузорна земля та ін.), яка необхідна для безпечно-го зберігання ацетилену під тиском. Цю масу заповнюють ацетоном (225–300 г на 1 дм³ місткості балона), який розчиняє ацети-

лен. Один об'єм ацетону розчиняє 23 об'єми ацетилену. Тиск розчиненого ацетилену в наповненому балоні не повинен перевищувати 1,9 МПа при температурі 20°C.

При відборі ацетилену з балона частково виходить і ацетон (30–40 г на 1 дм³ ацетилену). Для зменшення його втрат не можна відбирати ацетилен з швидкістю більше 1700 дм³/год. Залишковий тиск повинен становити 0,05–0,1 МПа. При роботі ацетиленові балони повинні знаходитись у вертикальному положенні. Випускають балони малого — до 12 л і середнього об'єму — від 20 до 50 л з робочим тиском до 20 МПа (200 кгс/см³).

У даний час застосовують два пористих наповнювача для ацетиленових балонів: березове активоване вугілля (БАВ-Ац) і литу пористу масу (ЛПМ). Балони місткістю 40 л із наповнювачем БАВ-Ац містять 5 кг ацетилену, а балони з наповнювачем ЛПМ — 7,4 кг.

ЛПМ — це моноліт з гідросилікатів кальцію, який утворюється в результаті гідротермальної обробки безпосередньо в балоні з пористістю 91±1%.

Крім балонів місткістю 40 л, серійно випускають ацетиленові малолітражні балони місткістю 5 і 10 л з вмістом ацетилену відповідно 0,8 і 1,8 кг. Технічні характеристики кисневого та ацетиленового балонів указані в табл. 2.10.

Табл. 2.10. Технічні характеристики балонів

Параметри	Кисневий	Ацетиленовий
Граничний робочий тиск, МПа	15,0	1,6
Випробувальний тиск, МПа	22,5	3,0
Стан газу в балоні	Стиснутий	Розчинний
Колір балону	Голубний	Білий
Напис	«Кисень»	«Ацетилен»
Колір напису	Чорний	Червоний
Кількість газу в балоні, л	6000	5520
Місткість, л	40	40
Розміри (висота×діаметр×товщина), мм	1390×219×8	1390×219×7
Маса, кг (без газу)	67	52

Балони для зріджених газів (пропану) виготовляють зварними з сталі Ст3, місткістю 27, 50, 80 дм³ з товщиною стінки 3 мм. Робочий тиск не повинен перевищувати 1,6 МПа. Балони наповнюють так, щоб зверху була парова подушка (при підвищенні температури), тобто на 85–90% від загального об'єму.

Норма наповнення пропанового балону становить 0,452 кг/дм³. У балон місткістю 50 дм³ заливається 24 кг рідкого пропану. Максимальний відбір газу не повинен перевищувати 1,25 м³/год.

Колір балонів для аргону — сірий, для вуглекислого газу і повітря — чорний, водню — темно-зелений, для інших газів — червоний.

Тиск ацетилену в балоні залежить від температури довкілля (табл. 2.11).

Табл. 2.11. Залежність тиску в балоні ацетилену від температури

Температура, °С	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Тиск, МПа	1,34	1,4	1,5	1,65	1,8	1,9	2,15	2,35	2,6	3

2.7.1. Балонні вентиля

Вентиль — це запірний пристрій для зберігання в балоні газу.

Промисловість випускає вентиля декількох видів з різними технічними характеристиками (табл. 2.12).

Ацетиленовий вентиль виготовляють зі сталі, тому що мідні сплави з вмістом міді більше 70% при тривалому контакті з ацетиленом утворюють вибухонебезпечну ацетиленову мідь. Ацетиленовий редуктор під'єднують хомутом, а вентиль відкривають і закривають спеціальним торцевим ключем.

Вентиль кисневого балону виготовляють із латуні (висока корозієстійкість у середовищі кисню). Редуктор під'єднують накидною гайкою з правою різьбою. Кисневий вентиль не повинен бути забруднений маслами.

Кисневі вентиля придатні для балонів з азотом, аргоном, стисненим повітрям і вуглекислотою.

Вентиль для пропанового балону за конструкцією подібний до кисневого, але приєднується з лівою різьбою. Технічні характеристики вентилів наведені в табл. 2.12.

Табл. 2.12. Технічні характеристики вентилів

Газ	Тип	Найбільший тиск на вході, МПа	Конструктивні особливості
Кисень	ВК-74	20,0	Ущільнювач клапана і сальника з фторопласту
Водень	ВВ-73	20,0	Ущільнювач клапана і сальника з фторопласту
Ацетилен	ВА-1	2,5	Ущільнювач ебонітовий
Ацетилен	ВАБ	2,5	Ущільнювач мембранний
Ацетилен	ВБА-1	2,5	Ущільнювач мембранний
Пропан-бутан	РДГ-6 М	1,6	З герметизуючим ніпелем

2.7.2. Зберігання і транспортування балонів

Вимоги щодо зберігання і транспортування балонів:

- на всіх балонах повинні бути запобіжні ковпаки;
- кисневі балони повинні вкладатися у дерев'яні гнізда або металеві з гумовими підкладками;
- кисневі балони вкладають тільки впоперек кузова і в межах його висоти;
- завантаження і вивантаження повинні виконувати робітники, які пройшли спеціальний інструктаж;
- перевезення у вертикальному положенні допускається тільки в спеціальних контейнерах;
- спільне транспортування кисневих і ацетиленових балонів забороняється (за виключенням двох балонів до робочого місця);
- влітку балони повинні бути захищені від сонячних променів брезентом, мішковиною тощо;
- переміщення балонів у межах робочого місця дозволяється кантуванням у похилому положенні.

2.8. РЕДУКТОРИ

Редуктор призначений для пониження тиску газу до робочого та автоматичного підтримування заданого робочого тиску постійним. Газ надходить у редуктор з балона або розподільного трубопровода.

Корпуси редукторів фарбують у той же колір, що й балони.

Промисловість випускає багато типів редукторів з різними технічними характеристиками (табл. 2.13)

Табл. 2.13. Технічні характеристики редукторів

Типорозмір	Найбільший тиск на вході, МПа	Робочий тиск, МПа		Маса, кг	Марка
		найбільший	найменший		
БКО-3 БКО-25 БКО-50 БКО-100 БКО-200	20	0,5 0,8 1,2 1,2 1,2	0,1	2 2,5 2,8 3,5 4,5	– БКО-25-1 ДКП-1-65 – –
БКД-25 БКД-50	20	0,8 1,2	0,05 0,1	4 4	ДКД-8-65 ДКД-15-65
БАО-2 БАО-2 БАД-5 БПО-5	2,5	0,12 0,12 0,12 0,3	0,01	2 3 4 2,6	– ДАП-1-65 ДАД-1-65 ДПП-1-65

Типорозмір	Найбільший тиск на вході, МПа	Робочий тиск, МПа		Маса, кг	Марка
		найбільший	найменший		
СКО-10 СКО-200	1,6	0,5 1,2	0,01 0,2	2 4,5	ДКС-66 ДКС-200
САО-10 САО-20	0,12	0,1	0,01	2 4,5	ДАС-66 ДАС-20
СПО-6 СПО-15 СПО-35	0,3 0,6 0,3	0,15 0,3 0,15	0,02	2 4,5 2	ДПС-66 ДПС-15 ДМС-66
РКЗ-250 РАД-30 ЦКЗ-6000 УКН-40 УВН-70	20 2,5 3,5 20 25	1,6 0,1 1,6 4,0 7,0	0,3 0,02 0,3 1,0	18 16 400 4 4	ДКР-250 ДАР-1-64 — ДК-40 РС-250-58 ДВ-70

Примітка. Цифра в позначенні типорозміру — найбільша пропускна здатність (м³/год) при найбільшому робочому тиску; перша буква: Б — балонний, С — сітковий, Р — рамповий, Ц — центральний, У — універсальний; друга буква: К — кисень, А — ацетилен, П — пропан, М — метан, В — повітря; третя буква — це код числа ступенів перетворення і способу завдання робочого тиску: О — одноступеневий, З — одноступеневий з спеціальним завдавальником, Н — одноступеневий із завданням робочого тиску від пневмокамер, Д — двоступеневий.

Ацетиленовий редуктор за принципом дії подібний до кисневого, але відрізняється способом під'єднання до вентиля балона.

Редуктори класифікують:

- за принципом дії (прямої і зворотної);
- за пропускною здатністю;
- за робочим тиском газу;
- за видом газу (ацетиленові, кисневі, метанові, пропан-бутанові);
- за кількістю камер (одно- і двоступеневі);
- за призначенням (балонні, сіткові, рампові, магістральні, універсальні).

У редукторах прямої дії — падаюча характеристика, тобто робочий тиск у міру витрат газу знижується, а в редукторах зворотної дії — зростаюча характеристика, тобто при зменшенні тиску газу в балоні робочий тиск підвищується.

У редукторах зворотної дії (рис. 10) стиснений газ із балона поступає в камеру високого тиску 8 і перешкоджає відкриванню

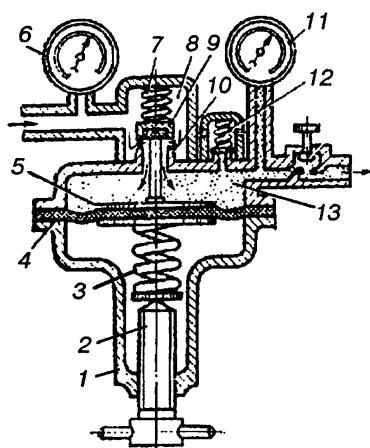


Рис. 10. Схема редуктора зворотної дії:

1 — кришка; 2 — регулювальний гвинт; 3 — пружина; 4 — мембрана; 5 — передавальний диск зі штоком; 6, 11 — манометри; 7 — зворотна пружина; 8 — камера високого тиску; 9 — редукуючий клапан; 10 — сидло клапана; 12 — запобіжний клапан; 13 — камера низького тиску

миться. При цьому передавальний диск з штоком 5 опуститься і редукуючий клапан 9 під дією пружини 7 прикриє сидло клапана 10, зменшуючи подачу газу в камеру низького тиску.

Тиск у камері низького тиску 13 вимірюють манометром 11, а в камері високого тиску 8 — манометром 6. Якщо тиск у робочій камері підвищиться понад норму, то за допомогою запобіжного клапана 12 відбудеться викид газу в атмосферу.

Для підтримання робочого тиску з підвищеною точністю використовують двокамерні редуктори, в яких тиск газу зменшується поступово в двох камерах редукування, розташованих послідовно. Ці редуктори менш схильні до заморожування, але більш складні за конструкцією.

У редукторах прямої дії (рис. 11) газ через штуцер 3, потрапляючи в камеру високого тиску 6 і діючи на клапан 7, намагається відкрити його (а в редукторах зворотної дії — закрити). Редукуючий клапан 7 притискається до сидла запірною пружиною 5 і перешкоджає доступу газу високого тиску. Мембрана 1 намагається відвести клапан 7 від сидла і відкрити доступ газу високого тиску в камеру низького тиску 10. Із зовнішньої сторони на мембрану через натискний гвинт 12 діє натискна пружина 11, яка намагається відкрити клапан 7, а з внутрішньої сторони камери на мембрану тисне редукований газ низького тиску, що протидіє пружині.

клапана 9. Для передачі газу в пальник або різак необхідно обернути за годинниковою стрілкою регулювальний гвинт 2, який вкручується в кришку 1. Гвинт стискає натискну пружину 3, яка в свою чергу вигинає гнучку гумову мембрану догори. При цьому передавальний диск зі штоком стискає зворотну пружину 7, піднімаючи клапан 9, який відкриває отвір для проходження газу в камеру низького тиску 13. Відкриванню клапана перешкоджає не тільки тиск газу в камері високого тиску, але й пружина 7, яка має меншу силу, ніж пружина 3. Коли відбір газу зменшиться, то тиск у камері низького тиску підвищиться, натискна пружина 3 буде стискатися і мембрана 4 випрямиться.

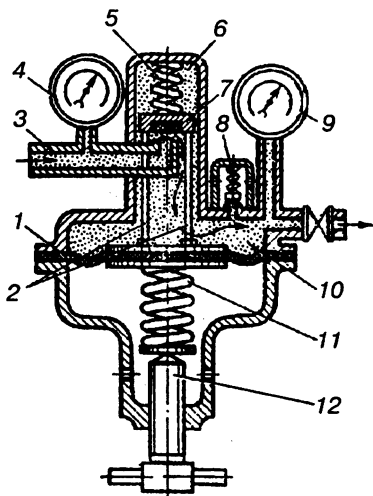


Рис. 11. Схема редуктора прямої дії:

1 — мембрана; 2 — штоки; 3 — штуцер; 4, 9 — манометри; 5 — запірня пружина; 6 — камера високого тиску; 7 — редуруючий клапан; 8 — запобіжний клапан; 10 — робоча камера; 11 — натискна пружина; 12 — регулювальний гвинт

При зменшенні тиску в робочій камері натискна пружина 11 розпрямлюється і клапан з допомогою штоків 2 відходить від сідла, при цьому проходить збільшення подачі газу в редуктор. При збільшенні тиску в робочій камері 10 натискна пружина 11 стискується, клапан підходить ближче до сідла і подача газу в редуктор зменшиться.

Робочий тиск визначається натягом натискної пружини 11. При викручуванні регулювального гвинта 12 і послабленні натискної пружини 11 знижується робочий тиск і, навпаки, при викручуванні гвинта стискається пружина 11 і проходить підвищення робочого тиску газу. Для контролю тиску, встановлені манометри 4 і 9 та запобіжний клапан 8.

Одноступеневий кисневий редуктор (рис. 12) випускають відповідно до ГОСТу 6268-78. Під'єднується до балона накидною гайкою 15. Газ, проходячи через фільтр 14, попадає в камеру високого тиску А. При обертанні регулювального гвинта 4 за годинниковою стрілкою зусилля натискної пружини 5 передається через натискний диск 2, мембрану 6 і штовхач 3 на редуруючий клапан 12, який, переміщуючись, відкриває прохід газу через утворений зазор між клапаном 12 і сідлом 10 у робочу камеру Б. Редукуючий вузол (сідло 10, клапан 12, пружина 13 і фільтр 11) виконаний у вигляді самостійного вузла.

Тиск контролюється маґометрами 1 і 7. На корпусі редуктора встановлений запобіжний клапан 9. Відбір газу здійснюється через ніпель 8.

У двоступеневих кисневих редукторах ДКД-8-65 для зварювання і ДКД-15-65 для різання, зниження тиску газу проходить при двоступеневому розширенні газу (рис. 13).

Редуктор під'єднується до балона накидною гайкою 2 (варіант I — у редукторах ДКД-8-65 накидною гайкою; варіант II — у редукторах ДКД-150-65 хомутом 1). Газ, пройшовши фільтр 3, попадає в першу ступінь редукування — камеру А. Тиск в камері А

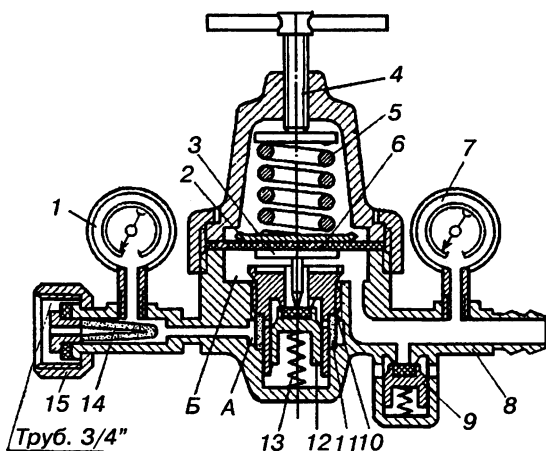


Рис. 12. Схема кисневого редуктора ДКП:

1, 7 — манометри; 2 — натискний диск; 3 — фільтр; 4 — регулювальний гвинт; 5 — натискна пружина; 6 — мембрана; 8 — ніпель; 9 — запобіжний клапан; 10 — сідло; 11 — фільтр; 12 — клапан; 13 — пружина; 14 — фільтр; 15 — накидна гайка; А — камера високого тиску; Б — камера робочого тиску

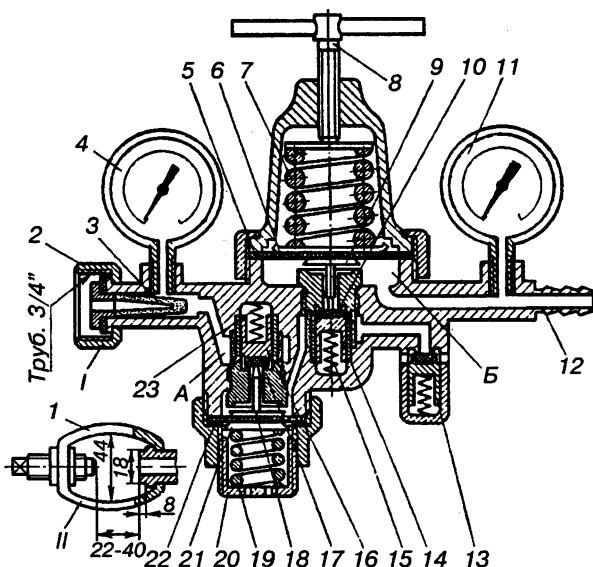


Рис. 13. Схема кисневого редуктора ДКД:

1 — хомут; 2 — накидна гайка; 3 — фільтр; 4, 11 — манометри; 5, 22 — мембрани; 6 — диск; 7, 19 — натискні пружини; 8 — гвинт; 9 — штовхач; 10, 16 — сідла; 12 — ніпель; 13 — запобіжний клапан; 14, 17 — клапани; 15, 23 — запірні пружини; 18 — штовхач; 20 — ковпак; 21 — диск; I — під'єднання накидною гайкою; II — під'єднання хомутом; А — камера першого ступеня редуктування; Б — камера другого ступеня редуктування

контролюється манометром 4. Натискна пружина 19 робочої камери першого ступеня редукування під впливом регульованого ковпака 20 знаходиться в стиснутому стані і через диск 21, мембрану 22 і штовхач 18 відтискає клапан від сідла. Газ, проходячи через зазор між клапаном 17 і сідлом 16, понижує тиск і поступає в другу ступінь редукування. Тиск у камері другого ступеня редукування Б встановлюється регульовальним гвинтом 8 і контролюється манометром 11. При обертанні гвинта 8 за годинниковою стрілкою натискна пружина 7 через диск 6, мембрану 5, штовхач 9 відтискає клапан 14 від сідла 10 і газ через утворений зазор подається у робочу камеру Б, де розширюється до необхідного тиску і поступає в пальник. У випадку припинення відбору газу тиск у камері Б через мембрану 5 відтисне пружину 7, а запірна пружина 15 притисне клапан до сідла і припинить подачу газу. При цьому тиск у камері А також збільшиться і відтисне пружину 19, а запірна пружина 23 прижме клапан до сідла. На корпусі редуктора встановлений запобіжний клапан 13, з'єднаний з робочою камерою А. Відбір газу здійснюється через ніпель 12.

Ацетиленовий редуктор ДАП-1-65 призначений для зниження тиску ацетилену, який подається з балона.

Редуктор під'єднується до вентиля балона хомутом 1 (рис. 14). Газ через фільтр 2 попадає в камеру високого тиску А. При обертанні регульовального гвинта 7 за годинниковою стрілкою зусил-

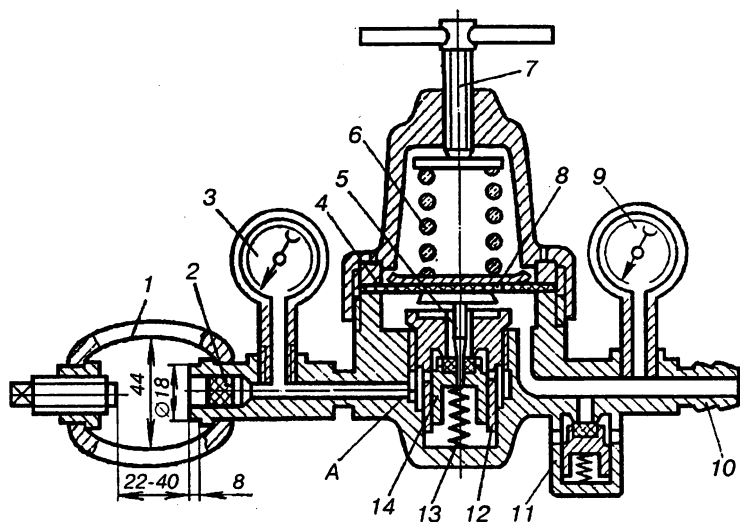


Рис. 14. Схема ацетиленового редуктора ДАП-1-65:

1 — хомут; 2 — фільтр; 3, 9 — манометри; 4 — мембрана; 5 — штовхач; 6 — натискна пружина; 7 — регульовальний гвинт; 8 — натискний диск; 10 — ніпель; 11 — запобіжний клапан; 12 — сідло; 13 — пружина; 14 — редукуючий клапан; А — камера високого тиску

ля натискної пружини 6 передається через мембрану 4, натискний диск 8 і штовхач 5 на редуруючий клапан 14. Газ проходить через утворений зазор між клапаном і сідлом 12. На корпусі редуктора в робочій камері встановлюється запобіжний клапан 11. Тиск у балоні контролюється манометром 3, в робочій камері — манометром 9. Відбір газу здійснюється через ніпель 10.

Будова і принцип дії ацетиленового двокамерного редуктора ДАП-1-65 аналогічні з кисневим редуктором ДКД і відрізняється тим, що під'єднується до балона хомутом.

Одноступеневий редуктор ДПП-1-65 (рис. 15) призначений для зниження тиску пропан-бутану, що подається з балона.

Редуктор під'єднується до вентиля балона накидною гайкою 1. Газ через фільтр 2 попадає в камеру високого тиску А. При обертанні регулювального гвинта 6 за годинниковою стрілкою зусилля натискної пружини 5 передається через натискний диск 4, мембрану 3 і штовхач 7 на редуруючий клапан 12. Газ, подається в камеру Б через утворений зазор між клапаном і сідлом клапана 14. Редукуючий вузол редуктора 13 і другого фільтра 11 виконаний у вигляді самостійного вузла. На корпусі робочої камери встановлений запобіжний клапан 10. Тиск у робочій камері контролюється манометром 8. Відбір газу здійснюється через ніпель 9.

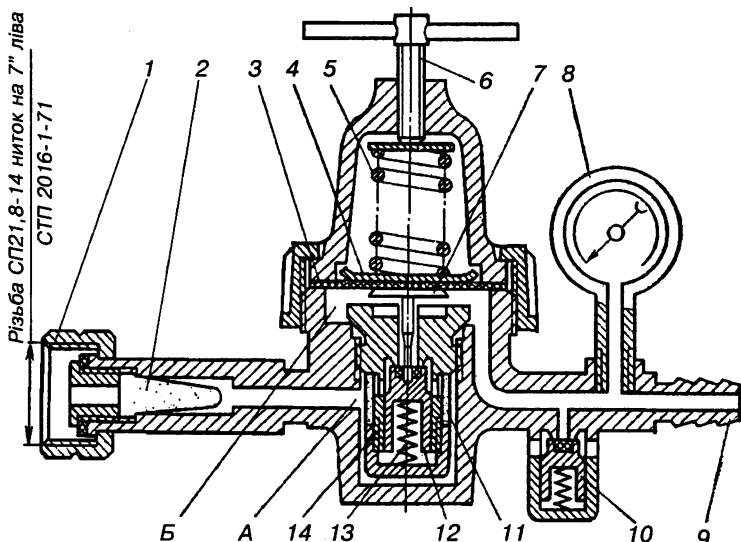


Рис. 15. Будова пропан-бутанового редуктора ДПП-1-65:

1 — накидна гайка; 2, 11 — фільтри; 3 — мембрана; 4 — натискний диск; 5 — натискна пружина; 6 — регулювальний гвинт; 7 — штовхач; 8 — манометр; 9 — ніпель; 10 — запобіжний клапан; 12 — редукуючий клапан; 13 — редукуючий вузол редуктора; 14 — сідло клапана; А — камера високого тиску; Б — камера робочого тиску

2.8.1. Користування редукторами

Перед під'єднанням редуктора необхідно продути отвір вентиля балона, відкривши його на 1–2 с. При цьому треба знаходитись у стороні від струменя газу. На штуцері, прокладці і різьбі не повинно бути масла і забруднень. Під'єднують редуктор при викрученому регулювальному гвинті. Накидна гайка накручується на ніпель від руки, а потім затягується без великого зусилля гаечним ключем. Відкриваючи вентиль балона, слідкують за показами манометра високого тиску. Відрегульовують гвинтом робочий тиск газу і після цього пускають газ у пальник.

При перервах у роботі потрібно закривати вентиль балона, послаблювати регулювальний гвинт редуктора і з камери низького тиску випускати газ.

При експлуатації необхідно:

- працювати тільки зі справними манометрами;
- плавно обертати регулювальний гвинт при встановленні робочого тиску;
- слідкувати за справністю запобіжного клапана;
- при замерзанні редуктора відігрівати його гарячою водою без слідів масла;
- ремонтувати тільки в спеціальних майстернях.

Замерзання редуктора проходить при різкому зниженні тиску газу. Якщо газ містить пару води, то вона може утворювати кристали льоду, які забивають канали редуктора і порушують його роботу.

2.9. РУКАВИ (ШЛАНГИ)

Для підведення газу до пальників або різаків використовують спеціальні рукави, виготовлені з вулканізованої гуми з однією або двома тканинними прокладками.

Шланги розраховані для роботи при температурі навколишнього середовища від +50 до –35°C. Для роботи при нижчих температурах використовують шланги з морозостійкої гуми, яка витримує температуру до –65°C.

Рукави виготовляють з внутрішнім діаметром 6 мм, 9, 12 і 16 мм.

Довжина рукавів має бути не більше 20 м і не менше 4,5 м. Довжина стикових ділянок має становити не менше 3 м, при монтажних роботах допускається довжина до 40 м.

Рукави на ніпелях пальників і між собою кріплять спеціальними хомутами або м'яким відпаленим дротом. Типи рукавів наведено в табл. 2.14.

Табл. 2.14. Рукави для газового зварювання і різання

Показники	Тип рукава		
	I	II	III
Речовина	Ацетилен, пропан, бутан, міський газ	Рідке паливо	Кисень
Робочий тиск, МПа	0,63	0,63	2
Колір зовнішнього шару	Червоний	Жовтий	Синій

Примітка. Замість суцільного фарбування може бути дві кольорові смужки. Рукави всіх типів, призначені для районів з холодним і тропічним кліматом, можуть бути пофарбовані в чорний колір.

2.10. МАНОМЕТРИ

Манометри призначені для вимірювання тиску газу. Складаються з трубчастої пружини, зігнутої дугою. Внутрішня порожниста трубка з'єднана з ніпелем, який вкручений у корпус редуктора, і камерою, в якій знаходиться газ. Другий кінець має наконечник, механічно з'єднаний зі стрілкою.

При зміні тиску змінюється величина деформації пружини, а разом з нею і відхилення стрілки.

Покази манометрів повинні строго відповідати тиску газу. Несправний манометр замінюють. Редуктор із несправним манометром до експлуатації не допускається.

Не дозволяється користуватися манометром, коли:

- відсутня пломба і клеймо;
- стрілка не повертається до нульової відмітки;
- скло розбите або є інші пошкодження;
- минув час чергової перевірки.

Перевіряють манометри не рідше 1 разу на рік.

Манометри під'єднують до камер високого і робочого тиску гачним ключем. Для ущільнення застосовують прокладки зі свинцю, фібри, шкіри.

2.11. ЗВАРЮВАЛЬНІ ПАЛЬНИКИ

Зварювальний палик призначений для змішування горючого газу або парів рідини з киснем і одержання зварювального полум'я. Кожний палик має пристрій, що дозволяє регулювати потужність, склад і форму полум'я.

Пальники поділяють:

- за способом подачі горючого газу і кисню в змішувальну камеру — інжекторні та безінжекторні (табл. 2.15, 2.16);
- за родом горючого газу — ацетиленові (табл. 2.17), для газів-замінників (табл. 2.18), для рідкого пального і водневі;
- за призначенням — універсальні (зварювання, різання, паяння, наплавлення) і спеціалізовані (виконання однієї операції);
- за числом полум'я — одно- та багатополуменеві;
- за потужністю полум'я — малої (витрати ацетилену 25–400 дм³/год), середньої (400–2800 дм³/год), великої (2800–7000 дм³/год);
- за способом застосування — ручні й машинні.

Табл. 2.15. Технічні характеристики інжекторних пальників

Параметри	Номер наконечника									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Товщина сталі, мм	0,2–0,5	0,5–1	1–2	2–4	4–7	7–11	11–17	17–30	30–50	Більше 50
Витрати, л/год:										
ацетилену	40–50	65–90	130–180	250–350	420–600	700–950	1130–1500	1800–2500	2500–4500	4500–7000
кисню	45–55	70–100	140–200	270–380	450–650	750–1000	1200–1650	2000–2800	3000–5600	4700–9300
Тиск на вході в пальник, МПа:										
ацетилену	0,001–0,1	0,001–0,1	0,001–0,1	0,001–0,1	0,001–0,1	0,001–0,1	0,001–0,1	0,001–0,1	0,03–1	0,03–1
кисню	0,15–0,3	0,15–0,3	0,2–0,3	0,2–0,3	0,2–0,3	0,2–0,3	0,2–0,35	0,2–0,35	0,25–0,5	0,25–0,5
Діаметр отвору, мм:										
інжектора	0,18	0,25	0,35	0,45	0,6	0,75	0,95	1,2		
мундштука	0,6	0,85	1,15	1,5	1,9	2,3	2,8	3,5		
Швидкість витікання суміші з мундштука, м/с	40–135	50–130	65–135	75–135	80–140	90–150	100–160	110–170		

**Табл. 2.16 Технічна характеристика
безінжекторних пальників типу Г1**

Номер наконечника	000	00	0
Товщина сталі, мм	до 0,1	0,1–0,2	0,2–0,6
Витрати, л/год: ацетилену кисню	5–10 6–11	10–25 11–28	25–60 28–65
Тиск на вході в пальник, МПа: ацетилену кисню	0,01–0,1 0,01–0,1	0,01–0,1 0,01–0,1	0,01–0,1 0,01–0,1

Табл. 2.17. Універсальні ацетилено-кисневі пальники

Тип	Модель	Номер наконечника	Маса, кг	Внутрішній діаметр рукава, мм
Г1 (мікропотужності)	ГС-1	000; 00; 0	0,4	4
Г2 (малої потужності)	Г2-04	0; 1; 2; 3; 4	0,7	6
Г3 (середньої потужності)	Г3-03	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1,2	9
Г4 (великої потужності)	ГС-4	8; 9	2,5	9

Примітка. Г1 – безінжекторні, решта – інжекторні; ГС-4 – призначений для підігріву; Г2-04 – за конструкцією подібний до старого Г2-02, «Зірочки», «Малютки»; Г3-03 – замінив «Зірку», «Москву», ГС-3, ГС-3А.

Табл. 2.18. Пальники зварювальні на газах-замінниках ацетилену

Марка	Номер наконечника	Витрати, дм ³ /год			Тиск, МПа		Товщина металу, мм
		пропан-бутану	природного газу	кисню	горючого газу	кисню	
ГЗУ-3	1	25–60	70–170	105–260	0,003	0,1–0,4	0,5–1,5
	2	60–125	170–360	260–540	0,003	0,15–0,4	1,5–2,5
	3	125–200	360–560	540–840	0,003	0,2–0,4	2,5–4
	4	200–335	560–940	840–1400	0,003	0,2–0,4	4–7

Марка	Но- мер нако- нечни- ка	Витрати, дм ³ /год			Тиск, МПа		Товщи- на ме- талу, мм
		пропан- бутану	природного газу	кисню	горю- чого газу	кисню	
ГЗУ-4	5	400–650	1020–1650	1350– 2200	0,02	0,2–0,4	—
	6	650–1050	1650–2700	2200– 3600	0,02	0,2–0,4	—
	7	1050–1700	2700–4500	3600– 5800	0,02	0,2–0,4	—

Примітка. Пальник ГЗУ-3 — універсальний; ГЗУ-4 — для зварюван-
ня чавунів і кольорових металів (крім міді), а також па-
яння, наплавлення і нагрівання.

Інжекторний пальник складається з двох основних частин —
ствола і наконечника (рис. 16). Стовбур має кисневий 1 і ацети-
леновий 16 ніпелі з трубками 3 і 15, рукоятку 2, корпус 4 з кис-
невим 5 і ацетиленовим 14 вентилями. Вентилі призначені для
пуску, регулювання розходу і припинення подачі газу при гасін-
ні полум'я. Наконечник, який складається з інжектора 13, змішу-
вальної камери 12 і мундштука 7, під'єднується до корпусу стов-
бура пальника накладною гайкою.

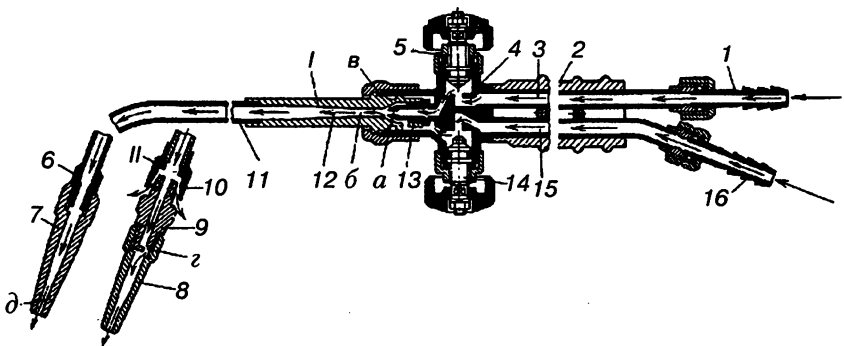


Рис. 16. Будова інжекторного пальника:

1, 16 — кисневий і ацетиленовий ніпелі; 2 — рукоятка; 3, 15 — киснева і ацетиленова трубки; 4 — корпус; 5, 14 — кисневий і ацетиленовий вентилі; 6 — ніпель наконечника; 7 — мундштук; 8 — мундштук для пропан-бутано-кисневої суміші; 9 — штуцер; 10 — підігрівач; 11 — трубка горючої суміші; 12 — змішувальна камера; 13 — інжектор; а, б — діаметри вихідного каналу інжектора і змішувальної камери; в — зазор між інжектором і змішувальною камерою; г — бокові отвори в штуцері 9 для нагрівання суміші; д — діаметр отвору мундштука; і — ацетилено-кисневий; іі — пропан-бутано-кисневий

Інжектор 13 — циліндрична деталь з центральним каналом малого діаметра — для кисню і з радіально розташованими каналами — для ацетилену. Інжектор вкручується у змішувальну камеру наконечника і знаходиться між змішувальною камерою і газопідвідними каналами корпусу пальника. Він призначений для створення розрідженого стану кисневим струменем і засмоктування ацетилену. Розрідження досягається завдяки високій швидкості (300 м/с) кисневого струменя.

У змішувальній камері кисень перемішується з ацетиленом і суміш подається через ніпель наконечника 6 у канал мундштука. Горюча суміш виходить із мундштука з швидкістю 100–140 м/с і при запалюванні утворює ацетилено-кисневе полум'я.

Конструкція пропан-бутано-кисневих пальників відрізняється від ацетилено-кисневих тим, що перед мундштуком розміщений пристрій 10 (рис. 16) для підігрівання пропан-бутано-кисневої суміші. Додаткове нагрівання необхідне для підвищення температури полум'я. Звичайний мундштук замінюється мундштуком змінної конструкції.

У безінжекторних пальниках (рис. 17) горючий газ і кисень подаються приблизно під однаковим тиском (0,5–1,0 кг/см²). В них відсутній інжектор, який замінений простим змішувальним соплом. Кисень через ніпель 4, регулювальний вентиль 3 і спеціальні дозуючі канали подається в змішувач пальника. Аналогічно через ніпель 5 і вентиль 6 у змішувач подається й ацетилен. Із змішувальної камери горюча суміш, проходячи по трубці наконечника 2, виходить з мундштука 1 і, згораючи, утворює зварювальне полум'я. Швидкість витікання горючої суміші повинна дорівнювати швидкості горіння. Якщо швидкість витікання більша за швидкість горіння, то полум'я відривається від пальника і гасне. Коли швидкість витікання суміші менша за швидкість горіння, то суміш загорається всередині наконечника. Тому безінжекторні пальники працюють тільки на пальному середнього тиску.

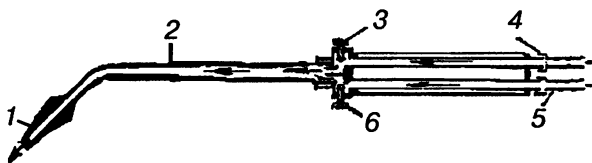


Рис. 17. Схема безінжекторного пальника:

1 — мундштук; 2 — трубка наконечника; 3 — кисневий вентиль; 4 — кисневий ніпель; 5 — ацетиленовий ніпель; 6 — ацетиленовий вентиль

У випадку, коли необхідно почергово виконувати зварювання та різання металів, рекомендують використовувати газозварювальні комплекти (табл. 2.19).

Табл. 2.19. Технічні характеристики газозварювальних комплектів

Марка комплекту	Товщина металу, мм		Габаритні розміри, мм	Маса, кг
	при зварюванні	при різанні		
КГС-1-02	0,5–7	3–50	326×240×78	3,45
КГС-2-02	2–17	3–70	426×275×75	4,85

Примітка. До складу КГС-1-02 входять пальник Г2-04 і різак вставний РВ-1А-02 (РГМ-70); до комплексного КГС-2-02 — пальник Г3-03 і різак вставний РВ-2А-02 (РГС-70). До комплектів входять змінні наконечники, мундштуки, прочищувачі, гайковий ключ і футляр.

Для ручного зварювання, паяння і різання металів пропан-бутано-кисневим полум'ям при аварійних і монтажних роботах використовують переносну установку ПГУ-3-02. Вона складається з каркасу, на якому закріплюють балони для пропан-бутану (місткістю 4 л) і кисню (місткістю 5 л) з редукторами і рукавами. Пальник Г2-04 з наконечниками № 1, 2, 3 і вставний різак з внутрішнім і зовнішніми мундштуками знаходяться у футлярі. Товщина розрізуваної сталі становить 3–30 мм, а зварюваної — 0,5–4 мм. Розхід пропан-бутану — 200–400 л/год, кисню 1800–4800 л/год. Маса — 27,5 кг.

Зварювальні пальники повинні бути прості й зручні в експлуатації, забезпечувати безпеку роботи, стійке горіння полум'я, змішувати гази в необхідній пропорції, подавати гази до місця утворення полум'я (мундштука).

2.12. СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ПАЛЬНИКИ

На відміну від універсальних пальників спеціалізовані призначені для виконання однієї технологічної операції: наплавлення, нагрівання, паяння, поверхневого очищення, випрямлення та ін.

Пальники типу ГН-4 (рис. 18) призначені для наплавлення гранульованих самофлюсуючих порошкових сплавів хром-бор-нікелевої основи або інших на нові або відновлювані поверхні деталей (табл. 2.20).

Розміри гранул порошку становлять 40–100 мкм.

Гази подаються в пальники ГН-1 і ГН-2 гумотканинними рукавами з внутрішнім діаметром 6,3 мм у ГН-3 і 9 мм у ГН-4.

Відмінність пальників ГН від універсальних полягає у наявності дозатора порошку з бункером і важільного механізму подачі порошку.

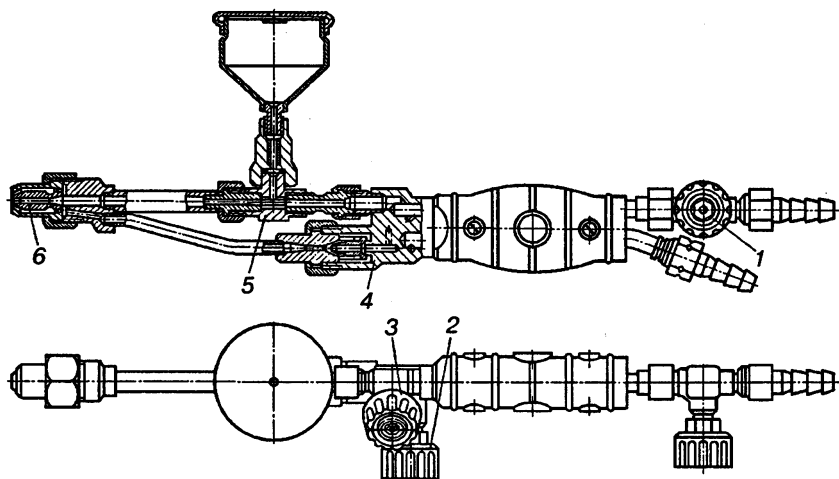


Рис. 18. Пальник ГН-4:

1 — вентиль подачі кисню; 2 — вентиль ацетиленовий; 3 — вентиль кисневий;
4 — ствол; 5 — дозатор; 6 — наконечник

Табл. 2.20. Характеристика пальників для наплавлення

Тип	Спосіб наплавлення	Вид порошку	Витрати порошку, кг/год	Тиск ацетилену, МПа	Витрати ацетилену, л/год	Маса пальника, кг
ГН-1 малої потужності	Ручний	Хром-борнікелевий	До 0,9	Не менше 0,01	140-300	0,75
ГН-2 середньої потужності	Те ж	Те ж	До 2,0	Те ж	350-600	0,77
ГН-3 великої потужності	Те ж	Те ж	Те ж	Не менше 0,02	150-1750	1,1
ГН-4	Механізований	Нікелево-алюмінієвий	До 3,6	Не менше 0,03	800-1100	1,3

Багатополуменеві пальники (рис. 19) використовуються для механізованого паяння, нагрівання та очищення (табл. 2.21). Вони безінжекторні, потужністю 10-20 м³/год горючого газу. Працюють на ацетилені і газах-замінниках (природному газі або пропан-бутані). Підвищена потужність багатополуменевих пальників вимагає суворого виконання вимог інструкції з експлуатації.

Табл. 2.21. Пальники спеціалізовані для паяння, нагрівання і поверхневого очищення

Тип	Призначення	Газ	Тиск газу, МПа	Витрати газу, г/год	№ наконечника	Особливості	Застосування
ГВП-5	Паяння	Пропан-бутан	Не менше 0,001	30–600	1, 2, 3	Інжекторний з примусовою подачею повітря компресором під тиском до 0,5 МПа. Температура полум'я 1600°C	– паяння твердими припоями при товщині до 2 мм і м'якими — до 20 мм; – механізоване очищення; – нагрівання пластмас; – просушування ливарних форм
		Природний газ	Не менше 0,001	72–1200			
		Повітря	Не більше 0,5	850–6000			
ГВ-1	Нагрівання	Пропан-бутан	Не менше 0,1–0,15	670–1700	1, 2, 3	Інжекторний з всмоктуванням повітря	– нагрівання деталей при зварюванні; – нагрівання пластмас
ГАО-2	Очищення	Ацетилен	Не менше 0,01–	2000	1	Інжекторний. Корпус пальника ГЗ-03. Наконечник з багатосопловим мундштуком шириною 110 мм	– очищення від іржі, фарби
		Кисень	0,4	2200			

Пальники ГВП-2 призначені для зварювання пластмас газовим теплоносієм (нагрітим повітрям, азотом або іншими інертними газами) з використанням присаджувального матеріалу (табл. 2.22).

Теплоносій нагрівається нагрівним елементом, який розміщений у пальнику.

Табл. 2.22. Технічна характеристика пальника ГВП-2

Товщина зварюваного металу, мм	До 20
Найбільша товщина матеріалу, зварювана за один прохід, мм	4
Швидкість зварювання, м/год	Не менше 32

Діаметр присадки, мм	3-5
Тиск газу (теплоносія) на вході в пальник, МПа (кгс/см ²)	До 0,3 (3)
Потужність нагрівного елементу, Вт	650
Напруга живлення, В	42
Маса, кг	0,75

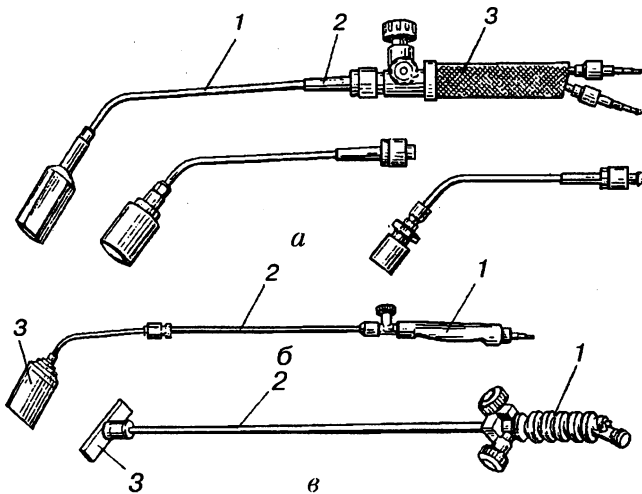


Рис. 19. Спеціалізовані пальники:

a — ГВП-5 для паяння: 1 — змінний наконечник; 2 — змішувальна камера; 3 — ствол; *б* — ГВ-1 для нагрівання: 1 — ствол; 2 — наконечник; 3 — стабілізатор; *в* — ГАО-2 для очищення: 1 — ствол; 2 — наконечник; 3 — мундштук

2.12.1. Правила користування пальниками

У пальниках проходить точне змішування горючого газу з окиснювачем (киснем і повітрям) із утворенням полум'я необхідного складу і форми. Тому для забезпечення високої якості зварювальних робіт необхідно, щоб пальник знаходився у справному стані. Це дуже важливо, оскільки використовувані гази можуть утворювати вибухонебезпечні суміші.

При користуванні пальниками необхідно дотримуватися вимог безпеки праці.

Не допускається експлуатація несправних пальників. Перед роботою з пальником, зварнику слід ознайомитися з інструкцією

по експлуатації. Зварник повинен знати будову пальника, вміти виявляти несправності і швидко їх усувати.

Штуцери і гайки для під'єднання рукавів мають ліву різьбу і мітки, а маховички напис «Горючий газ», «Кисень».

До початку роботи:

- оглянути пальник і переконатися у відповідності номера наконечника товщині металу;
- перевірити герметичність різьбових з'єднань;
- перевірити герметичність сальників вентилів;
- перевірити наявність розрідження на вхідному ацетиленовому ніпелі при пусканні кисню (прочищають мідною або алюмінієвою голкою). Якщо палець руки прилипає до ацетиленового ніпеля — значить розрідження добре.

Під час роботи:

- встановити необхідний тиск на редукторах;
- відкрити кисневий вентиль;
- відкрити вентиль горючого газу;
- запалити горючу суміш;
- відрегулювати потужність і склад полум'я;
- при хлопках перекрити ацетиленовий, а потім кисневий вентиль;
- при сильному нагріванні мундштука — охолодити його у воді.

Після закінчення роботи:

- перекрити спочатку ацетиленовий вентиль, а потім кисневий;
- викрутити натискні регулювальні гвинти на редукторах;
- перевірити стан мундшуків, почистити їх свинцем або твердим деревом;
- прочистити внутрішній канал мундштука голкою;
- при надмірному обгоранні і спрацюванні мундштука його необхідно замінити.

Розділ 3

ТЕХНІКА Й ТЕХНОЛОГІЯ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

3.1. ЗВАРНІ З'ЄДНАННЯ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Зварним з'єднанням називають нероз'ємне з'єднання, виконане зварюванням (рис. 20).

За видом з'єднання можуть бути стикові, кутові, таврові, внапуск, торцеві.

Зварний шов (2) — це ділянка зварного з'єднання, утворена в результаті кристалізації металу зварювальної ванни.

Зварювальна ванна (3) — це ділянка зварного шва, яка при зварюванні знаходиться в рідкому стані.

Кратером називають заглиблення, утворене в зварній ванні тиском газів полум'я (дуги).

Основним металом (6) називають метал, який підлягає з'єднанню зварюванням.

Присаджувальним металом називають метал, призначений для введення в зварну ванну до розплавленого основного металу.

Наплавленим металом називають переплавлений присаджувальний метал, введений в зварну ванну до основного металу.

Металом шва (5) називають сплав, утворений переплавленими основним і наплавленим металами.

Кромками (4) називають торцеві поверхні деталей, що підлягають зварюванню.

Розчищення кромок — надання необхідної форми кромкам, які підлягають зварюванню.

Скіс кромки — прямолінійний або криволінійний зріз кромки, яка підлягає зварюванню.

Притуплення кромки (с) — нескошена частина торця кромки.

Зазор (b) — відстань між притупленнями кромок.

Кут скосу кромки (β) — кут між площиною скосу кромки і торцем.

Кут розчищення кромок (α) — кут між скошеними кромками. Кромки розчищають з метою кращого провару кореня шва.

Підсилений шов (q) — це частина металу шва, яка виступає над поверхнею зварюваних деталей.

Глибина проплавлення — найбільша глибина розплавленого основного металу в перерізі шва.

Корінь шва (7) — частина зварного шва, де дно зварювальної ванни перетинає поверхню основного металу.

Шар — це частина металу зварного шва, утворена одним або двома валиками, які розташовані на одному рівні поперечного перерізу шва.

Валик — метал, наплавлений або переплавлений за один прохід.

Прохід — це одноразове переміщення в одному напрямку джерела нагрівання.

Багатошаровий шов — це шов, утворений декількома шарами.

Підварний шов — це менша частина двостороннього шва, яка виконується попередньо для запобігання пропалів при наступному зварюванні або накладається в останню чергу в корінь шва для забезпечення його високої якості.

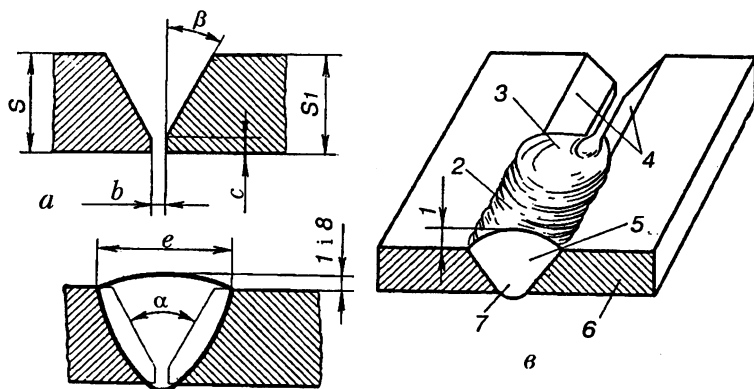


Рис. 20. Стикове з'єднання:

a — підготовка до зварювання; *б* — виконаний шов; *в* — зовнішній вид з'єднання; *1 і 8* — підсилення шва; 2 — зварний шов; 3 — зварна ванна; 4 — кромки; 5 — метал шва; 6 — основний метал; 7 — корінь шва; *b* — зазор; *c* — притуплення; *e* — ширина шва; *s, s₁* — товщина металів; α — кут між скошеними кромками; β — кут скосу кромки

3.2. КЛАСИФІКАЦІЯ ШВІВ

Зварні шви класифікуються (рис. 21):

— за типом з'єднань: стикові (1), кутові (2), таврові (3), внапуск (4), торцеві (5);

— за протяжністю: непереривчасті (6), переривчасті (7), переривчасті ланцюгові (8), переривчасті шахові (9);

— за кількістю шарів (валиків): одношарові (10), багатошарові (11);

— за формою зовнішньої поверхні: нормальні (12), увігнуті (13) і випуклі (14);

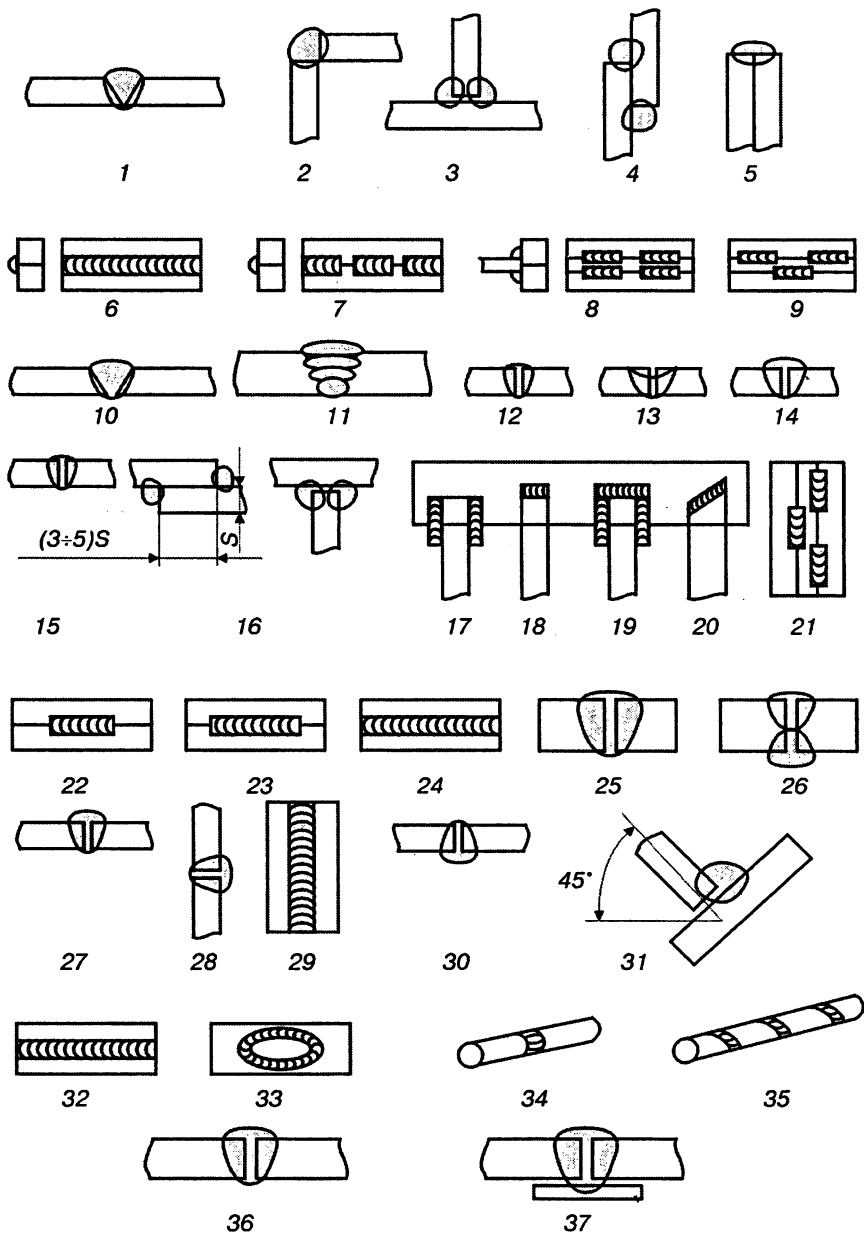




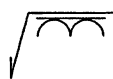


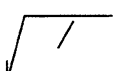


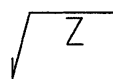





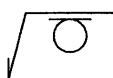
Рис. 21. Види зварних швів

- за відношенням до навантажень: робочі стикові (15), кутові (16), флангові (17), лобові (18), комбіновані (19), косі (20), зв'язуючі (21);
- за довжиною: короткі (до 300 мм) (22), середні (до 1000 мм) (23), довгі (більше 1000 мм) (24);
- за характером виконання: односторонні (25), двосторонні (26);
- за положенням у просторі: нижні (27), горизонтальні (28), вертикальні (29), стельові (30), у човник (31);
- за конфігурацією: прямолінійні (32), криволінійні (фігурні) (33), кільцеві (34), кільцеві спіральні (35);
- за способом утримування зварювальної ванни: у висячому положенні (36), на підкладці (37).

3.3. УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ШВІВ НА КРЕСЛЕННЯХ

Видимі шви на кресленнях зображують суцільними лініями, а невидимі – штриховими. Позначають шви ламаною лінією, яка складається з похилої ділянки і полички. Похила ділянка закінчується односторонньою стрілкою, яка вказує місце розташування шва. Позначення швів проставляють над поличкою, якщо шов розташований з лицьової сторони, або під поличкою, якщо шов розташований на зворотній стороні. Допоміжні знаки для позначення зварних швів наведені в табл. 3.1.

Табл. 3.1. Допоміжні знаки для позначення зварних швів

Умовний знак	Значення знаку	Розташування знаків	
		з лицьової сторони	зі зворотної сторони
	Напливи і нерівності обробити з плавним переходом до основного металу		
	Переривчастий шов з ланцюговим розташуванням ділянок		
	Переривчастий шов із шаховим розташуванням ділянок		
	Шов за незамкнутим контуром		
	Підсилення шва зняти		

Умовний знак	Значення знаку	Розташування знаків	
		з лицьової сторони	зі зворотної сторони
	Монтажний шов		
	Шов за замкнутим контуром		
	Катет шва		

Для позначення виду зварювання і типу з'єднання використовують букви: Г – газове, С – стикове, К(У) – кутове, Т – таврове, В (Н) – внапуск. Цифри після букв вказують на умовний порядковий номер і форму розчищення кромки (букви в дужках – російське позначення).

3.4. ЗВАРЮВАЛЬНЕ ПОЛУМ'Я

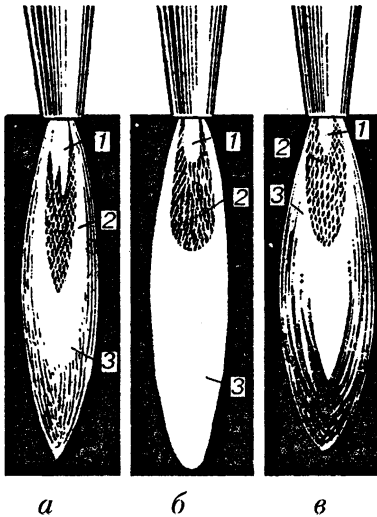


Рис. 22. Види зварювального полум'я:

а – окиснювальне; б – нормальне;
в – науглецювальне; 1 – ядро;
2 – відновна зона; 3 – факел

Зварювальне полум'я утворюється при згоранні горючого газу або парів рідини в кисні. Найчастіше використовують ацетиленокисневе полум'я тому, що воно має найвищу температуру (3150°C). Полум'я складається з трьох зон (рис. 22).

1. **Ядро** має різко окреслену форму з яскраво-світлою оболонкою і зовнішнім шаром, де згоряють розжарені частинки вуглецю при розпаді ацетилену.

Діаметр каналу мундштука визначає діаметр ядра, а швидкість витікання суміші – його довжину (близько 17 мм).

Полум'я не повинно бути надто «м'яким» або «жорстким». «М'яке» – схильне до зворотних ударів і хлопків,

«жорстке» — здатне видувати розплавлений метал із зварювальної ванни.

При збільшенні номера мундштука, розміри ядра збільшуються. Температура ядра становить 1000°C .

2. **Відновна зона** розташована за ядром і має більш темний відтінок, її довжина дорівнює 20 мм. Зона складається з продуктів згоряння ацетилену — оксиду вуглецю і водню. Вона називається відновною тому, що оксид вуглецю і водню розкиснюють розплавлений метал, віднімаючи кисень від його оксидів. Якщо при зварюванні метал знаходиться в середній зоні, то шов виходить без пор, газових і шлакових включень. Цією зоною полум'я виконують зварювання. Відновна зона має найвищу температуру (3150°C) на відстані 3–6 мм від кінця ядра.

3. **Зона повного згоряння (факел)** розташована за відновною зоною. Вона складається з вуглекислого газу, парів води і азоту, що утворюються при згоранні оксиду вуглецю і водню відновної зони за рахунок кисню зовнішнього середовища. Температура факела становить від 1200 до 2500°C .

Залежно від співвідношення між киснем і ацетиленом одержують три основних види полум'я.

1. **Нормальне** полум'я теоретично утворюється, коли в пальник на один об'єм кисню надходить один об'єм ацетилену. Практично кисню надходить трохи більше — від 1,1 до 1,3 об'єму ацетилену. Нормальне полум'я характеризується відсутністю вільного кисню і вуглецю в його відновній зоні. Кисню подається більше через його забрудненість і витрати на згоряння водню. У такому полум'ї яскраво виражені всі три зони. Нормальне полум'я використовують для зварювання сталі.

2. **Окиснювальне** полум'я утворюється при надлишку кисню, коли в пальник на один об'єм ацетилену подається більше 1,3 об'єму кисню. При цьому ядро набирає конусоподібної форми, значно скорочується за довжиною, стає з менш чіткими обрисами і набирає більш блідого відтінку. Скорочується відновна зона і факел. Полум'я набирає синьо-фіолетового відтінку. Горить з шумом. Температура вища від температури нормального полум'я, але зварювати ним сталі не можна через наявність надлишку кисню, який призводить до окиснення металу шва, пористості і крихкості. Окиснювальне полум'я використовують при зварюванні латуні і паянні твердими припоями.

3. **Навуглецювальне** полум'я утворюється при надлишку ацетилену, коли в пальник на один об'єм ацетилену подається 0,95 і менше об'єму кисню. Ядро втрачає чіткість своїх обрисів, на кінці його з'являється зелений вінчик, за яким роблять висновок про надлишок ацетилену. Відновна зона значно яскравіша і майже зливається з ядром, а факел набирає жовтуватого відтінку. При

великому надлишку ацетилену полум'я починає коптити, тому що в ньому не вистачає кисню для повного згоряння ацетилену. Надлишковий ацетилен легко поглинається розплавленим металом і погіршує якість шва. Температура полум'я нижча від нормального і окиснювального. Використовують для зварювання чавуну і при наплавленні твердими сплавами.

Зварювальник визначає характер полум'я на око за його формою і відтінком.

При регулюванні полум'я слід звертати увагу на правильний підбір витрат горючого газу і кисню.

Горюча суміш має механічний вплив на розплавлений метал і формує валик шва. Рідкий метал відтискається до країв ванни. Характер формоутворення металу шва залежить від кута нахилу мундштука до поверхні зварюваного металу.

Тиск газів переміщує рідкий метал до задньої стінки ванни і утворює луску шва.

При великому тиску кисню полум'я стає «жорстким» і виводить розплавлений метал з ванни, ускладнюючи зварювання.

Характер полум'я підбирають залежно від зварюваного металу та його властивостей.

3.5. МЕТАЛУРГІЙНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ГАЗОВОМУ ЗВАРЮВАННІ

У процесі зварювання розплавлений метал ванни взаємодіє з полум'ям. Ця взаємодія залежить від властивостей металу і складу полум'я. Ванна характеризується малим об'ємом, високою температурою і великою швидкістю охолодження.

Розплавлений метал взаємодіє з газами полум'я, в результаті чого проходять окисно-відновні реакції.

Окиснення призводить до погіршення механічних властивостей шва. Тому для уникнення окиснювальних процесів у присаджувальні матеріали та флюси вводять спеціальні розкиснювачі, які мають більшу спорідненість з киснем, ніж метал. При зварюванні сталі розкиснювачами є вуглець, кремній, марганець. Тому вуглецеві сталі можна зварювати без флюсів.

Утворений у процесі реакції оксид вуглецю викликає кипіння і розбризкування металу. Якщо метал кипить до початку кристалізації, то це сприяє виділенню сторонніх неметалевих включень. А якщо метал кипить під час кристалізації, то утворюються бульбашки оксиду вуглецю, які не встигають виділитись і залишаються у вигляді пор. Оксид кремнію і марганцю зменшують вміст оксиду вуглецю. Утворені оксиди кремнію і марганцю не розчиняються в металі, а спливають і переходять у шлаки.

Розкиснення ванни частково здійснюється вуглецем, оксидом вуглецю і воднем, що є в полум'ї. При цьому полум'я не тільки відновлює оксиди, але й захищає розплавлений метал від кисню та азоту повітря.

Відновлювачем заліза із його оксиду є водень, який при зниженні температури намагається виділитись з ванни. Якщо кристалізація проходить швидко, то водень у вигляді бульбашок може залишитись у зварювальному шві. Водень захищає метал від окиснення, відновлює його від оксидів, а також є причиною утворення пористості й тріщин.

При газозварюванні охолодження відносно повільне, тому водень та інші гази встигають виділитися з ванни і шов виходить без пор. Азот, який проникає з повітря, знижує пластичні властивості металу і викликає пористість.

3.6. ВПЛИВ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ПОЛУМ'Я НА СТРУКТУРУ ШВА І ЗОНУ ТЕРМІЧНОГО ВПЛИВУ

Зварне з'єднання поділяють на три зони:

- основного металу;
- термічного впливу;
- наплавленого металу шва.

При газозварюванні внаслідок повільнішого нагрівання зона термічного впливу (біляшовна зона) більша, ніж при дуговому зварюванні і становить від 8 до 28 мм.

Зона термічного впливу має декілька структурних ділянок, які відрізняються за формою і будовою зерен (рис. 23).

1. Ділянка неповного розплавлення знаходиться в твердо-рідкому стані і визначає якість зварного з'єднання. В цій зоні проходить сплавлення кристалів металу шва із зернами основного металу, температура в ній вища за температуру плавлення металу.

2. Ділянка перегріву — це область основного, сильно нагрітого (1100–1500°C) металу з крупнозернистою структурою і зниженими механічними властивостями. В цій зоні можливе утворення гартованих структур.

3. Ділянка нормалізації — область основного металу (930–1100°C), набирає дрібнозернистої структури з найвищими механічними властивостями.

4. Ділянка неповної перекристалізації — область основного металу (720–930°C), в якій навколо крупних зерен розташовуються дрібні, утворені в результаті перекристалізації.

5. Ділянка рекристалізації — частина основного металу (450–720°C), для якої є характерним відновлювання форми і розмірів

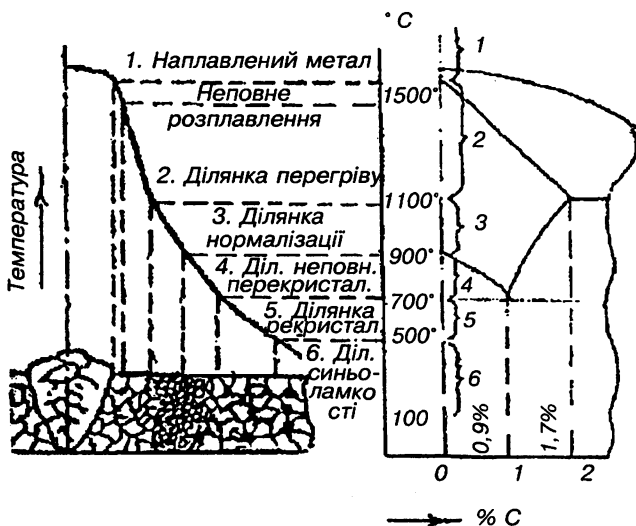


Рис. 23. Будова зони термічного впливу зварного з'єднання

зруйнованих зерен металу, який раніше піддавався обробці тиском.

6. Ділянка синьоломкості — видимих структурних змін не має (200–450°C), але характеризується зниженням пластичних властивостей.

Для покращення структури і властивостей металу шва і біляшовної зони використовують гаряче проковування металу шва, термообробку пальником, загальну термообробку в печах та повільне охолодження.

3.7. СПОСОБИ ЗВАРЮВАННЯ

На практиці розрізняють правий і лівий способи зварювання (рис. 24):

лівий спосіб зварювання проводиться справа наліво. При цьому полум'я направляється на ще незварювані кромки, а присадка переміщується попереду полум'я. Його використовують при зварюванні тонких і легкоплавких металів. Попередній підігрів кромки забезпечує добре перемішування ванни. Зварювальник добре бачить шов і тому зовнішній вид шва кращий ніж при правому способі;

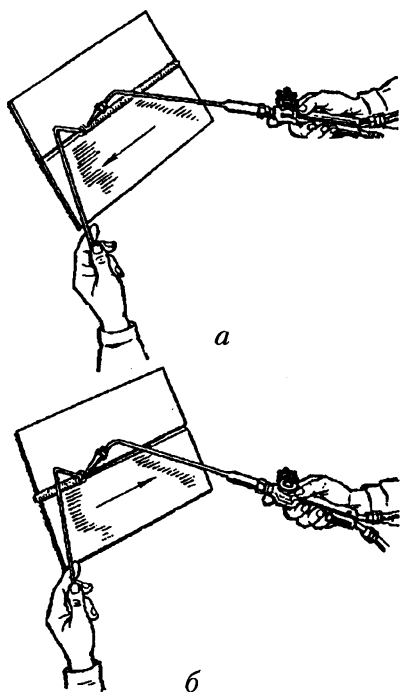


Рис. 24. Способи зварювання:
а — лівий; б — правий

правий спосіб зварювання проводиться зліва направо; полум'я направляється на зварену ділянку шва, а присадка переміщується за пальником. Мундштуком виконують незначні поперечні коливальні рухи. Оскільки полум'я направлене на шов, забезпечується кращий захист ванни від кисню і азоту повітря, приповільнюється охолодження шва при кристалізації. Якість шва краща. Тепло розсіюється менше, тому кут розчищення кромки становить не 90° , а $60-70^\circ$, що зменшує кількість наплавленого металу і жолоблення. Правий спосіб економішій. Продуктивність на 20–25% вища, а витрати газів на 15–20% менші, ніж при лівому способі. Правий спосіб доцільно використовувати при зварюванні деталей товщиною понад 5 мм і металів із великою теплопровідністю.

3.8. ПЕРЕМІЩЕННЯ ПАЛЬНИКА Й ПРУТКА

У процесі зварювання газозварник кінцем мундштука здійснює одночасно поперечний і поздовжній рухи.

Поперечний рух служить для рівномірного прогрівання кромки основного й присаджувального металу та одержання шва необхідної ширини.

Використовують зигзагоподібні, спіральні, півмісяцем та інші коливальні рухи (рис. 25).

Присаджувальним дротом можна також виконувати коливальні рухи, але в напрямку, протилежному рухові кінця мундштука пальника.

Кінець присадки не рекомендують виймати з ванни й особливо із зони полум'я. Пальник тримають у правій руці, а присадку — в лівій.

Швидкість нагрівання регулюється зміною кута нахилу мундштука до зварюваного металу.

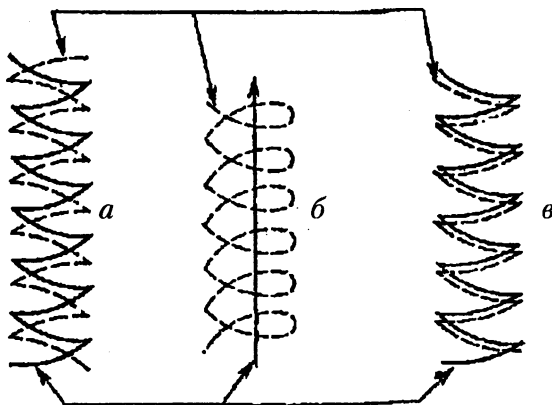


Рис. 25. Схема руху пальника і прутка при зварюванні:
a — зигзагоподібний (при лівому способі); *b* — спіральний — прутка, прямолінійний — пальника (при правому способі); *v* — зигзагоподібний, з розчищенням кромки при товщині металу більше 8 мм (при правому способі)

Величина кута вибирається залежно від товщини металу. Чим товстіший метал, тим більша теплопровідність і тим більший кут нахилу пальника (табл. 3.2.).

Табл. 3.2. Залежність кута нахилу мундштука від товщини металу

Товщина металу, мм	До 1	1-3	3-5	5-7	7-10	10-15	15 і більше
Кут нахилу мундштука, град.	20	30	40	50	60	70	80

Спочатку для кращого прогрівання металу кут нахилу встановлюють більший, потім в міру нагрівання зменшують до величини, яка відповідає даній товщині металу, а в кінці — поступово зменшують, щоб краще заповнити кратер і попередити перепад металу.

Рукоятку пальника розташовують уздовж осі шва або перпендикулярно до нього, залежно від зручності роботи, щоб рука зварника не нагрівалась теплом, випромінюваним нагрітим металом.

3.9. ПІДГОТОВКА ТА СКЛАДАННЯ ДЕТАЛЕЙ ПІД ЗВАРЮВАННЯ

Підготовка деталей до зварювання полягає в очищенні, випрямлянні, розмічанні, різанні і складанні.

Очищення кромки і прилягаючої зони (на ширину 20–30 мм з кожної сторони) від іржі, фарби, окалини, масла та інших забруд-

нень до металевого блиску — виконують щітками, полум'ям, а при відповідальних з'єднаннях використовують травлення, знежирення, піскоструменеву обробку.

Випрямлення використовують для деталей, що мають вм'ятини, випини, хвилястість, жолоблення, викривлення тощо. Листовий, сортовий прокат випрямляють у холодному стані ручним і машинним способами. Сильно деформований метал випрямляють у гарячому стані. Для випрямлення застосовують молотки, преси, правильні машини.

Для перенесення розмірів деталі з креслення на метал використовують розмічання. При цьому користуються інструментами: лінійкою, кутником, циркулем, рисувалкою, шаблонами. В процесі розмічання необхідно враховувати укорочення заготовок при зварюванні. Тому передбачають припуск з розрахунку 1 мм на кожний поперечний стик і 0,1–0,2 мм на 1 м поздовжнього шва.

Після розмічання застосовують термічне або механічне різання, при якому заготовкам надають необхідних розмірів. Розчищення кромки виконується вручну напилками, зубилом або механічним способом на фрезерних, стругальних верстатах та ін. Кут розчищення кромки залежить від способу зварювання, хімічного складу й товщини металу. Його перевіряють шаблонами.

Складання деталей під зварювання виконують такими способами:

- повне складання виробу з наступним зварюванням усіх швів;
- почергове під'єднання деталей до вже звареної частини виробу;
- попереднє складання і зварювання виробу з окремих вузлів.

Для складання і зварювання використовують різноманітні пристосування: скоби, упори, затискачі, струбцини, прихватки, хомути та ін. Складені деталі з'єднують прихватками (табл. 3.3). Накладання прихваток необхідне для того, щоб у процесі зварювання положення деталей і зазор між ними були постійними. Прихватки повинні проварювати корінь шва, тому що при накладанні основного шва вони можуть повністю не переплавитись.

Табл. 3.3. Залежність довжини прихваток і відстані між ними від товщини металу та довжини шва

Товщина металу, мм	≤ 5	≥ 5
Довжина шва, мм	≤ 150–200	≥ 200
Довжина прихваток, мм	≤ 5	≥ 20–30
Відстань між прихватками, мм	50–100	≥ 300–500

Висота підсилення прихваток повинна бути не великою, краще якщо вона буде трохи увігнутою. Прихватки виконують на тих же режимах, що й зварювання.

При зварюванні міді прихватки не бажані, тому що вони викликають тріщини при повторному нагріванні. В зв'язку з цим необхідно закріплювати деталі в кондукторах або інших пристосуваннях.

3.10. РЕЖИМИ ЗВАРЮВАННЯ

Вибір режиму зварювання залежить від теплофізичних властивостей металу, розмірів, форми, способу зварювання і розташування шва в просторі.

Потужність полум'я пропорційна товщині металу:

$$P = K \cdot S,$$

де, S — товщина металу, мм;

K — коефіцієнт пропорційності, що визначає витрати ацетилену в л/год, необхідні для зварювання металу товщиною 1 мм.

Склад полум'я визначається відношенням витрат кисню до витрат горючого газу. В процесі роботи потрібно слідкувати за характером полум'я і регулювати його склад.

Користуючись даними таблиць, можна визначити необхідну потужність полум'я і підібрати для неї відповідний номер наконечника пальника, виходячи з його технічної характеристики (див. табл. 2.15).

Діаметр присаджувального металу (d) визначають за формулами:

— для лівого способу зварювання

$$d = \frac{S}{2} + 1 \text{ (мм);}$$

— для правого способу

$$d = \frac{S}{2} \text{ (мм).}$$

Для визначення маси присаджувального металу (P), що витрачається на зварювання 1 м шва, застосовується формула:

$$P = KS^2,$$

де K — коефіцієнт пропорційності.

При товщині металу до 5 мм:

$K = 12$ для вуглецевої сталі;

$K = 16$ для латуні;

$K = 18$ для міді;

$K = 6,5$ для алюмінію.

При більшій товщині металу коефіцієнт пропорційності K зменшується на 20–25%.

3.11. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІКИ ЗВАРЮВАННЯ ШВІВ У РІЗНИХ ПРОСТОРОВИХ ПОЛОЖЕННЯХ

Залежно від положення швів у просторі існують певні особливості їх зварювання.

Нижні шви — зварювати легше, тому що метал під силою земного тяжіння скапує в кратер і не витікає з ванни. Зварювальнику зручніше спостерігати за процесом.

Вертикальні шви — при малій товщині металу зварюють зверху вниз правим способом або лівим способом знизу вгору (рис. 26 а, б, в).

При зварюванні металу товщиною від 2 до 20 мм доцільно застосовувати спосіб подвійного валика, при якому скосу кромки не роблять і зварювані деталі встановлюють із зазором, який дорівнює половині товщини металу. Зварювання виконують знизу вгору (рис. 26 г).

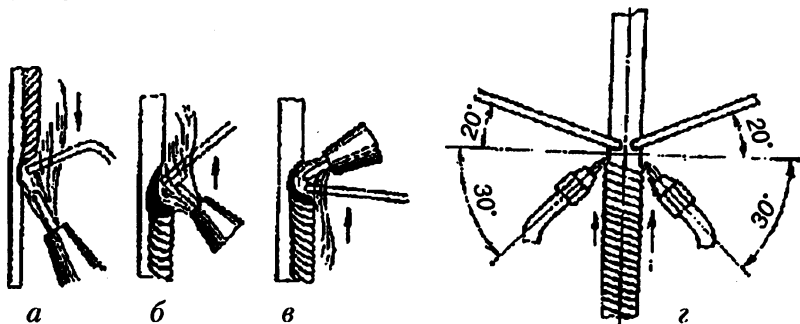


Рис. 26. Зварювання вертикальних швів:

а — зверху вниз; б, в — знизу вгору; г — схема зварювання подвійним валиком

При товщині металу більше 6 мм зварювання виконують два зварювальники. При цьому в нижній частині стику пальником проплавлюється наскрізний отвір. Полум'я, розташоване в цьому отворі, поступово піднімаючись знизу вгору, проплавлює верхню частину отвору. Шов формується на всю товщину, а підсилення виходить з обох сторін стику. Потім переміщують полум'я вище, проплавлюючи верхню кромку отвору і накладаючи наступний шар металу на нижню сторону отвору і так до повного виконання шва.

Горизонтальні шви (рис. 27, а) — зварюють правим способом, тримаючи кінець дроту зверху, а мундштук знизу. Зварювальна ванна розташовується під деяким кутом до осі шва. Це й підтримує рідкий метал від стікання та полегшує формування шва.

Стельові шви (рис. 27 б, в) — зварюють правим способом. При цьому необхідно утримувати розплавлений метал від стікання вниз рухом пальника і тиском газів полум'я. Ці шви краще зва-

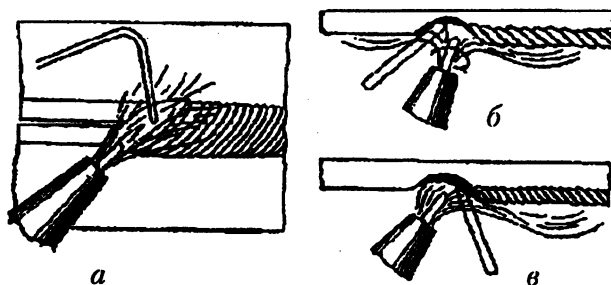


Рис. 27. Зварювання горизонтальних (а) і стельових швів лівим (б) і правим (в) способами

рювати в декілька шарів з мінімальною товщиною кожного шару. Присаджувальний пруток треба тримати полого, щоб уникнути стікання по ньому рідкого металу.

3.12. ЗВАРЮВАННЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ

Стикові з'єднання вимагають спеціальної підготовки кромки, яка головним чином залежить від товщини зварюваного металу (табл. 3.4).

При зварюванні металу товщиною 3–6 мм заміниками ацетилену скіс кромки потрібно робити під кутом 70–90° без притуплення та із зазором 1,5–3 мм. При цьому небезпека пропалу значно менша, ніж при ацетилено-кисневому зварюванні.

На характер газозварювання значно впливає техніка накладання зварних швів.

Табл. 3.4. Способи підготовки кромки залежно від товщини металу

Товщина металу, мм	Підготовка кромки	Присаджувальний матеріал	Зазор, мм	Приступлення, мм
0,5–2	З відбуртуванням кромки	Без присадки	0–1	—
1–5	Без скосу кромки	З присадкою	0,5–2	—
3–5	Те ж	Те ж	1–2	—
6–15	З V-подібним скосом кромки під кутом 70–90°	« «	2–4	1,5–3
15–25	З X-подібним скосом кромки під кутом 70–90° з обох сторін	« «	2–4	2–4

При багат шаровому зварюванні шов заповнюється в декілька шарів. Переваги багат шарового зварювання: менша зона нагрівання металу; відпал нижніх шарів при наплавленні наступних; можливість проковування швів перед накладанням наступних.

Багат шарове зварювання виконують короткими ділянками, стики валиків у різних шарах не повинні збігатися. Кожний попередній шар детально зачищають до металевого блиску щіткою, після чого наплавляють наступний поверх нього.

До недоліків відносяться мала продуктивність і великі витрати газів. Тому використовують багат шарове зварювання для відповідальних конструкцій і при зварюванні металів товщиною більше 4–5 мм.

При зварюванні довгих швів використовують комбінований або зворотноступінчастий способи (рис. 28), коли весь шов поділяють на ділянки довжиною 100–250 мм, які зварюють з перекриттям кожної попередньої ділянки наступною на 10–20 мм. Це сприяє зменшенню деформації при стиковому зварюванні.

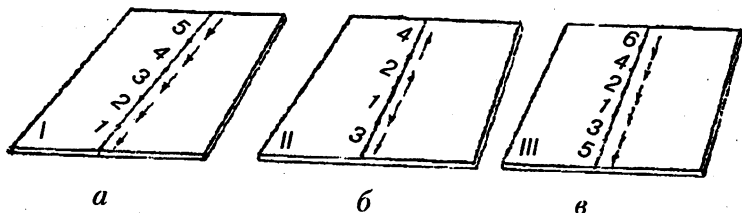


Рис. 28. Порядок накладання швів:
а — зворотноступінчастий; б, в — комбіновані

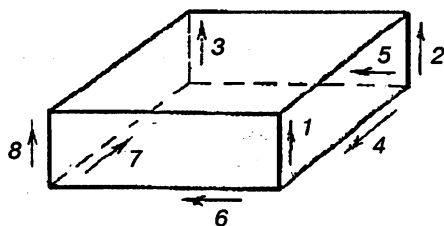


Рис. 29. Порядок зварювання коробчастого виробу

При зварюванні коробчастих конструкцій (рис. 29) спочатку зварюють кутові шви 1, 2, 3 бокових стінок, а потім стінки приварюють до дна швами 4, 5, 6 і 7. Закінчують виготовлення зварюванням вертикального шва 8. Вказаний порядок зварювання дає найменше жолоблення виробу.

3.13. ЗВАРЮВАННЯ ТРУБ

Широко застосовується газозварювання труб невеликого діаметра — до 100 мм з товщиною стінок 3–5 мм (див. додаток 8).

Найчастіше використовується зварювання труб встик, тому що спрощується підготовка кромки і витрати горючого газу найменші.

При товщині стінок труб до 5 мм, їх зварюють без розчищення кромки із зазором 1,5–2 мм. При товщині стінок більше 5 мм застосовують одностороннє розчищення кромки під кутом 70–90° з притупленням 1,5–2,5 мм. Притуплення необхідне для попередження проплавлення кромки і протікання розплавленого металу в середину труби.

Залежно від призначення трубних конструкцій використовують такі способи підготовки під зварювання:

- без розчищення кромки з підкладним кільцем (для тонкостінних труб товщиною до 3 мм);
- з відбортовкою кромки і вставним кільцем (коли недопустиме зменшення внутрішнього діаметра);
- із внутрішнім розточуванням для встановлення опорного кільця (для забезпечення точних внутрішніх розмірів);
- стикове з нормальним розчищенням кромки (при товщині більше 3 мм);
- зі стиковим заточуванням для точного центрування (для товстих труб, коли необхідне точне центрування);
- монтажний стик, виконаний за допомогою дзеркала, коли пряме спостереження за стиком неможливе.

Перед зварюванням труби центрують так, щоб їх осі збігалися. При цьому використовують струбцини-центратори (для труб діаметром 60–89 мм), центровані пристосування (для труб діаметром 48–159 мм).

Труби зварюють як лівим так і правим способами.

Поворотні стики треба зварювати в нижньому положенні (рис. 30). Зварна ванна повинна знаходитись трохи нижче від верхньої частини труби, щоб одержати шов з невеликою випуклістю.

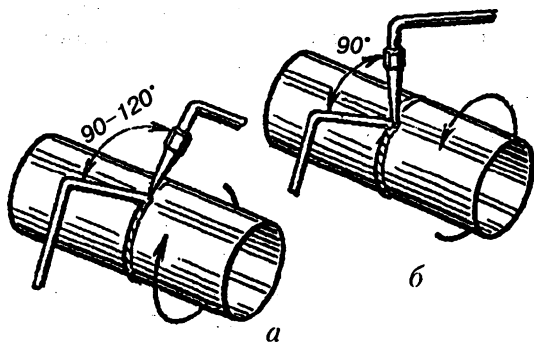


Рис. 30. Розташування пальника і присаджувального дроту при поворотних стиках труб:

a — лівим способом; *б* — правим способом

Аналогічно зварюють і коліна, прихвачені прихватками довжиною 30–50 мм.

Неповоротні стики зварюють у всіх просторових положеннях. Їх можна зварювати в два прийоми:

— для труб діаметром до 100 мм спочатку виконують стельовий шов, а потім зварюють верхню частину стику;

— для труб діаметром більше 100 мм спочатку зварюють праву нижню чверть труби, потім ліву і аналогічно верхню половину стику. Нижні і верхні шви повинні накладатися в протилежних напрямках із перекриттям нижнього і верхнього шва на 30–40 мм;

— для труб діаметром 300 мм і більше зварювання починають з будь-якої точки і виконують чотирма окремими ділянками в протилежних напрямках;

— труби діаметром 500–600 мм можуть зварювати два зварювальники одночасно, спочатку верхню ділянку, повертають трубу і заварюють інші ділянки (неповоротну трубу зварюють стельовим швом).

3.14. ЗВАРЮВАННЯ ЄМНОСТЕЙ І ГАЗОПРОВОДІВ. ГАЗОПРЕСОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

До зварювання ємностей, газопроводів та їх елементів допускаються зварники, які мають посвідчення на право виконання зварювальних робіт, видані відповідно правил атестації газо- і електрозварників.

Газозварювання використовують для газопроводів діаметром до 150 мм при товщині стінок до 5 мм, без скосу кромки і з зазором до 2 мм.

Перед складанням труби очищають усередині від сторонніх предметів, а кромки шліфують до металевого блиску. Зварюють в один шар. Труби і присаджувальні матеріали повинні мати сертифікат або пробні зварні зразки. Труби повинні піддаватися контрольним механічним випробуванням. Складання і зварювання стиків піддають поопераційному контролю. Після зварювання перевіряють якість з'єднання зразків, вирізаних із контрольних стиків.

Поопераційний контроль включає перевірку правильності складання і зварювання. Висота підсилення 1–3 мм, але не більше 40% товщини стінки труб. Ширина шва не повинна бути більшою 2,5 товщини стінки труби. Перевіряють не менше, ніж по одному стику з числа стиків, зварених кожним зварником.

При фізичному методі контролю зварні стики бракуються при наявності таких дефектів: тріщин, неповарювання за перерізом, неповарювання глибиною більше 10% кореня шва, шлакові включення або раковини по глибині шва більше 10% для труб товщи-

ною стінки до 20 мм, газові пори — 5 шт. на 1 см² площі шва. Якщо дефектна частина шва менше 30% його довжини, дозволяється виправлення дефектів, після чого перевіряється вся довжина шва.

Для механічних випробувань на згин і розтяг із стику вирізають по три зразки. Перед випробуванням на міцність і щільність газопровід продувають повітрям (за виключенням надземних) з тиском більше 3 кгс/см²). Випробувальний тиск вибирають відповідно до тиску на газопроводі (табл. 3.5).

Табл. 3.5. Величини випробувального тиску

Тиск на газопроводі, кгс/см ²	Випробувальний тиск, кгс/см ²	
	на міцність	на щільність
Низький (до 0,05)	3,0	1,1
Середній (від 0,05 до 3)	4,5	3,0
Високий (від 3 до 6)	7,5	6,0
Високий (від 6 до 12)	15,0	12,0

Тривалість випробування на щільність становить 24 год.

При зварюванні ємностей в основному використовують стикові з'єднання. Таврові з'єднання допускаються тільки у випадку приварювання плоского дна, фланців або штуцерів.

У стикових з'єднаннях різної товщини повинен забезпечуватися плавний перехід від одного елемента до іншого. Перехрещення швів не допускається.

У випадку приварювання опор до корпусу або дна ємності відстань між її швом і швом приварюваної опори повинна бути не меншою від товщини стінки.

Для з'єднання стиків труб, рейок та іншого профільного металу застосовують високопродуктивне газопресове зварювання.

При цьому способі деталі в місці їх з'єднання нагрівають багатополуменим газо-кисневим пальником до пластичного стану або до оплавлення їх кромок, а потім стискають зовнішнім зусиллям.

3.15. РЕМОНТНЕ ЗВАРЮВАННЯ

При ремонтних роботах часто доводиться заварювати тріщини, отвори, раковини та ін.

Отвори заварюють лівим способом із нанесенням присаджувального металу за гвинтовою висхідною лінією.

При заварюванні тріщин (рис. 31) необхідно попередньо засвердлити кінці тріщини, щоб вона при нагріванні не поширилась на більшу довжину. У деталях з низьковуглецевої сталі тріщини можна не засвердлювати. При товщині металу більше 3 мм тріщину



Рис. 31. Заварювання тріщин:

a — коротких; *б* — довгих; 1-5 — послідовність накладання швів

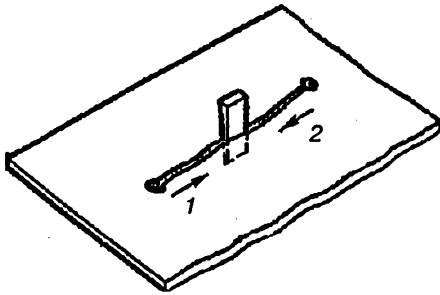


Рис. 32. Заварювання розкритої тріщини

попередньо розчищають зубилом або фрезою і зачищають до металевому блиску. Короткі тріщини заварюють від середини до країв, а довгі — зворотноступінчастим способом. Тріщини довжиною більше 200 мм необхідно розклинювати і зварювати від країв до середини (рис. 32). Малі тріщини заварюють в одному напрямку.

При ремонті закритих емностей з-під горючих речовин необхідна детальна очистка. Тару промивають гарячою водою з каустичною содою.

При заварюванні емностей з-під нафтопродуктів використовують спосіб, при якому їх заповнюють відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згоряння. Подача газів проводиться безперервно і в процесі зварювання. Полум'я запалюють і гасять в стороні від емності.

Латки заварюють зворотноступінчастим способом (рис. 33). Для попередження виникнення в швах тріщин від внутрішніх напруг латці надають ледь випуклу форму.

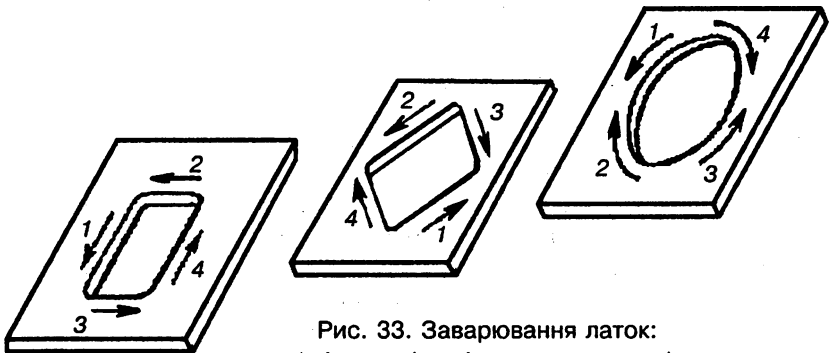


Рис. 33. Заварювання латок:

1-4 — послідовність накладання швів

3.15.1. Термічні олівці

Для виконання ремонтних робіт у польових умовах без використання зварювального обладнання застосовують термічні олівці серії «ОКСАЛ» для паяння-зварювання вуглецевих і легованих сталей товщиною до 5 мм, міді й чавуну (табл. 3.6).

Олівці «ОКСАЛ-1», «ОКСАЛ-2», «ОКСАЛ-4» застосовують для паяння-зварювання в нижньому положенні кутових і стикових з'єднань. «ОКСАЛ-М» використовують для заварювання тріщин у корпусних конструкціях із чавуну, товщиною стінки до 7 мм.

Табл. 3.6. Характеристики термічних олівців «ОКСАЛ»

Марка	Зварювальний метал	Діаметр, довжина, мм	Довжина шва при використанні одного олівця, мм
«ОКСАЛ-1»	Вуглецева і легована сталь товщиною 0,5–1,5 мм	10×150	До 150
«ОКСАЛ-2»	Вуглецева і легована сталь товщиною 1,5–4,0 мм	15×150	До 130
«ОКСАЛ-4»	Вуглецева і легована сталь, мідь (дріт Ø 12 мм)	15×210	До 180
«ОКСАЛ-М»	Чавун	15×150	До 100

Перед початком роботи в порожнисту частину олівця вставляють дерев'яний тримач довжиною 150–200 мм. Олівець запалюють сірником. У процесі паяння-зварювання торець олівця повинен знаходитись на відстані 3–10 мм від поверхні основного металу. Швидкість переміщення олівця вибирають так, щоб забезпечити рівномірне формування шва.

Зварювання олівцем виконують на відкритому повітрі або з використанням вентиляції. Для захисту очей застосовують затемнені окуляри, а для захисту рук від можливих опіків рекомендують використовувати брезентові рукавиці.

3.16. ДЕФОРМАЦІЇ ТА НАПРУГИ ПРИ ЗВАРЮВАННІ

У процесі виготовлення в зварних конструкціях виникають напруги й деформації. Якщо напруги перевищують границю текучості металу, то виникає пластична деформація. Це призводить до зміни розмірів, форми та жолоблення виробу. Якщо напруги перевищують границю міцності, то виникають тріщини.

Причини виникнення напруг і деформацій:

— **нерівномірне нагрівання металу**. При наявності жорстких зв'язків між нагрітими і холодними частинами металу утворюються стискаючі і розтягуючі напруги;

— **ливарна усадка** розплавленого металу — це зменшення об'єму металу при його охолодженні. У результаті жорсткого зв'язку з основним металом виникають внутрішні напруги в зварному з'єднанні. Вони бувають поздовжні і поперечні;

— **структурні перетворення** в металі виникають при зварюванні легуваних і високовуглецевих сталей. При охолодженні змінюються розміри і взаємне розташування зерен, що супроводжується зміною об'єму металу і викликає внутрішні напруги.

Для зменшення внутрішніх напруг застосовують:

— **попередній і супровідний підігрів** — для сталей, схильних до гартування і утворення тріщин. Підігрівання зменшує пластичні деформації, залишкові напруги і сприятливо впливає на структуру металу шва і біляшовної зони;

— **проковування швів** — виконують по гарячому або по холодному металу. При цьому проходить розтискання металу в різні сторони, що знижує розтягуючі напруги. Шви на металі, схильному до гартування, проковувати не можна;

— **зворотноступінчастий порядок накладання швів** (див. рисунок 28) забезпечує більш рівномірне нагрівання металу, при цьому величина деформацій зменшується;

— **врівноваження деформацій** — черговість накладання швів вибирають так, щоб кожен наступний викликав деформацію, зворотну до деформації, одержаної після попереднього шва (рис. 34 а).

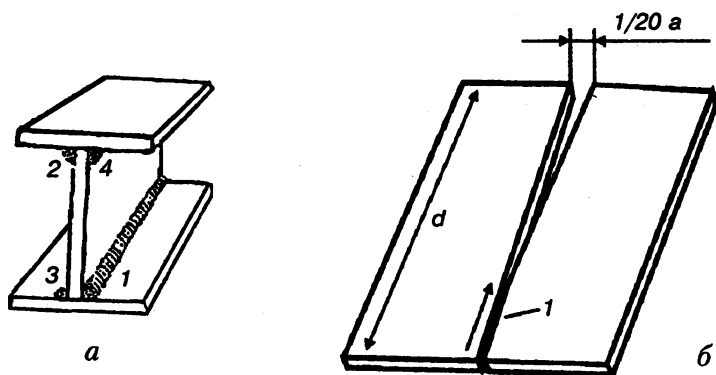


Рис. 34. Способи зменшення деформацій:

а — врівноваження деформацій; б — зворотна деформація; 1-4 — послідовність накладання швів; d — довжина деталей; 1 — зварний шов

— **зворотні деформації** — деталі розташовують під певним кутом одну до другої. В процесі зварювання кромки наближаються і деформації зменшуються (рис. 34, б);

— **жорстке кріплення деталей** — використовують спеціальні пристосування (кондуктори), в яких зварюють деталі, а виймають їх тільки після охолодження. При цьому можливе виникнення внутрішніх напруг;

— **термічна обробка** — відпал, нормалізація й відпуск знижують внутрішні напруги, вирівнюють структуру шва і біляшовної зони.

3.17. ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ПРИ ЗВАРЮВАННІ

Термічна обробка виконується до зварювання, під час зварювання і після нього. Для металу кожної марки існують свої режими нагрівання і охолодження.

Застосовують такі види термообробки:

— відпал — для зняття внутрішніх напруг, підвищення пластичності, дрібнозернистої структури. Метал нагрівають до температури 600–680°C, витримують у печі 2,5 хв на 1 мм товщини і охолоджують разом з піччю. Для повного відпалу метал нагрівають до 820–930°C, витримують і повільно охолоджують.

— нормалізація — для підвищення міцності, твердості і одержання дрібнозернистої структури. Деталі нагрівають до температури 850–900°C, витримують і охолоджують на повітрі.

— відпуск — використовують для сталей, схильних до гартування, з метою зменшення внутрішніх напруг і крихкості. Виріб нагрівають до 400–700°C, витримують з розрахунку 2,5 хв на 1 мм товщини металу і повільно охолоджують. При нагріванні нижче критичної температури (723°C), структурних перетворень у шві не проходить.

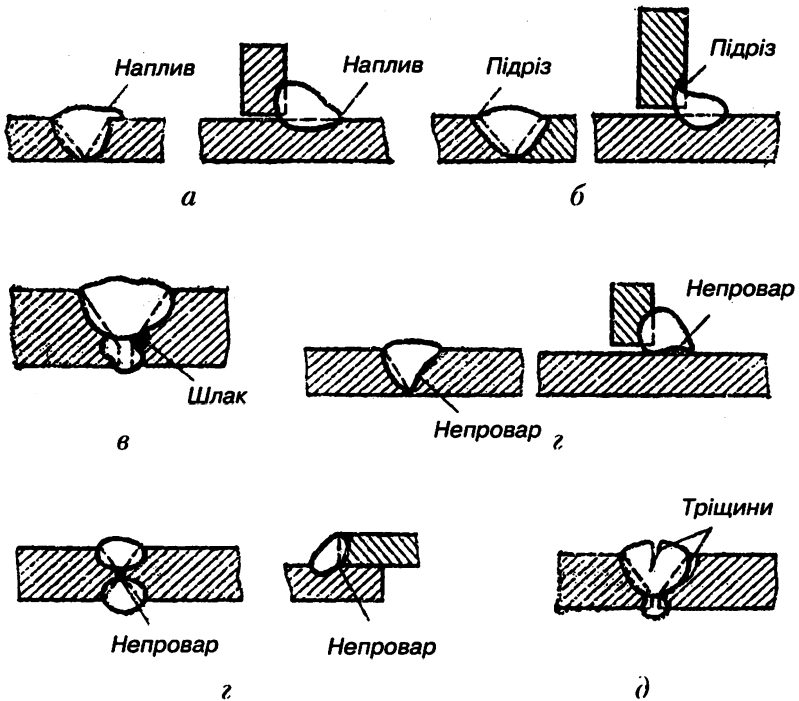
При термообробці деталі нагрівають у печах, ямах, пальниками тощо.

ДЕФЕКТИ ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАННЯ

4.1. ДЕФЕКТИ ЗВАРНИХ ШВІВ

Якість зварювання контролюють з метою виявлення дефектів зварних швів і з'єднань (рис. 35).

Основними причинами утворення дефектів є порушення технології складання, зварювання, застосування невідповідних матеріалів, неправильний вибір режимів зварювання, низька кваліфікація зварника. Дефектами прийнято називати відхилення від норм, передбачених стандартами і технічними умовами на зварні з'єднання. Вони можуть бути зовнішні і внутрішні (табл. 4.1).



Мал. 35. Види дефектів при зварюванні:

а — напливи; б — підрізи; в — шлакові включення; г — непровари; д — тріщини

Табл. 4.1. Дефекти швів при газовому зварюванні

Дефект	Причини виникнення	Спосіб усунення
<i>Зовнішні дефекти</i>		
Відхилення швів від заданих розмірів	Неправильна підготовка кромки. Неправильне переміщення пальника і присадки. Невідповідність розмірів деталі і дроту	Зрізати шов. Виконати шов відповідно до технічних вимог
Непровар (рис. 35 з)	Несплавлювання основного металу з металом шва через недостатню потужність полум'я. Неповне прогрівання кромки або неправильне розчищення кромки. Надто малий зазор. Погано зачищені кромки	Вирубати дефект і заварити заново
Пропал	Утворення наскрізних отворів з натіканням із зворотної сторони. Великий зазор. Недостатнє пригуплення кромки. Висока потужність полум'я. Недостатня швидкість зварювання	Вирубати дефект і заварити заново
Тріщина (рис. 35 д)	Порушення режимів зварювання та охолодження. Непридатність присадки за хімічним складом. Жорстке кріплення деталей	Видалити метал на всю довжину тріщини. Засвердлити кінці тріщини. Заварити заново. Наявність тріщин не допускається!
Підріз (рис. 35 б)	Надлишкове розплавлення кромки. Недостатня кількість наплавленого металу. Завищена потужність полум'я. Занижений діаметр присадки	Усунути дефект підварюванням
Наплив (рис. 35 а)	Неправильний режим і техніка зварювання: швидке розплавлення присадки при недостатньому нагріванні кромки металу. Неправильне маніпулювання пальником	Зрубати напливи і місця непровару підварити
Незаварений кратер	Утворюються в результаті різкого обривання полум'я наприкінці зварювання	Вирубати до основного металу кратер і повторно заварити

Дефект	Причини виникнення	Спосіб усунення
<i>Внутрішні дефекти</i>		
Внутрішні пори	Наявність забруднень на кромках. Невідповідність хімічного складу основного і присаджувального металу. Неправильно відрегульоване полум'я	Розчистити шов і заново заварити
Перегрівання металу	Надлишкова потужність полум'я. Недостатня швидкість зварювання	Виправити структуру перегрітого металу загальною або місцевою термообробкою
Перепал	Надмірна тривалість нагрівання металу з наявним окиснювальним полум'ям	Видалити ділянку перепапу і заварити заново
Шлакові вclusions і оксиди	Використання окиснювального полум'я. Погане зачищення кромки і присадки. Надлишок флюсу	Велике накопичення шлакових і газових включень не допускається. Усувається виплавлюванням дефекту шва з наступним зварюванням. Допускаються поодинокі включення не більше 5–6 шт. на 1 см ² перерізу шва і глибиною не більше 10–15% товщини металу

4.2. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Контроль якості зварних швів і з'єднань проводять з метою виявлення зовнішніх і внутрішніх дефектів (табл. 4.2). Передбачаються дві групи методів контролю:

— *перша група* включає попередній і поопераційний контроль заготовок, вихідних матеріалів, складання під зварювання, підготовку кромки, величину притуплення і зазору між кромками, чистоту зварюваних поверхонь. Важливе значення має контроль зварювального обладнання і апаратури, дотримання техніки і технології зварювання;

— *друга група* пов'язана з кінцевим контролем зварного з'єднання. Вона поєднує різні методи контролю, виконання яких передбачається технічними вимогами на виріб.

Основні методи контролю зварних з'єднань наведені в табл. 4.2.

Табл. 4.2. Основні методи контролю зварних з'єднань

Метод контролю	Спосіб контролю	Принцип дії	Застосування	Обладнання	Примітка
Зовнішній огляд	Візуальний	Перевірка правильності підготовки і складання деталей, розчищення кромки, величини притуплення і зазору. Наявність поверхневих дефектів. Відповідність геометричних розмірів вимогам креслень	Для всіх випадків зварювання	Шаблон, лупа з 5- і 10- кратним збільшенням	
Контроль на непроникність (герметичність)	Випробування гасом	Виявлення наскрізних пор і тріщин розміром від 0,1 мм і більше по наявності жовтих плям на поверхні, покритій крейдовим розчином, після змочування зворотної сторони шва гасом	Вироби призначені для зберігання і транспортування рідин, газів, при товщині металу до 10 мм		Газова проба еквівалентна гідралічному випробуванню на тиск 0,3–0,4 МПа
	Гідралічні випробування	Перевірка швів на міцність і щільність. Виріб витримують під тиском у 1,5–2 рази вищим за робочий протягом 5–6 хв. Проникність визначається просочуванням води у вигляді крапель	Баки, котли, паропроводи, газопроводи та інші вироби, що працюють під тиском	Гідралічний прес або насос	
	Пневматичні випробування	Перевірка швів на щільність при робочому тиску з видержкою 10 год. Наявність бульбашок повітря при покритті мильною емульсією або занурення у воду свідчить про нещільність шва	Ємності і трубопроводи	Бак, балон з інертним газом і редуктором	Перевіряють за втратою тиску в заданий час за манометром
	Вакуумний контроль	Перевірка швів на нещільність шляхом створення вакууму і реєстрації проникнення повітря на доступній стороні шва	Цистерни, баки, при неможливому застосуванні пневматичного або гідралічного контролю	Вакуумна камера і вакуумні насоси типу КВН-8 і РВН-20	

Метод контролю	Спосіб контролю	Принцип дії	Застосування	Обладнання	Примітка
Контроль з частковим руйнуванням	Механічні випробування і металографічні. Хімічний аналіз	Визначення макро- і мікроструктури шва, а також хімічного складу з'єднання; визначення механічних властивостей	Зварювання складних і відповідальних вузлів. Перевірка кваліфікації зварників	Розривні машини, копри, мікроскопи	
Контроль без руйнування	Провічування рентгенівським випромінюванням	Визначення внутрішніх дефектів і їх місцезнаходження. Дефектні місця поглинають випромінювання менше, ніж основний метал і на фотоплівці виступають у вигляді темних плям	Шви відповідальних конструкцій трубопроводів	Портативні рентгенівські апарати РУП-120-5-1, ІРА-1Д, РУП-200-20-5	
	Провічування гамма-променями	Визначення внутрішніх дефектів з використанням радіоактивних речовин, гамма-промені яких здатні вільно проникати через метал і впливати на фотопластини	Шви відповідальних конструкцій трубопроводів під тиском і деталі товщиною до 250 мм	Переносні гамма-апарати ГУП-1Г-5-2, ГУП-Гм2-6-2, РіД-21	Радіоактивні речовини зберігають у свинцевих ампулах (радій, кобальт). Чутливість нижча рентгенівських
	Ультразвуковий спосіб контролю	Визначення внутрішніх дефектів при товщині металу до 4 мм. Ультразвукові коливання, проходячи через метал шва, відбиваються від дефектів	Шви відповідальних металоконструкцій	Дефектоскопи УЗД-7М, ДУК-13, УДМ-1М	

ОСНОВИ ТЕХНІЧНОГО НОРМУВАННЯ ГАЗОЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

5.1. НОРМУВАННЯ АЦЕТИЛЕНО-КИСНЕВОГО ЗВАРЮВАННЯ

Технічне нормування передбачає встановлення технічно-обґрунтованих норм часу на виконання різних зварювальних робіт. Норми часу дозволяють зварнику продуктивно використовувати робочий час, повністю завантажувати зварне обладнання, а при раціональних прийомах зварювання перевищувати встановлені норми.

У норму часу на виконання зварювальних робіт входять:

- основний час;
- підготовчо-заключний;
- допоміжний;
- час обслуговування обладнання і відпочинку.

Основний час (хв), затрачений на зварювання 1 м шва, визначають за формулою

$$t_{зв} = K \cdot S,$$

де K — коефіцієнт, який залежить від типу зварного з'єднання, виду шва і зварюваного металу (табл. 5.1);

S — товщина зварюваного металу, мм.

Табл. 5.1. Залежність коефіцієнта K від виду шва і зварюваного металу

Типи з'єднання і види шва	Спосіб зварювання	Зварюваний метал						
		низько-вуглецева сталь	середньо- і високовуглецеві сталі, чавуни і мідні сплави	мідь, нікель	алюміній і його сплави	магнієві сплави	свинець	цинк
Стикові і кутові з присадкою	Лівий, правий	5,0 4,0	4,5 3,5	4,0 3,5	4,0 3,5	3,0 —	3,5 —	3,5 —
З відбортовкою та кутові без присадки	Лівий	4,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,0	3,0

Типи з'єднання і види шва	Спосіб зварювання	Зварюваний метал						
		низько-вуглецева сталь	середньо- і високовуглецеві сталі, чавуни і мідні сплави	мідь, нікель	алюміній і його сплави	магнієві сплави	свинець	цинк
Таврові	Лівий, правий	6,5	6,0	6,0	5,0	4,0	4,0	4,0
		5,5	5,0	5,0	4,5	—	—	—
Внапуск	Лівий	—	—	—	4,5	—	2,5	3,0

Примітка. При зварюванні вертикальних швів основний час множать на 1,2, горизонтальних — на 1,4 і стельових — на 1,6.

Підготовчо-заклучний час включає в себе отримання завдання, інструктаж, вибір номера наконечника пальника, встановлення балонів, зарядку генератора, перевірку запобіжного затвору, здачу готової продукції.

Допоміжний час складається з часу запалювання і гасіння пальника, регулювання полум'я, розігрівання кромки, перехід з одного місця на інше, огляд шва, очищення кромки і шва, клеймування і прибирання виробу.

Час на обслуговування робочого місця, відпочинку і особисті потреби включає в себе прибирання робочого місця, балонів і устаткування.

Переважно підготовчо-заклучний і допоміжний час, а також час на обслуговування робочого місця і відпочинку при газовому зварюванні становить 30–50% основного часу. Витрати матеріалів для зварювання сталей залежать від її товщини (табл. 5.2).

Табл. 5.2. Орієнтовні витрати матеріалів залежно від товщини (S) металу для сталі

Витрати газів на 1 м шва, л: ацетилену кисню	8·S 9,5·S
Витрати дроту на 1 м шва, г	10·S

5.2. НОРМУВАННЯ НАПЛАВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ

При ручному газовому наплавленні час на наплавлення 1 см³ присаджувального прутка визначають залежно від товщини деталі і номера наконечника пальника (табл. 5.3).

Табл. 5.3. Залежність часу наплавлення від товщини деталі та номера наконечника

Товщина наплавлювальної деталі, мм	Номер наконечника	Час наплавлення (включаючи підігрівання), хв
1-1,5	1	1,3
2-4	2	1,1
5-7	3	0,73
8-9	4	0,62
10-12	5	0,52
13-18	6	0,42
19-30	7	0,38

Нормою часу при наплавленні порошкоподібними матеріалами може бути погодинна продуктивність, при якій наплавляють поверхню 60-100 см², товщиною шару 1,5-2 мм; маса наплавленого металу - 0,15-0,18 кг.

Розділ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

При газополуменевій обробці металів у повітрі робочої зони накопичуються шкідливі речовини. Одні з них утворюються в результаті взаємодії полум'я з металом і повітрям — з'єднання марганцю, заліза, хрому, нікелю, міді, цинку та інших металів, моноксиду вуглецю та оксиду азоту. Інші проникають у повітря з ацетиленового генератора і балонів: ацетилен, природний газ, зріджені гази (бутан, пропан), пари рідкого пального (бензин, гас), кисень і домішки ацетилену — фосфористий водень (фосфін) і сірководень. Ці речовини є шкідливими і небезпечними для зварників, деякі з них — вибухо- і пожежонебезпечні.

Для попередження впливу шкідливих речовин на організм виробничі приміщення повинні бути обладнані вентиляцією, відповідно до СНиП 2.04.05-91. Кількість повітря, необхідного для видалення шкідливих домішок до рівня гранично допустимої концентрації (ГОСТ 12.1.005-88), повинна відповідати вимогам «Санітарних правил при зварюванні, наплавленні і різанні металів» № 1009-73.

Близько 80% виявлених випадків професійних захворювань зварників в Україні зумовлені впливом шкідливих домішок повітря (зварювальних аерозолей) на органи дихання.

Пріоритетними напрямками програми захисту зварників від впливу різних виробничих факторів є оздоровлення повітряного середовища в цехах і захист органів дихання зварників.

Серед засобів індивідуального захисту органів дихання найкраще зарекомендували себе фільтруючі полегшені респіратори типу «Сніжок».

Рівень шуму, утвореного струменями робочих газів, які виходять під тиском з пальників і різаків, залежить від потужності полум'я. Тому у випадку перевищення допустимого рівня звукового тиску (ГОСТ 12.1.003-83 і СН № 3323-85) необхідно використовувати навушники або шоломи.

Для попередження нещасних випадків від вибухів і пожеж газове зварювання або різання необхідно виконувати відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004-91 «Пожежна безпека», ГОСТ 12.3.036-84

«Газополуменева обробка металів. Вимоги безпеки», ГОСТ 8856-72 «Апаратура для газополуменевої обробки», ДСТУ 2448-94 «Кисневе різання. Вимоги безпеки» та ін.

До виконання газозварювальних робіт допускаються робітники не молодші 18 років, які пройшли спеціальне навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці, а також медичне обстеження.

Всі робітники проходять інструктаж безпосередньо на робочому місці. Повторні інструктажі проводять раз у квартал.

Ремонт і випробування апаратури повинні виконувати призначені адміністрацією особи, які пройшли спеціальну підготовку.

6.2. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРИ ГАЗОПОЛУМЕНЕВИХ РОБОТАХ

Газозварювальні роботи повинні виконуватись на відстані не менше 10 м від пересувних генераторів, 5 м — від балонів і баків з рідким паливом, 1,5 м — від газопроводу. У випадку направлення полум'я в сторону джерел живлення приймають заходи захисту від впливу теплоти полум'я шляхом установаження металевих ширм.

Перед роботою необхідно перевірити справність апаратури, обладнання, балонів, рукавів, герметичність з'єднань, справність пломб на редукторах і затворах.

При перегріванні пальника роботу припиняють, а пальник охолоджують водою.

Після закінчення роботи перекривають усі вентиля на балонах, викручують гвинт редуктора, відкривають вентиль на пальнику (різаку), приводять у порядок робоче місце, прибирають обладнання в спеціально відведене місце.

Забороняється:

- експлуатація обладнання власного виготовлення;
- виконання роботи при порушенні герметичності з'єднань і рукавів;
- робота без спецодягу і засобів індивідуального захисту, в замасленому одязі;
- використання кисню для очищення одягу;
- виконання роботи без протипожежних засобів;
- паління при роботі з пересувним ацетиленовим генератором, карбідом кальцію, рідким паливом;
- ремонт пальника та іншого обладнання на робочому місці.

6.3. ПРОВЕДЕННЯ МОНТАЖНИХ ГАЗОЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

Ці роботи виконують відповідно з проектом виконання робіт, в якому передбачаються безпечні способи роботи. Місце роботи повинно бути огорожене і оснащено попереджувальними знаками безпеки.

При роботі на висоті вище 5 м над землею, підлоги або перекриття зварник має бути забезпечений поясом безпеки, спецвзуттям, сумкою для перенесення інструментів і шоломом.

Виконання робіт на висоті припиняють при сильному вітрі, дощі або ожеледиці.

Забороняється:

- продовжувати роботу при зворотному ударі або виявленні несправностей обладнання;
- тримати під час роботи рукави (шланги) на плечах, ногах, навколо пояса;
- переміщуватись із запаленим пальником по трапах, драбинах, переходити з поверху на поверх;
- зберігати мастильні матеріали поруч із кисневим балоном;
- зберігати карбід кальцію у відкритій тарі на робочому місці;
- переносити завантажений генератор;
- скидати з висоти балони;
- зливати намул на території будівельного майданчика.

6.4. ВИКОНАННЯ РОБІТ У ЄМНОСТЯХ, ТУНЕЛЯХ, КОЛОДЗЯХ

Для виконання цих робіт необхідно оформити наряд-допуск за підписом особи, якій надане право видачі нарядів на особливо небезпечні роботи. Жінки до таких робіт не допускаються.

При роботі необхідно забезпечити примусову вентиляцію та місцеве освітлення з напругою 12 В. Роботу повинні виконувати не менше двох робітників. Один з них повинен страхувати зовні ємності. Почувши запах газу, зварювальник відразу повинен припинити роботу і покинути робоче місце.

Спецодяг зварників повинен бути з брезенту або азбесту.

Забороняється:

- працювати в закритих ємностях при недостатньому вмісті в повітрі кисню (менше 19%);
- виконувати роботу без підстраховуючого робітника;

- зварювати або різати ємності, що знаходяться під тиском або містять вибухові речовини;
- використовувати апаратуру, що працює на рідкому паливі;
- залишати пальник (різак) із запаленим полум'ям.

6.5. ВИКОНАННЯ ГАЗОПОЛУМЕНЕВИХ РОБІТ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РІДКОГО ПАЛИВА

Робоче місце повинно бути обладнане вентиляцією, розрахованою на подачу не менше 25 000 м³ повітря на 1 кг спалюваного палива, а також двома вогнегасниками та ящиком із піском.

Перед роботою необхідно перевірити герметичність з'єднань. У бачок паливо наливають тільки через сукно або мідну сітку. Розлите паливо засипають піском. Запалюють, регулюють і гасять полум'я відповідно до інструкції з експлуатації. Після роботи інструменти і обладнання складають у спеціально відведене місце.

Забороняється:

- виконувати роботи з рідким паливом у закритих ємностях і колодязях;
- використовувати різак або пальник без зворотного клапана;
- застосовувати паливо, не передбачене інструкцією з експлуатації;
- виконувати роботи при появі ляскоту або зворотних ударів;
- наливати паливо в бачок більше, ніж на $\frac{3}{4}$ його місткості;
- випускати повітря з бачка до того, як не погаситься полум'я;
- відкручувати гайку насоса до повного випуску повітря з бачка;
- зменшувати тиск кисню на вході в різак нижче тиску пального в бачку;
- користуватись рукавами невідповідного класу і довжиною більше 10 м;
- гасити водою бензин, гас або їх суміші.

Розділ 7

ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ СТАЛЕЙ

7.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЕЙ

Сталлями називають сплав заліза з вуглецем, вміст якого становить від 0,01% до 2,14%. Практично випускають сталі з вмістом вуглецю до 1,5%. Крім вуглецю в сталях є марганець, кремній, сірка і фосфор.

Залежно від вмісту вуглецю сталі поділяють на низько- (до 0,25%С), середньо- (0,25–0,6%) і високовуглецеві (0,6–1,5%).

Для виготовлення зварних конструкцій використовують вуглецеву сталь звичайної якості, яку згідно ГОСТу 380–88 випускають таких марок: Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6пс, Ст6сп.

Цифри в позначках марок означають порядковий номер, індекси кп, пс і сп — ступінь розкиснення, Г — підвищений вміст марганцю (близько 1%). Із збільшенням номера марки від Ст1 до Ст6 вміст вуглецю в сталі зростає від 0,06–0,12 до 0,38–0,49%. Тому сталі з вищими номерами марок мають більшу міцність і твердість, але меншу пластичність. У сталі Ст0 вміст вуглецю не перевищує 0,23%.

За видом прокату сталь буває листова, сортова (кругла, квадратна та ін.), фасонна (кутник, тавр, швелер та ін.) (див. додатки 10–16).

Арматурну сталь поділяють на пруткову, дротяну, гладку і періодичного профілю (див. додаток 9).

Якісні вуглецеві конструкційні сталі застосовують для виготовлення відповідальних зварних конструкцій. Відповідно ГОСТу 1054-74 їх позначають двозначними цифрами, які означають вміст вуглецю в сотих частках відсотка:

- низьковуглецеві: 05,05 кп, 08,08 кп, 10 пс,...25;
- середньовуглецеві: 30,...55, 58 (55 пп);
- високовуглецеві: 60,...85.

При підвищеному вмісті марганцю в позначення вводять букву Г. Леговані сталі крім постійних елементів містять спеціально введені для одержання необхідних властивостей легуючі елементи.

Залежно від вмісту легуючих елементів сталі поділяють на:

- низьколеговані (до 3% легуючих елементів);
- середньолеговані (від 3 до 10% легуючих елементів);
- високолеговані (більше 10% легуючих елементів).

Леговані сталі позначають цифрами, які вказують вміст вуглецю в сотих частках відсотка і буквами, що вказують легуючі елементи. Цифри після букв вказують середній вміст елемента у відсотках. Якщо вміст елемента менше 1%, то цифри за буквою не ставлять. Буква А в кінці марки означає, що сталь високоякісна, а буква Ш — особливо високоякісна і вміст шкідливих домішок (сірки і фосфору) мінімальний.

Наприклад: 08Х13-Ш — вміст вуглецю 0,08%, хрому — 13%, Ш — особливо високоякісна.

Легуючі елементи позначають так:

Б — ніобій,	В — вольфрам,	Д — мідь,
М — молібден,	Н — нікель,	Г — марганець,
К — кобальт,	С — кремній,	Ф — ванадій,
Т — титан,	Ю — алюміній,	Х — хром,
Ш — магній,	А — азот,	Л — берилій,
Р — бор,	П — фосфор,	Ц — цирконій.

Залежно від марки сталей торці фарбують у такий колір:

червоний і зелений	— Ст0, БСт0, Ст1;
білий і чорний	— БСт1, Ст2, БСт2;
жовтий	— ВСт2, Ст3, БСт3, ВСт3;
червоний	— Ст4, БСт4;
чорний	— ВСт4, Ст5, БСт5;
синій	— ВСт5, Ст6, БСт6;
білий	— 08, 10, 15, 20;
білий і жовтий	— 25, 30, 35, 40;
білий і коричневий	— 45,...85;
коричневий	— 15Г,...40Г;
зелений і жовтий	— хромисті;
коричневий і синій	— марганцеві;
жовтий і чорний	— хромонікелеві;
зелений і фіолетовий	— хромомолібденові;
алюмінієвий і червоний	— високолеговані хромонікелеві;
алюмінієвий і синій	— високолеговані хромонікелетитанові.

7.2. ЗВАРЮВАНІСТЬ СТАЛЕЙ

За зварюваністю сталі поділяють на чотири групи (табл. 7.1):

I — добре зварюються і при звичайних способах зварювання не дають тріщин. Зварювання ведуть без підігріву і після зварювання не використовують термообробки. Одержують зварні з'єднання високої якості;

II — задовільно зварюються. Для одержання зварних з'єднань з доброю якістю необхідне строге виконання всіх режимів зварювання, застосування спеціального присаджувального металу,

особливо детального очищення кромки і нормальні температурні умови, а в деяких випадках і попередній підігрів до 100–150°C з наступною термообробкою;

III – обмежено зварюються. У звичайних умовах схильні до утворення тріщин. Зварюють з попереднім підігрівом до 250–400°C з наступним відпуском.

IV – погано зварюються. Важко піддаються зварюванню і схильні до утворення тріщин. Зварюють із попереднім підігрівом і наступною термообробкою.

Класифікацію основних марок сталі за зварюваністю наведено в табл. 7.1.

Табл. 7.1. Класифікація основних марок сталі за зварюваністю

Група зварюваності	Марки сталей		
	вуглецеві	конструкційні леговані	високолеговані
Добра	Ст1кп, Ст1пс, Ст2кп, Ст2пс, Ст3, Ст4, 08, 10, 15, 20, 25	15ХА, 20Х, 15ХМ, 15НМ, 10ХСНД	08Х20Н14С2, 20Х23Н18, 12Х18Н9Т, 08Х18Н10
Задовільна	БСт5сп, 30, 35	12Х2Н4А, 12ХН2, 20ХГСА, 30Х, 30ХМ, 15ХСНД, 25ХГСА	9Х14А, 12Х14А, 30Х13, 12Х17, 25Х13Н2
Обмежена	Ст6пс, Ст6сп, БСт6пс, БСт6сп, 40, 45, 50	35ХМ, 30ХГСА, 40Х, 40ХМФА, 40ХН, 20Х2Н4А	12Х18Н9, 17Х18Н9Т, 20Х18Н9, 20Х23Н18, 36Х18Н25С2
Погана	65, 70, 75, 80, 85, 60Г, 65Г, 70Г, У7+У13, У7А+У13А	50ХГ, 50ХГСА, 60ХС, 45ХНЗМФА	Х12, Х12М, 9ХС, 5ХГМ, ХВГ, 5ХНТ, Х

7.3. ВПЛИВ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ

Вуглець при вмісті до 0,25% зварюваність не погіршує. При більшому вмісті зварюваність погіршується, бо в зонах термічного впливу утворюються гартвані структури, які призводять до тріщин. Підвищений вміст вуглецю в присаджувальному матеріалі викликає пористість шва.

Марганець (Г) міститься в межах 0,3–0,8% і зварюваність не погіршує. При вмісті від 1,8 до 2,5% і більше виникає небезпека появи тріщин, тому що марганець сприяє загартуваності сталі.

Кремній (С) у межах від 0,02 до 0,35% труднощів при зварюванні не викликає. При вмісті елемента від 0,8 до 1,5% зварювання утруднюється через високу рідкотекучість і утворення тугоплавких оксидів кремнію.

Ванадій (Ф) сприяє загартованості сталі, що утруднює зварювання. При зварюванні ванадій активно окиснюється і вигорає.

Вольфрам (В) підвищує твердість сталі і утруднює процес зварювання через сильне окиснення.

Нікель (Н) підвищує пластичність і міцність, зварюваність не погіршує.

Молибден (М) при зварюванні сприяє утворенню тріщин, активно окиснюється і вигорає.

Хром (Х) утруднює зварювання тому, що утворює тугоплавкі карбіди хрому.

Титан (Т) і ніобій (Б) при зварюванні з'єднуються з вуглецем і припиняють утворення карбіду хрому. Внаслідок цього зварюваність покращується.

Мідь (Д) покращує зварюваність, підвищує міцність, пластичність і корозієстійкість сталі.

Кисень погіршує зварюваність сталі, понижує міцність і пластичність.

Азот (А) утворює хімічне з'єднання із залізом (нітриди), які підвищують міцність, твердість і значно знижують пластичність сталі.

Водень — це шкідлива домішка. Накопичується у шві і викликає появу пор і дрібних тріщин.

Фосфор (П) — шкідлива домішка. Підвищує твердість і крихкість сталі, викликає холодноламкість (холодні тріщини).

Сірка — шкідлива домішка. Сприяє утворенню гарячих тріщин. Зварюваність із підвищенням вмісту сірки різко погіршується.

7.4. ПІДГОТОВКА КРОМОК ПРИ ГАЗОЗВАРЮВАННІ СТАЛЕЙ. СТАЛЕВИЙ ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ДРТ

Технологічні основи підготовки кромок при газозварюванні сталей наведено в таблиці 7.2.

Табл. 7.2. Підготовка кромок при газозварюванні сталей

Тип шва і форма підготовки кромок	Товщина металу, мм	Розчищення кромок		
		притуплення, мм	кут скосу кромок, град.	зазор, мм
Односторонній: з відбортуванням кромок	0,5–1	–	–	0,1
без скосу кромок	1–5	–	–	0,5–2

Тип шва і форма підготовки кромки	Товщина металу, мм	Розчищення кромки		
		притуплення, мм	кут скосу кромки, град.	зазор, мм
без скосу на підкладці	3-5	-	-	2-3
зі скосом однієї кромки	5-10	1-2	60-70	1,5-3
зі скосом двох кромки	6-15	1,5-3	35-45	2-4
Двосторонній: без скосу кромки	3-6	-	-	1-2
з двома скосами двох кромки	15-25	2-4	35-45	2-4

При зварюванні сталей використовують сталевий зварювальний дріт (ГОСТ 2246-70) (табл. 7.3).

Табл. 7.3. Марки дроту

Дріт	Марка дроту
Низьковуглецевий (6 марок)	Св-08, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2
Легований (30 марок)	Св-08ГС, Св-12ГС, Св-08Г2С, Св-10ГН, Св-08ГСМТ, Св-15ГСТЮЦА, Св-20ГСТЮА, Св-18ХГС, Св-10НМА, Св-08МХ, Св-08ХМ, Св-18ХМА, Св-08ХНМ, Св-08ХМФА, Св-10ХМФТ, Св-08ХГ2С, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА, Св-08ХГСМФА, Св-13Х2МФТ, Св-04Х2МА, Св-08ХМНФБА, Св-08ХН2М, Св-10ХН2ГМТ, Св-08Х3Г2СМ, Св-08ХН2ГМТА, Св-08ХН2ГМЮ, Св-08ХН2Г2СМЮ, Св-06НЗ, Св-10Х5М
Високолегований (41 марка)	Св-12Х11НМФ, Св-10Х11НВМФ, Св-12Х13, Св-20Х13, Св-06Х14, Св-10Х17Т, Св-13Х25Т, Св-01Х19Н9, Св-04Х19Н9, Св-08Х16Н8М2, Св-08Х18Н8Г2Б, Св-07Х18Н9ТЮ, Св-05Х19Н9Ф3С2, Св-07Х19Н10Б, Св-08Х19Н10Г2Б, Св-06Х19Н10М3Т, Св-04Х19Н11М3, Св-06Х20Н11М3ТБ, Св-10Х20Н15, Св-07Х25Н12Г2Т, Св-06Х25Н12ТЮ, Св-08Х25Н13БТЮ, Св-13Х25Н18, Св-08Х20Н9Г7Т, Св-08Х21Н10Г6, Св-30Х25Н16Г7, Св-10Х16Н25АМ6, Св-09Х16Н25М6АФ, Св-01Х23Н28М3Д3Т, Св-30Х15Н35В3Б3Т, Св-08Н50, Св-06Х15Н60М15, Св-08Х14ГНТ, Св-06Х19Н9Т, Св-04Х19Н9С2, Св-08Х19Н9Ф2С2, Св-05Х20Н9ФБС

7.5. ЗВАРЮВАННЯ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ

Табл. 7.4. Основні параметри і режими газового зварювання низьковуглецевих сталей

Горючий газ	Марка дроту	Потужність полум'я, л/год на 1 мм товщини	Полум'я	Призначення	Оцінка зварюваності	Особливості технології
Ацетилен	Св-08 Св-08А Св-08ГС Св-08Г2С Св-12ГС Св-10Г2 Св-10ГА	100–130 (при лівому способі) 120–150 (при правому способі)	Нормальне ($\beta=1,0+1,1$)	Котельна сталь, труби, бочки, привідні вали, лита сталь, сортова сталь	Зварюваність добра. Шов не загартовується. Шов обробляється різальним інструментом	Зварюють у будь-яких просторових положеннях. Кінець присадки повинен бути у ванні. Не допускати попадання розплавленого металу на кромки, тому що буде непровар. Необхідно уникати відхилення полум'я від ванни, це призведе до окиснення металу киснем повітря. Виконують рівномірні і безперервні колівальні і поступальні рухи, які вибирають залежно від товщини металу. Щоб розплавлений метал не скапував при лівому способі, виріб нахиливають на $10-15^\circ$ проти руху пальника. Якщо кінець присадки прилипає до кромки, то вони ще недостатньо нагріті. Для ущільнення і підвищення пластичності шов проковують при температурі червоного кольору
Пропан-бутан	Св-12ГС Св-08ГА Св-08Г2С	60–75 (при лівому способі)	Нормальне або трохи окиснювальне ($\beta=3,5+3,8$)	Тільки для деталей, що не підлягають здачі Держтехнагляду	Зварюваність добра. Шов не загартовується. Шов обробляється різальним інструментом. Відстань від ядра до основного металу – 8–10 мм	
Міський газ	Св-12ГС	180–220 (при лівому способі) витрати кисню 110–140 л/год на 1 мм товщини	Нормальне або трохи окиснювальне ($\beta=1,5+1,7$)	Тільки для деталей, що не підлягають здачі Держтехнагляду	Зварюваність добра. Шов не загартовується. Шов обробляється різальним інструментом. Відстань від ядра до основного металу – 8–10 мм	

7.6. ЗВАРЮВАННЯ СЕРЕДНЬО- І ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ

Табл. 7.5. Основні параметри і режими газового зварювання середньо- і високовуглецевих сталей

Горючий газ	Марка дроту	Потужність полум'я, л/год на 1 мм товщини	Склад полум'я	Термообробка	Флюс	Оцінка зварюваності	Особливості технології
Ацетилен	Св-08ГА Св-08ГС Св-10ГА Св-18ХС Св-06НЗ	70–100 (при лівому способі)	Трохи навугльцзоване ($\beta=0,9+1,0$) або нормальне	При товщині до 3 мм загальний попередній підігрів до 300–400°C, або місцевий нагрів до 650–700°C. Після зварювання високотемпературний відпуск при 600–650°C з наступним охолодженням на повітрі	Бура прокалена (при вмісті $C=0,5-0,6\%$) 70% борної кислоти і 30% вуглекислого натрію, 50% вуглекислого калію і 50% двовуглекислого натрію	Зварюваність задовільна при застосуванні термообробки і флюсу. Зварюють осі, шатуни, шестерні та інші деталі	Зварюють із максимальною швидкістю. Ці сталі здатні до гартування. Можливі холодні і гарячі тріщини. Для зменшення перегріву використовують лівий спосіб. Присадку використовують з розкиснювачами. Для підвищення механічних властивостей шов проковують при $t^{\circ} 850-900^{\circ}C$ з наступною термообробкою
Ацетилен	Св-08ГА Св-08ГС Св-10ГА Св-18ХС Св-06НЗ	75–90 (при лівому способі) витрати кисню 110–140 л/г на 1 мм товщини	Нормальне або трохи навугльцзоване	Загальний підігрів до 250–350°C у поєднанні з місцевим до 650–700°C і наступними нормалізацією або відпуском	Бура та інші флюси, що застосовують для середньовуглецевих сталей	Зварюваність погана. Рекомендується паяння або наплавлення. Штампи, пуансоны, рейки, інструменти, хрестовини	Погано зварюються через посилене вигорання вуглецю і утворення гартованих структур. Прийоми зварювання аналогічні, що й для середньовуглецевих сталей

7.7. ЗВАРЮВАННЯ ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

Табл. 7.6. Основні параметри і режими газового зварювання леггованих сталей

Марка сталі	Марка дроту	Флюс	Потужність полум'я, л/год на 1 мм товщини	Полум'я	Термообробка	Призначення	Оцінка зварюваності	Особливості технології
10ХСНД, 15ХСНД, 25ХГСА та інші	Св-08 Св-08А Св-10Г2 Св-18ХГС Св-18ХМА	–	75–100 (при лівому способі), 100–130 (при правому способі)	Нормальне ($\beta=1,1$)	–	Зварні будівельні конструкції	Добра	Для підвищення механічних властивостей шов проковують при температурі 800–850°C з наступною нормалізацією
12М, 15М, 20М, 12ХМ, 20ХМ, 30ХМ	Св-18ХМА Св-19ХМА Св-08ХНМ Св-10ХНМА Св-10ХМ	–	75–100 (при лівому способі), 100–130 (при правому способі)	Нормальне ($\beta=1,1$)	Після зварювання нагрів до 900–930°C на ширину в 5 раз більшу за ширину шва, потім охолодження на повітрі. Попередній підігрів до 250–300°C	Парові котли, труби високого тиску	Задовільна	Зварюють зворотнеступінчастим способом ділянками по 16–25 мм. Щоб не вигорав молібден і хром ванну підтримують у більш густому стані. Кромки зачищають до блиску. Можливе загартування на повітрі – тоді необхідний попередній підігрів. При товщині до 5 мм зварюють за один прохід з найменшим числом переривів. Після зварювання полум'я повільно відводять вгору, щоб краще виходили гази з металу
20ХГС, 25 ХГС, 30 ХГС, 30 ХГСА 35 ХГС, міцні, пружні, вібраційні	Св-18ХСА Св-19ХГС Св-13ХМА Св-18ХМА Св-08 Св-08А	–	75–100 (при лівому способі)	Нормальне ($\beta=1,1$)	Сповільнене охолодження після зварювання з поступовим відводом пальника або повна термообробка (гартування і відпуск)	При ремонтах	Обмежена	Кромки детально зачищають. Зазор повинен бути однаковий. Зварюють від середини до країв або зворотнеступінчастим способом. Скріплюють прихватками через 20–30 мм при товщині до 1,5 мм і через 40–60 мм при більшій товщині. Гартують при температурі 500–650°C з витримкою і наступним нагрівом до 880°C і охолодженням у маслі. Відпуск при 400–600°C і охолодження в гарячій воді

Марка сталі	Марка дроту	Флюс	Потужність полум'я, л/год на 1 мм товщини	Полум'я	Термообробка	Призначення	Оцінка зварюваності	Особливості технології
Хромисті (4–30%) (кислотостійкі, жаростійкі)	Св-02Х19Н9 Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	55% борної кислоти, 10% оксид кремнію, 10% феромарганець, 10% ферохром, 5% феротитан, 5% титанова руда, 5% плавиковий шпат	70 (до 3 мм — лівий спосіб, більше 3 мм — правий)	Нормальне ($\beta=1,1$)	Попередній підігрів до 150–250°C. Термообробка по режиму для даної сталі	При ремонтах деталей, що працюють в агресивних середовищах і при високих температурах	Зварюваність погана. Газозварювання не рекомендується	Схильні до утворення гартованих структур при охолодженні на повітрі — в результаті утворюються тріщини і короблення. Зварюють з максимальною швидкістю, без перерви і повторного нагріву одного і того ж місця. Виконують в один шар. Флюс розводять в воді і у вигляді пасти наносять на кромки і зворотню сторону шва за 15–20 хв до зварювання
Хромонікелеві, (корозістійкі, жароміцні)	Св-0Х18Н9 Св-0Х18Н9С2 Св-0Х18Н9Б Св-1Х18Н9Т Св-1Х18Н11М	НЖ-8 (28% мармур, 30% фосфор, 10% феромарганець, 6% феросиліцій, 6% феротитан, 20% двооксид титану)	75 (лівим і правим способом) товщиною до 3 мм Витрати кисню 80–85 л/год на 1 мм товщини	Строго нормальне ($\beta=1,1$)	Місцевий підігрів до 200–250°C Термічна обробка до 1100°C з наступним охолодженням у воді	Деталі хімічної промисловості	Зварюваність погана і не рекомендується	При температурі 400–900°C проходить випадання карбідів хрому і зменшується корозістійкість. Зварюють з максимальною швидкістю. Біляшовну зону зачищають мокрим азбестом. Кінець присадки постійно має знаходитися у ванні. При довгих швах застосовують зворотноступінчастий спосіб. Флюс у вигляді пасти наносять на кромки за 15–20 хв до зварювання. Після зварювання залишки флюсу видаляють гарячою водою. Якість зварювання задовільна при товщині до 2 мм

8.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАВУНІВ

Чавуном називається сплав заліза з вуглецем, вміст якого становить від 2,14% до 6,67%. Практично застосовують чавуни з вмістом вуглецю до 4%.

За структурою чавуни поділяються на білі, сірі й ковкі; за хімічним складом — на леговані та нелеговані.

У білому чавуні вуглець хімічно зв'язаний у карбід залізо-цементит (Fe_3C), який дуже твердий і крихкий. Тому білий чавун не піддається механічній обробці і зварюванню. Його використовують для одержання ковких чавунів.

Ковкий чавун одержують після тривалого (декілька діб) томління при температурі 900–1000°C з наступним повільним охолодженням. У результаті він втрачає крихкість, стає в'язким і здатним оброблятися. При цьому вуглець виділяється у вигляді пластівців вільного вуглецю, які розташовуються між кристалами чистого заліза. При нагріванні ковких чавунів вище 900°C графіт може утворювати цементит. При цьому деталь втрачає властивості ковкого чавуну. Це утруднює зварювання, тому що чавун необхідно піддавати повному циклу термообробки (після зварювання).

Ковкий чавун згідно ГОСТу 1215-79 позначають двома буквами КЧ і двома числами: перше вказує тимчасовий опір при розтягу кгс/мм², друге — відносне видовження у відсотках (КЧ30-6, КЧ33-8, ... КЧ80-1,5).

Сірий чавун використовують у якості конструкційного матеріалу. В ньому більша частина вуглецю знаходиться у вільному стані — у вигляді графіту. Сірий чавун добре обробляється. Температура плавлення становить 1100–1250°C. Чим більше вуглецю, тим нижча температура плавлення і вища рідкотекучість.

Марганець зв'язує вуглець і перешкоджає виділенню графіту. Цим сприяє відбілюванню чавуну. Марганець утворює сірчані сполуки, нерозчинні в чавуні, які легко виводяться з металу в шлак. Зварюваність чавуну погіршується, коли вміст марганцю перевищує 1,5 %.

Кремній зменшує розчинність вуглецю у залізі, сприяє розпаду цементиту з виділенням вільного графіту. При зварюванні

проходить окиснення кремнію, оксиди якого мають температуру плавлення вищу, ніж зварювальний метал, і тим самим погіршується процес зварювання.

Фосфор у чавунах підвищує рідкотекучість і покращує зварюваність, але знижує температуру кристалізації, підвищує твердість і крихкість. Вміст фосфору не повинен перевищувати 0,3%.

Сірка погіршує зварюваність чавуну, знижує міцність і сприяє утворенню гарячих тріщин. Сірчане залізо перешкоджає виділенню графіту і сприяє відбілюванню чавуну. Вміст сірки не повинен перевищувати 0,15%. Для нейтралізації сірки, вміст марганцю повинен бути в 3 рази більший.

За ГОСТом 1412-85 марки сірого чавуну позначають буквами СЧ і числом, яке вказує границю міцності на розтяг в кгс/мм² (СЧ10, СЧ15, ... СЧ35).

Високоміцний чавун одержують із сірого, введенням у рідкий чавун при температурі не нижче 1400°C чистого магнію або його сплавів. Графіт у високоміцному чавуні має сферичну форму.

За ГОСТом 7293-85 марки високоміцного чавуну позначають буквами ВЧ і числом, яке вказує границю міцності на розтяг у кгс/мм² (ВЧ35, ВЧ40, ... ВЧ100).

Леговані чавуни мають спеціальні домішки хрому, нікелю, молібдену та інших елементів, завдяки яким підвищується кислото-стійкість, жароміцність, стійкість проти спрацювання, міцність при ударних навантаженнях та ін.

За ГОСТом 7769-82 марки легованих чавунів позначають буквою Ч і наступними буквами, які означають умовні позначення легуючих елементів. Цифри після букв означають вміст цих легуючих елементів у відсотках. Коли вміст легуючих елементів у чавуні становить 1%, то цифри не ставлять. Буква Ш в кінці марки означає, що графіт кулястої форми (ЧЮ22Ш, ЧН20Д2Ш, ЧХ9Н5).

Антифрикційні чавуни використовують для виготовлення підшипників ковзання, повзунів, поршневих кілець, втулок. Згідно ГОСТу 1585-85 антифрикційний чавун буває:

- сірий — АЧС-1, ... АЧС-6;
- високоміцний — АЧВ-1, АЧВ-2;
- ковкий — АЧК-1, АЧК-2.

Цифри означають порядковий номер марки за ГОСТом.

8.2. ОСОБЛИВОСТІ ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНІВ

Чавуни відносяться до категорії важкозварюваних сплавів. Труднощі при зварюванні зумовлені його хімічним складом, структурою і механічними властивостями (табл. 8.1).

Табл. 8.1. Труднощі зварювання чавунів

Труднощі	Причини їх появи	Способи усунення
Відбілювання чавуну і поява гартованих структур	Швидке охолодження і великий вміст вуглецю сприяє перетворенню зерен графіту в карбід заліза, який важко піддається механічній обробці	Зниження швидкості охолодження за рахунок попереднього підігріву (місцевого і загального). Використання низькотемпературних процесів паяння-зварювання
Схильність до утворення тріщин у шві та в біляшовній зоні	Понижена пластичність і міцність у поєднанні з нерівномірним нагріванням й охолодженням деталей	Підігрів до зварювання для зняття внутрішніх напруг і рівномірне та сповільнене охолодження після зварювання
Схильність до утворення пор у металі шва	Різкий перехід з рідкого стану у твердий, внаслідок чого газів не встигають виділитися з металу шва. Утворення на поверхні плівки тугоплавких оксидів кремнію і марганцю, що запобігають виходу газів	Безперервне перемішування в процесі зварювання рідкої ванни присаджувальним прутком. Застосування спеціальних флюсів для розрідження плівки
Висока рідкотекучість	Ливарна властивість чавуну	Зварюють у нижньому положенні і при великому досвіді зварювальника; у вертикальному — знизу вгору

Зварюваність оцінюють за характером злому чавуну:

- світло-сірий — добрий;
- крупнозернистий з крупними включеннями графіту — обмежений;
- чорний — поганий.

В основному чавун зварюють для виправлення дефектів лиття, при ремонті спрацьованих і пошкоджених деталей в процесі експлуатації.

Існує гаряче і холодне зварювання чавуну. Широке застосування має низькотемпературне паяння-зварювання чавуну латунними припоями і чавунними прутками.

Вибір способу зварювання визначається хімічним складом чавуну, конструкцією деталі, характером дефекту і умовами роботи.

У процесі зварювання необхідно слідкувати за тим, щоб у наплавленому металі не залишалось шлаку і розплавлений присаджувальний метал добре сплавлявся з основним металом.

Для одержання зварного з'єднання, властивості якого рівноцінні властивостям основного металу, необхідно після зварювання зменшити швидкість охолодження.

Газозварювання чавуну виконують ацетилено-кисневим полум'ям універсальними пальниками типу Г2 або Г3 та їх прототипами.

При використанні газів-замінників ацетилену використовують спеціальні пальники ГЗУ або універсальні типу Г2 і Г3, які комплектуються наконечниками на один номер більшими, ніж при ацетилено-кисневому зварюванні.

При використанні газів-замінників треба враховувати такі особливості процесу:

- полум'я має не чітко виражені зони (погано видно ядро);
- полум'я менш концентроване і більш м'яке (доцільно використовувати для гарячого зварювання);
- у 2–3 рази збільшується витрата кисню;
- потужність полум'я становить 60–70 л/год пропан-бутану на 1 мм товщини деталі.

При газофлюсовому зварюванні можна використовувати тільки розчинений ацетилен або пропан, тому що волога генераторного ацетилену сприяє утворенню борного ангідриду, який забруднює апаратуру.

8.3. ПРИСАДЖУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ, ФЛЮСИ І НАГРІВАЛЬНІ ПРИБОРИ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНІВ

Хімічний склад присаджувальних прутків для газового зварювання чавунів наведено в табл. 8.2 і 8.3.

Табл. 8.2. Хімічний склад і призначення чавунних прутків (ГОСТ 2671-80)

Марка	Вміст елементів							Діаметр, мм	Довжина, мм	Призначення
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni			
А	3–3,6	3–3,5	0,5–0,8	0,08	0,2–0,5	0,05	0,3	4	250	Для газового зварювання і для стрижнів електродів при гарячому зварюванні крупногабаритних відливок із загальним підігрівом
								6	350	
								8	450	
								10	450	
								12	500	
								14	600	
								16	700	

Марка	Вміст елементів							Діа-метр, мм	Дов-жина, мм	Призначення
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni			
Б	3- 3,6	3,6- 4,8	0,5- 0,8	0,08	0,3- 0,5	0,05	0,3	4	250 350 450 450 500 600 700	Для стрижнів електродів при гарячому, напівгарячому, холодному зварюванні деталей складної профілю з тонкими стінками і місцевим підігрівом
								6		
								8		
								10		
								12		
								14		
16										
І за-воду «Стан-коліт»	3- 3,6	3- 3,5	0,5- 0,8	0,08	0,2- 0,5	0,1+ Ti 0,1	0,1+ Pb 0,1	4	250 350 450 450 500 600 700	Зварювання крупногабаритних відливок із загальним підігрівом
								6		
								8		
								10		
								12		
								14		
16										
II за-воду «Стан-коліт»	3- 3,6	3- 3,5	0,5- 0,8	0,08	0,3- 0,5	0,1+ Ti 0,1	0,1+ Cu 0,1	4	250 350 450 450 500 600 700	Зварювання деталей складної форми (профілю) з тонкими стінками і місцевим підігрівом
								6		
								8		
								10		
								12		
								14		
16										

Табл. 8.3. Склад і призначення чавунних прутків

Марка	Вміст елементів						Призначення
	C	Si	Mn	I	Se	інші	
ПЧ-1	3,3- 3,6	1,8- 2,2	0,5- 0,7	0,02- 0,03	0,02- 0,03	-	Газове зварювання сірого чавуну
ПЧ-2	3,3- 3,6	3,3- 3,6	0,6- 0,9	0,01- 0,03	0,01- 0,03	0,1-0,6Ni 2-2,5Cu	Те саме
ПЧ-3	3,0- 3,5	3,5- 4	0,5- 0,8	0,01- 0,03	0,01- 0,03	0,3-0,5P	Те саме
ПЧН-1	3,8- 4,2	1,2- 2	0,2- 0,6	0,01- 0,03	0,01- 0,03	0,03-0,3Zr	Газове зварювання і паяння чавуну
ПЧН-2	3,4- 3,7	3,5- 3,8	0,4- 0,8	0,01- 0,03	0,01- 0,03	0,3-0,9Ni	Те саме

Марка	Вміст елементів						Призначення
	C	Si	Mn	I	Ce	інші	
ПЧИ	2,5–3	1–1,5	0,2–0,6	0,01–0,03	0,01–0,03	–	Зносостійке наплавлення сірого чавуну
ПЧВ	3–3,8	2,4–3,6	0,2–0,5	0,03–0,15	0,1–0,4	0,03–0,1Ca	Газове зварювання високоміцного чавуну з кулястим графітом
НЧ-2	3,0–3,5	3,5–4	0,6–0,7	0,5 Ni	0,2 Ti	0,1 Cu	Низькотемпературне паяння-зварювання чавунними прутками тонкостінних деталей
УНЧ-2	3,4–3,7	3,5–3,8	0,6–0,7	0,5 Ni	0,2 Ti	0,1 Cu	Низькотемпературне паяння-зварювання чавунними прутками товстостінних деталей

Вибір діаметра присаджувального прутка і номера наконечника пальника залежить від площі дефекту чавуну (табл. 8.4).

Табл. 8.4. Залежність діаметра присаджувального прутка і номера наконечника пальника від площі дефекту при гарячому зварюванні чавуну

Площа дефекту, см ²	5	5–20	20–30	>30
Номер наконечника	5	6	6	7
Діаметр присадки, мм	6	6–8	8–10	12

Флюси призначені для видалення із зварної ванни оксидів розчиненням і переведенням їх у легкоплавкі шлаки, а також для покращення зчеплення між розплавленим і основним металом (табл. 8.5 і 8.6).

Табл. 8.5. Флюси для зварювання чавунів

№ флюсу	Склад, %
1	100 плавленої бури
2	100 прокаленої бури
3	100 технічної бури

№ флюсу	Склад, %
4	56 прокаленої бури, 22 вуглекислого натрію, 22 вуглекислого калію
5	50 технічної бури, 50 двовуглекислого натрію
6	23 плавленої бури, 27 вуглекислого натрію, 50 натрієвої селітри
7	50 прокаленої бури, 50 натрієвої селітри, 4 гасу (понад 100)
БМ-1	Газоподібний: суміш метилбората (70–75%) з метанолом (25–30%). Цю суміш у вигляді рідини заливають у спеціальний флюсозмішувач типу КГФ-3, через який пропускається газ для зварювання. Оскільки він легко випаровується, пари його вивільнюються горючим газом і подаються з ним по рукаві у пальник, де згоряють у полум'ї

Табл. 8.6. Склад флюсів для газового зварювання і паяння-зварювання чавунів

Компонент	Марка флюсу				
	ФСЧ-1	ФСЧ-2	ФПСН-1	ФПСН-2	МАФ-1
Літій вуглекислий	–	0,5	25	22,5	–
Кальцій вуглекислий	30	26,5	25	22,5	12
Кислота борна	–	–	50	45	–
Бура плавлена	50	23	–	–	33
Натрій азотнокислий	20	50	–	–	27
Оксид кобальту	–	–	–	–	7
Робоча температура процесу, град.	900–950	900–950	650–750	650–750	750–800
Призначення (низькотемпературне)	Зварювання чавунними прутками	Зварювання чавунними прутками	Паяння латунними припоями	Паяння латунними припоями	Зварювання чавунними прутками

Чавунні прутки занурюють у зварну ванну тільки після нагрівання їх кінців до температури світло-червоного кольору, а виймають із ванни рідко і тільки для нанесення флюсу.

Основний метал і присаджувальний пруток плавляться під флюсом. Флюс, попадаючи у зварну ванну, запобігає окисненню кромки металу, виводить оксиди і неметалеві домішки з розплавленого металу, а також сприяє утворенню плівки, яка захищає його від впливу газів, полум'я і повітря.

Позитивний вплив флюсів проявляється також у покращенні змочування поверхні металу рідким присаджувальним металом.

Нагрівальні пристрої, які використовують при гарячому зварюванні чавунів, указані в табл. 8.7.

Табл. 8.7. Нагрівальні пристрої, які використовують при гарячому зварюванні чавунів

Характер виробництва	Нагрівальні пристрої
<i>Місцеве нагрівання</i>	
Одиничне або серійне	<ul style="list-style-type: none"> — горни, що працюють на деревному або коксовому вугіллі; — пальники; — паяльні лампи; — пальники індукційного типу (ЛГК-15 або ЛГК-25) для котельного господарства; — установки індукційного нагріву струмами промислової частоти для деталей з товщиною стінок до 50 мм
<i>Загальне нагрівання</i>	
Одиничне (ремонтні роботи)	<ul style="list-style-type: none"> — коксові горни відкритого або закритого типів для деталей масою до 3–5 т; — нагрівальні ями, викладені цеглою з піддувом і нагріванням панельними газовими пальниками
Серійне	<ul style="list-style-type: none"> — спарені камерні печі періодичної дії для малогабаритних деталей; — печі з висувним піддоном для деталей масою 5–8 т
Масове	<ul style="list-style-type: none"> — конвейерні двокамерні печі

8.4. ГАРЯЧЕ ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНІВ

Табл. 8.8. Технологія гарячого зварювання чавунів

Стадії процесу	Операції й техніка зварювання
Підготовка деталей	<ul style="list-style-type: none"> — очистити поверхню від оксидів і забруднень полум'ям пальника або металевою щіткою; — виконати розчищення кромки зубилом або полум'ям; — кінці тріщин засвердлити; — розчищення кромки під кутом 70–90° на деталях товщиною більше 5 мм
Попередній підігрів	<ul style="list-style-type: none"> — вибрати нагрівальний пристрій (пальник, печі); — загальний підігрів до 500–700°C (коричнево-червоний колір) деталей складної конфігурації й товщиною більше 50 мм; — місцевий підігрів до 300–450°C мало- і середньогабаритних деталей з дефектами у жорсткому контурі
Встановлення деталей	<ul style="list-style-type: none"> — встановити деталі у зоні дії витяжної вентиляції; — розташувати у нижньому положенні та горизонтальній площині; — тривалість перерви між підігрівом і зварюванням не повинна бути більшою 3–5 хв, щоб уникнути охолодження деталі нижче 400°C
Нагрівання і обробка поверхні флюсом	<ul style="list-style-type: none"> — відрегулювати нормальне полум'я; — потужність полум'я 100–120 л/год ацетилену на 1 мм товщини або 60–70 л/год пропан-бутану на 1 мм товщини; — відновлювальною зоною, на відстані 2–3 мм від ядра, рівномірно прогріти кромки до розплавлення з одночасним нанесенням флюсу та рівномірним розподілом його на поверхні за допомогою присаджувального прутка
Заповнення дефекта присаджувальним металом	<ul style="list-style-type: none"> — розплавити пруток (марка А або Б); — заповнити дефект, тріщину розплавленим присаджувальним металом, добавляючи періодично флюс № 4 на кінчику прутка; — вести зварювання ванним способом (окремими ваннами довжиною 20–30 мм кожна) з підтриманням металу у рідкому стані до повного заповнення дефекта присаджувальним металом; — при заварюванні дефектів на краях деталі підтримувати ванну в напіврідкому стані (щоб уникнути скапування металу) за рахунок періодичного відведення полум'я від місця дефекту для охолодження ванни і зміни кута нахилу пальника до поверхні виробу з 80 до 10°; — видалити неметалеві включення з ванни за допомогою флюсування рідкого металу й інтенсивного його перемішування прутком (відсутність своєрідного світіння розплавленого металу свідчить про повне видалення включень)

Стадії процесу	Операції й техніка зварювання
Закінчення процесу зварювання	<ul style="list-style-type: none"> — повільно відвести пальник від поверхні ванни на 50–60 мм і наплавлений метал підігріти полум'ям протягом 0,5–1,5 хв; — накрити деталь листовим азбестом для сповільнення охолодження металу шва та забезпечення властивостей зварного з'єднання, рівноцінних з властивостями основного металу
Наступна термообробка	<ul style="list-style-type: none"> — відпал після зварювання: нагрівання до 650–750°C і охолодження разом з піччю — для зменшення внутрішніх напруг і попередження утворення тріщин

8.5. ХОЛОДНЕ ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНІВ

Холодне зварювання чавуну без попереднього нагрівання застосовують, коли деталі при нагріванні й охолодженні здатні вільно розширюватись і стискатись без появи внутрішніх напруг, а також для приварювання відбитих частин у малогабаритних деталях.

Потужність полум'я повинна бути максимально можливою, щоб забезпечити сповільнене охолодження зварного з'єднання.

Допускається підготовку кромок виконувати механічним способом або розплавленням кромок полум'ям пальника вздовж лінії шва. При цьому розплавлений чавун швидко видаляють присаджувальним прутком (нерозплавленим). Перевага цього способу в тому, що чавун підігрівається і швидкість охолодження зменшується. Крім того, полум'я одночасно видаляє жири, які глибоко проникають у пористий чавун і викликають пористість.

Технологічний процес зварювання без попереднього нагрівання майже аналогічний з процесом гарячого зварювання.

Після закінчення заповнення дефекту пальник протягом 2–3 хв повільно відводять, направляючи полум'я на ділянки, прилягаючі до дефекту.

Деталь або частину деталі із завареною ділянкою для повільного охолодження засипають піском або накривають азбестом.

8.6. НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ ПАЯННЯ-ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНІВ ЧАВУННИМИ ПРУТКАМИ

Табл. 8.9. Технологія паяння-зварювання чавуну чавунними прутками

Стадії процесу	Операції і техніка паяння-зварювання
Підготовка	Очистити поверхню дефекту і прилягаючого металу від оксидів, жирів та інших забруднень полум'ям пальника з наступним зачищенням металевою щіткою
Розчищення дефекту (рис. 36)	Кут розчищення 70–90° для товщини металу більше 5 мм. Для наскрізних дефектів кут розчищення 70–90°, притуплення 1,5 мм, зазор 2 мм, на підкладці. Розчищають дефект зубилом, шліфувальним кругом, свердлінням, фрезеруванням та ін.
Встановлення деталі	Встановити деталі в зоні дії витяжної вентиляції з розташуванням у нижньому положенні та горизонтальній площині
Нагрівання дефекту	Нагріти поверхню дефекту і метал у зоні дефекту до 300–350°C
Нанесення флюсу	Нанести на поверхню флюс і нагріти його факелом полум'я, а не ядром, щоб уникнути видування. Пальник нахилити під кутом 50–60°. Продовжити нагрівання кромки до 750–800°C при використанні прутків УНЧ-2 і флюсу МАФ-1 або до 900–950°C при застосуванні прутків НЧ-2 і флюсу ФСЧ-2. Одночасно нагріти кінець прутка до плавлення і вмочити його у флюс. Рівномірно розподілити флюс на поверхні кінцем прутка. Розплавити кінець прутка тертям його до нагрітої поверхні металу
Вибір режиму	Полум'я – нормальне. Потужність ацетиленового полум'я 100–120 л/год на 1 мм товщини. При використанні пропан-бутану 60–70 л/год на 1 мм товщини. Пальники типу Г2, Г3
Заповнення дефекту наплавленням металом (рис. 37)	Розплавити пруток найгарячішою частиною полум'я (2–3 мм від ядра). Заповнити об'єм розчищених кромки краплями рідкого присаджувального металу та ванним методом, переміщуючи пальник і пруток по гвинтовій лінії, або коловими рухами (залежно від дефекту). Виконувати наплавлення за один прохід при товщині металу до 6 мм і в два проходи при товщині 8–12 мм. Періодично добавляти флюс у розплавлений метал і безперервно помішувати його прутком, торкаючись стінок дефекту

Стадії процесу	Операції і техніка паяння-зварювання
Закінчення процесу	Зварене місце повільно охолодити під полум'ям пальника протягом 1,5–3 хв, потім відвести пальник для сповільненого охолодження металу на повітрі. Зняти випуклість зварного шва шліфувальною машиною. Почистити шов і промити водою для видалення залишків флюсу

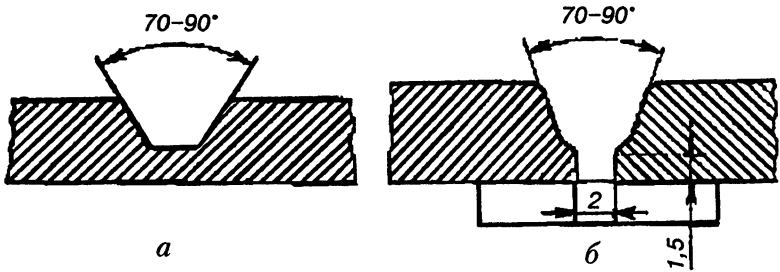


Рис. 36. Профілі розчищених дефектів для паяння-зварювання чавунними прутками:

a — розчищення ненаскрізного дефекту; *б* — розчищення наскрізного дефекту з використанням підкладки з вогнетривкого матеріалу

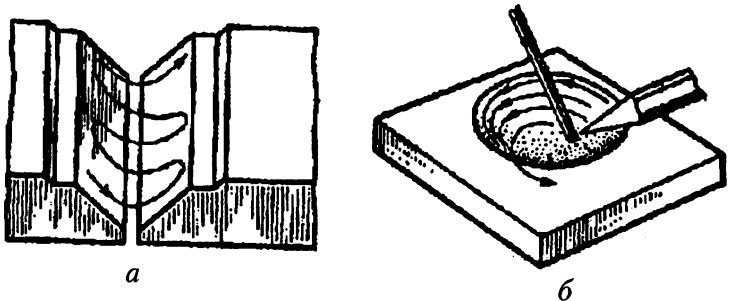


Рис. 37. Схема процесу низькотемпературного паяння-зварювання чавуну при виправленні дефектів:

a — наскрізних тріщин із поздовжнім розчищенням кромки; *б* — засвердлених дефектів

8.7. НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ ПАЯННЯ-ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНІВ ЛАТУННИМИ ПРИПОЯМИ

Табл. 8.10. Технологія паяння-зварювання чавунів латунними припоями

Стадії процесу	Операції і техніка паяння-зварювання
Підготовка	Очистити поверхні дефекту від оксидів, жирів та інших забруднень полум'ям пальника і зачистити щіткою
Розчищення кромок	При товщині металу до 25 мм кромки скошують під кутом 45°, а при більшій товщині рекомендується ступінчасте розчищення. Краще коли поверхні будуть шорсткими
Випалювання вуглецю	Вуглець з поверхні кромок випалюють на глибину 0,2–0,15 мм двома способами: – кромки покривають пастою із залізних ошурок, борної кислоти і нагрівають полум'ям пальника; – кромки нагрівають полум'ям з надлишком кисню. В обох випадках кромки нагрівають до 750–900°C
Нанесення флюсу	Нагрівають кромки до 450–500°C (червоного кольору) і наносять флюс ФПСН-1 або ФПСН-2, які нейтралізують дію вільного графіту, що заважає змочуванню кромок
Лудіння	Посипані флюсом кромки лудять припоями: ЛОК 59-1-03 або ЛОМНА 49-25-10-4-04 (для відповідальних деталей)
Встановлення деталей	Деталь повинна знаходитись у похилому положенні. Паяння-зварювання виконують знизу вверх
Вибір режиму	Правий спосіб зварювання. Потужність вибирають з розрахунку 60–75 л/год ацетилену на 1мм товщини або 50–60 л/год пропан-бутану на 1 мм товщини деталі. Номер наконечника вибирають залежно від потужності полум'я
Паяння-зварювання (рис. 38)	Паяння-зварювання починають у момент плавлення флюсу, направляючи полум'я на прилеглі до розчищених кромок ділянки. Розплавлений флюс прутком припою рівномірно розподіляють по всій поверхні зварюваного місця. Потім полум'я направляють на кінець прутка, розплавляють його і заповнюють розчищені кромки металом припою
Закінчення процесу паяння-зварювання	Наплавлений метал відразу ж після паяння при температурі 600–700°C (темно-червоного кольору) проковують ручним мідним молотком

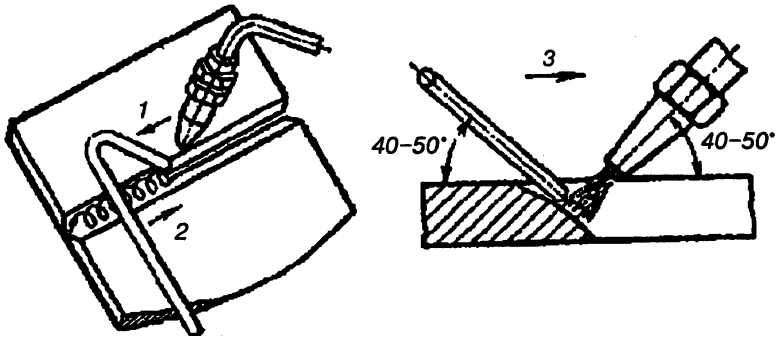


Рис. 38. Паяння-зварювання чавуну латунними припоями:
1 — рух пальника, 2 — рух прутка, 3 — рух пальника і прутка

ТЕХНОЛОГІЯ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ ТА ЇХ СПЛАВІВ

9.1. ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ МІДІ

Мідь широко застосовують при виготовленні виробів різного призначення: трубопроводів, хімічної апаратури, електричних пристроїв та ін. Широке використання міді пов'язане з її особливими фізичними властивостями.

Мідь має високу електро-, теплопровідність, корозієстійкість. Густина міді — 8,93 г/см³, температура плавлення — 1083°C, температура кипіння — 2360°C.

Мідь відноситься до важкозварюваних металів і потребує достатньо високої кваліфікації зварника.

Труднощі зварювання міді та способи їх усунення вказані в табл. 9.1.

Табл. 9.1. Труднощі зварювання та їх усунення

Труднощі	Способи усунення
Здатність сильно окиснюватись	Застосовують спеціальні флюси, які захищають метал від окиснення, розчиняючи оксиди, переводячи їх у шлак
Висока теплопровідність (у 6–7 разів вища, ніж у сталі)	Застосування більш потужного полум'я, ніж при зварюванні сталі
Взаємодія полум'я з оксидом міді і воднем є джерелом утворення дрібних тріщин («воднева хвороба»)	Застосування флюсів для переведення оксидів у легкоплавкі шлаки. Застосування присаджувальних матеріалів, які містять розкиснювачі (Si, Mn) і мідь із пониженим вмістом кисню (0,01%)
Підвищений коефіцієнт лінійного розширення (в 1,5 рази вищий, ніж у сталі)	Попередній, супровідний підігрів і більш потужне полум'я. (Наконечник вибирають на один-два номери більший, ніж для сталі)
Велика зона термічного впливу призводить до появи деформацій	Збільшують швидкість зварювання
Шкідливий вплив кисню й ацетилену полум'я на метал шва: утворюються пори	Використовують нормальне полум'я

Труднощі	Способи усунення
Оксидні шари після зварювання	Проковують шов у гарячому стані
Погіршують зварюваність: біс-мут, свинець, сірка, кисень	Використовують флюси, мідь із пониженим вмістом кисню, нормальне полум'я, спеціальний присаджувальний дріт

Для зварювання міді та її сплавів використовують присаджувальні матеріали різних марок (табл. 9.2), а також флюси (табл. 9.3).

Табл. 9.2. Присаджувальні матеріали для зварювання міді

Марка	Товщина міді, мм	Діаметр дроту, мм	Номер наконечника пальника
М-О	< 1,5	1,5	1
	1,5–2,5	2	2
	2,5–4	3	3
М-1	4–8	4–5	4–5
МСр-1	8–15	6	6
МНЖ-5-1	> 15	8	6–7
МНЖКТ-5-1-0,2-0,2	< 1	1,5	00 і 0

Табл. 9.3. Флюси для газового зварювання міді та її сплавів

№ флюсу	Склад, %						
	бура прокалена	борна кислота	калій фосфорнокислий	кварцевий пісок	деревне вугілля	поварена сіль	вуглекислий калій (поташ)
1	100	—	—	—	—	—	—
2	—	100	—	—	—	—	—
3	50	50	—	—	—	—	—
4	75	25	—	—	—	—	—
5	50	35	15	—	—	—	—
6	50	—	15	15	20	—	—
7	70	10	—	—	—	20	—
8	56	—	—	—	—	22	22

Технологічні параметри і послідовність операцій газового зварювання міді наведено в таблиці 9.4.

Табл. 9.4. Послідовність операцій і техніка газового зварювання міді

Стадії процесу	Операції й техніка зварювання	Примітки
Підготовка деталей	Зачистити кромки і прилягаючий метал	Механічним способом або травленням
Підготовка кромок	При товщині до 3 мм — кромки не розчищають. При товщині більше 3 мм — Х-подібне розчищення під кутом 45° з кожної сторони. Притуплення 0,2 від товщини металу. Тонкі листи зварюють без зазору, більше 6 мм — на графітових і вугільних підкладках	Фрезеруванням, зубилом, наждачним кругом
Складання деталей	Складають у кондукторі та прихвачують короткими швами довжиною 5 мм, відстань між якими 50–100 мм у тонких металах. При складанні великих товщин — довжина прихватів 20–30 мм і відстань між ними 300–500 мм	При зварюванні довгих листів бажано їх не закріпляти прихватками
Встановлення деталей під зварювання	Встановити деталі в зоні дії витяжної вентиляції. Розташувати в нижньому положенні під кутом 7–10° до горизонтальної площини для кращого заповнення розчищених кромок	При великих зазорах підкладають графітові, вугільні підкладки або просушений азбест
Вибір режиму	Відрегулювати потужність полум'я 150–175 л/год на 1 мм товщини для деталей товщиною 3–4 мм і 175–225 л/год на 1 мм товщини для деталей товщиною 8–10 мм. Встановити м'яке нормальне полум'я	Полум'я газів-замінників ацетилену малопридатне через недостатню концентрацію теплоти
Нагрівання і обробка поверхні флюсом	Нанести флюс у вигляді пасти на кромки основного металу і присаджувальний пруток (дріт). Нагріти кромки пальником під прямим кутом до поверхні. Підігріти кромки одним або двома пальниками для компенсації відводу тепла в біляшовну зону	Діаметр присадки вибирають (0,5–0,75) S, але не більше 8 мм

Стадії процесу	Операції та техніка зварювання	Примітки
Утворення зварного з'єднання	<p>Розплавити попередньо вибраний присаджувальний пруток, розташувати його над місцем зварювання близько від зварної ванни для зменшення її окиснення.</p> <p>Установити пальник під кутом нахилу до виробу 30–50°, присаджувального дроту — 30–40°.</p> <p>Розташувати ядро полум'я на відстані 6–10 мм від розплавленого металу. Виконати зварювання відновлювальною зоною в один прохід знизу вгору: лівим способом при товщині до 5 мм і правим при більшій товщині.</p> <p>Під час зварювання періодично добавляти флюс безпосередньо в зону зварювання кінцем присадки, безперервно перемішуючи рідкий метал і як можна рідше витягуючи з ванни</p>	<p>Листову мідь товщиною до 5 мм зварюють лівим способом, а більшої товщини — правим. Зварювання міді товщиною більше 10 мм рекомендується одночасно двома пальниками: підігрівним і зварювальним.</p> <p>Зварювання треба починати з точки, що знаходиться на відстані, рівній $\frac{1}{3}$ довжини шва.</p> <p>Решта $\frac{2}{3}$ довжини зварюють у зворотному напрямку. Довгі шви зварюють окремими ділянками</p>
Закінчення зварювання	<p>Після зварювання шов проковують: при товщині до 5 мм — у холодному стані; при більшій товщині — при 500°C.</p> <p>Виконати заходи проти швидкого охолодження шва під впливом протягів і притоку холодного повітря.</p> <p>Почистити шов 2%-м розчином азотної або сірчаної кислоти і промити водою для видалення залишків флюсу</p>	
Наступна термообробка	<p>Після проковування відпал із нагріванням до 500–550°C і швидке охолодження у воді. Виконують полум'ям пальника</p>	<p>Застосовують для надання з'єднанню після проковування високої в'язкості, пластичності</p>

9.2. ЗВАРЮВАННЯ ЛАТУНІ

Латуні — це сплави міді з цинком. Вміст цинку становить від 2 до 55%. Спеціальні латуні, крім міді й цинку, містять легуючі добавки (нікель, олово, свинець та ін.), які змінюють властивості сплавів.

Завдяки високій міцності, пластичності, корозієстійкості та задовільній зварюваності, латуні широко застосовують при виготовленні різних виробів у хімічній та інших галузях промисловості.

Прості латуні є двокомпонентними, марок Л96, Л90, Л85, Л80, Л70, Л68, Л62.

У позначенні буква Л означає латунь, а цифри — відсотковий вміст міді.

Спеціальні латуні поділяють на деформівні та ливарні.

Деформівні латуні, призначені для обробки тиском, нормуються ГОСТом 15527-70. Після букви Л у порядку зменшення відсоткового вмісту початковими буквами позначаються легуючі елементи. Після букв перша цифра вказує середній відсотковий вміст міді у сплаві, інші цифри — вміст легуючих елементів. Наприклад: латунь ЛЖС 58-1-1 містить 58% Cu, 1% Fe, 1% Pb, решта — Zn.

У марках ливарних латуней (ГОСТ 17711-80) після букви Л відповідними буквами і цифрами вказують середній відсотковий вміст легуючих елементів. Наприклад: латунь ЛЦ40С містить 40% Zn, 1% Pb, решта — Cu.

Труднощі зварювання латуні та способи їх усунення вказані в табл. 9.5.

Табл. 9.5. Основні труднощі при газовому зварюванні латуні та заходи їх усунення

Основні труднощі	Технологічні прийоми усунення труднощів	Досягнутий результат
Вигорання (випаровування) цинку	Вести зварювання окиснювальним полум'ям при співвідношенні кисню до ацетилену 1,3:1,4	На поверхні утворюється плівка оксидів, яка зменшує вигорання цинку
	Виконувати зварювання лівим способом	Зменшується перегрів металу шва, а значить і випаровування, тому що полум'я не направлено на зварену частину шва
	Використати присадки типу ЛК і ЛКБО	На поверхні утворюється плівка шлаку, яка утруднює випаровування цинку, але не є перепороною для виділення газів
	Застосувати спеціальні флюси	На поверхні ванни утворюється захисна плівка, яка запобігає випаровуванню цинку
	Нагрівати метал не ядром полум'я, а на відстані 7–10 мм від ванни	Зменшується перегрів і випаровування цинку

Основні труднощі	Технологічні прийоми усунення труднощів	Досягнутий результат
Поглинання газів і в першу чергу водню розплавленим металом з утворенням пор	Виконувати зварювання окиснювальним полум'ям	Залишковий кисень зв'яже вільний водень полум'я і сприятиме ущільненню металу шва
	Застосовувати присадку і флюс на основі бористих з'єднань	На поверхні утворюється шлак, який не припинить виділення водню та інших газів при кристалізації шва
Схильність металу шва і біляшовної зони до утворення тріщин	Легувати шов кремнієм і бором (присадкою)	Зменшення червоноламкості в інтервалі 200–600°C
	Виконувати багатошарове зварювання ступінчастим і зворотноступінчастим способом	Зменшення червоноламкості в інтервалі 200–600°C
	Після зварювання піддати низькотемпературному відпалу при 270–300°C	Зняття залишкових напруг
	Проковування	У холодному стані (до 40% Zn), в гарячому стані (більше 40% Zn) при 650°C

Підготовка до зварювання така ж сама, як і до зварювання міді.

Підготовка кромок при товщині:

- до 1 мм – з відбортовкою кромок;
- від 1 до 5 мм – без скосу кромок;
- від 6 до 15 мм – V-подібна на кут 70–90°;
- від 15 до 25 мм – X-подібна на кут 70–90° з притупленням 2–4 мм.

Потужність полум'я:

- 100–120 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу;
- 70 л/год пропан-бутану на 1 мм товщини металу;
- 180 л/год природного газу на 1 мм товщини металу.

При зварюванні вертикальних і стельових швів потужність зменшують до 30–40 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.

Флюси такі ж, як і для міді № 1, 2, 3 (порошкові) і БМ-1, БМ-2 (газоподібні).

Діаметр присадки визначають так: $d = S + 1$ (де S – товщина металу), але не більше 8 мм.

Зварювання дефектів у відливках виконують наконечниками № 3 для відливок до 10 мм і № 4 та 5 для більшої товщини.

Пари цинку ядовиті, тому зварник повинен працювати в респіраторі.

Ознакою нормального процесу є відсутність видимих парів цинку і наявність на зварювальній ванні захисної плівки сірого кольору.

Присаджувальні метали й технологічні умови їх використання для газового зварювання латуні вказані в табл. 9.6.

Табл. 9.6. Присаджувальні метали й технологічні умови їх використання для зварювання латуні

Присадка	Призначення	Товщина металу, мм	Флюс
Л 63 (дріт, пруток)	Для одностороннього зварювання простих латуней	3–4	№ 1
ЛК62-05 (дріт, пруток)	Для багат шарового зварювання простих латуней без вигорання цинку	3–4	№ 1, БМ-1
ЛОК59-1-03 (пруток)	Для зварювання труб, посудин одностороннім швом без вигорання цинку. Для підвищення корозієстійкості шва та рідкотекучості металу	1–4	№ 1
ЛКБО62-02-004-05 (дріт)	Для одношарового зварювання без флюсу й одержання високих механічних властивостей шва без вигорання цинку	2	Без флюсу, бо дріт самофлюсуєчий
ЛО 62-1 (дріт)	Олов'яні латуні		№ 1, 2, 3

9.3. ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ БРОНЗИ

Бронзи — це сплави міді з алюмінієм, оловом, кремнієм та іншими елементами. Залежно від переваги конкретного легуючого елемента визначається і назва бронзи. Їх поділяють на олов'яні і безолов'яні, ливарні та деформівні.

Температура плавлення олов'яних бронз становить 900–950°C, безолов'яних — 950–1080°C. Олов'яні бронзи містять олова від 3 до 14%, а також фосфор, цинк, нікель та інші елементи. Олово в бронзі значно знижує температуру плавлення і збільшує інтервал між температурами початку та кінця кристалізації.

Хімічний склад і призначення олов'яних бронз регламентують стандарти ГОСТ 5017-74; ГОСТ 613-79, безолов'яних — ГОСТ 18175-78; ГОСТ 493-79.

У позначеннях марок бронз прийнята та система, що й для латуней, лише на початку марок пишуть Бр, що означає бронза. Наприклад, бронза Бр ОЦС-4-4-4 містить 4 % Sn, 4% Zn, 4% Pb, решта — Cu.

Застосування бронз і способи їх зварювання наведені в табл. 9.7.

Табл. 9.7. Застосування бронз і рекомендовані способи їх зварювання

Марка	Основні властивості	Застосування	Способи зварювання
Олов'яні БрОЦ 10-2 БрОЦ 8-4 БрОЦС 6-6-3	Сплави з вираженими ливарними властивостями	Фасонне лиття та арматури	Задовільна газова зварюваність
Алюмінієві БрАЖ 9-4 БрАМ10-3-7,5 БрАЖН10-4-4 БрАЖН11-6-6	Не містять олова, але добре замінюють олов'яні бронзи. Високі антикорозійні і антифрикційні властивості	Те саме	Понижена зварюваність. Краще зварювання вугільним електродом. Газозварювання не дає стійких результатів і застосовується рідко
Кремністі БрКМц 3-1	Високі механічні, корозієстійкі, антифрикційні, зносостійкі властивості	Арматури в харчовій, хімічній та інших галузях	Задовільна зварюваність через присутність кремнію і марганцю. В основному використовують дугове зварювання, а газове застосовується рідко

Технологія газового зварювання олов'яних бронз вказана в табл. 9.8.

Табл. 9.8. Послідовність операцій і техніка газового зварювання олов'яних бронз

Стадії процесу	Операції й техніка зварювання	Примітка
Підготовка деталей під зварювання	Очистити поверхні деталей від забруднень до металевого блиску	Металевою щіткою
Розчищення кромки дефекту	Розчистити кромки дефекту зубилом під V-подібний скіс із кутом 70–90°	При наскрізному дефекті скіс виконують із притупленням 3–4 мм. Розчищення кромки таке ж як і для сталі
Встановлення деталей	Встановити деталі в зону дії втяжної вентиляції та розташувати в нижньому положенні через високу рідкотекучість бронзи. Встановити під дефект підкладки з азбесту або графіту, щоб не витікав метал.	Розташування повинно забезпечити зварювання без кантування деталей, нагрітих вище 350–400°C при наскрізному дефекті.

Стадії процесу	Операції й техніка зварювання	Примітка
Встановлення деталей	Виконати підформування місця зварювання із використанням суміші з вогнетривкої глини і сухого піску, замішаних на рідкому склі	При наявності відколів
Вибір режимів зварювання	Відрегулювати строго нормальне м'яке (з низьким тиском кисню) полум'я з розрахунку 70–120 л/год ацетилену на 1 мм товщини деталі	Можливе використання газів-замінників (пропан-бутану, природного газу та ін.), але кращі результати при застосуванні ацетилену
Нагрівання і обробка поверхні флюсом	Нанести флюс на кромки і присаджувальний метал. Бажаний попередній підігрів до 500–600°C для зняття напруг	Використовують ті ж флюси, що й для зварювання міді
Зварювання	Розплавити кромки і присаджувальний метал полум'ям, розташувавши мундштук під прямим кутом до поверхні деталі. Вести нагрівання поверхні відновлювальною зоною, розташувавши ядро на відстані 7–10 мм від ванни, щоб не було її перегрівання і вигорання олова. Заповнити розробку розплавленим металом, добре перемішуючи ванну присадкою і періодично добавляючи флюс для кращого видалення оксидів	Використовують присаджувальний дріт Бр.ОЦ 4-3 і Бр.ОФ 6,5-0,4 або прутки (полоски) з бронзи такої ж марки як і зварювальний метал
Закінчення зварювання і термообробка	Виконати термообробку — відпал. Режим відпалу регламентується вимогами до відливок. Видалити залишки флюсів промиванням шва 2%-м розчином азотної або сірчаної кислоти. Шви на литій бронзі не проковують	Для виробів із підвищеним вмістом олова рекомендують відпал при 750°C і гартування при 600–650°C

Основні труднощі при газозварюванні олов'яних бронз — вигорання легуючих домішок і в першу чергу олова. В розплавленому металі від середини його поверхні переміщується легкоплавка складова сплаву, насичена оловом, яка випаровується і утворює білий наліт діоксиду олова навколо шва.

Випаровування олова призводить до збільшення пористості шва і зниження механічних властивостей.

9.3.1. Газове зварювання алюмінієвих бронз

Труднощі при зварюванні алюмінієвих бронз зумовлює утворена тугоплавка оксидна плівка (Al_2O_3). Вона має високу температуру плавлення і осідає на дно ванни. Видалення її можливе тільки при використанні спеціальних галоїдних флюсів, які застосовують для зварювання алюмінію. Наприклад, КМ-1 містить 12–16% фтористого натрію, 20% хлористого натрію, 20% хлористого барію, решта — хлористий калій.

Підготовка до зварювання здійснюється так, як і до зварювання олов'яних бронз.

Полум'я нормальне, спосіб зварювання лівий.

Потужність полум'я 120–170 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.

Присадка — зварювальний дріт Бр.АЖМц 10-3-1,5.

Бажаний попередній підігрів до температури 350–400°С.

Зварюють якнайшвидше.

9.4. ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ АЛЮМІНІЮ ТА ЙОГО СПЛАВІВ

Алюміній і його сплави широко застосовуються в промисловості у вигляді листів, труб та іншого профільного матеріалу.

Алюміній (ГОСТ 11069-74) випускають таких марок: особливої чистоти — А995, А99, А97, А95 і технічної чистоти — А85, А8, А7Е, А7, А6, А5Е. Цифри в позначеннях марок означають масову частку вмісту алюмінію, а основу (99%) не вказують. Наприклад, алюміній А97 містить 99,97% Al, решта — домішки Fe, Si, Cu, Zn, Ti; їх загальний вміст не перевищує 0,03%.

Сплави алюмінію мають високі механічні властивості при малій густині, що досягається їх легуванням марганцем, магнієм, кремнієм, нікелем, хромом та іншими елементами. Технічно чистий алюміній у техніці має обмежене застосування внаслідок низької міцності та високої пластичності. Частіше застосовують сплави алюмінію, які поділяють на дві групи: деформівні і ливарні. Деформівні поділяють на незміцнювані термічною обробкою (АМц1, АМг1) і зміцнювані термічною обробкою (Д1, Д16, АВ, АК, В-95). З ливарних найчастіше використовують силуміни — сплави алюмінію з кремнієм від 4 до 13% (Ал2, Ал4, Ал9).

Деформівні сплави зварюють переважно дуговими методами. Газозварювання використовують при відсутності такої можливості.

Ливарні сплави добре піддаються газовому зварюванню і нарівні з аргоно-дуговим методом широко використовуються при зварюванні дефектів лиття і при ремонті (табл. 9.9).

Основні труднощі зварювання алюмінію та його сплавів залежать від їх особливих фізико-хімічних властивостей (табл. 9.10).

Табл. 9.9. Зварюваність алюмінієвих сплавів

Група	Марка	Характеристика зварюваності
<i>Деформівні сплави</i>		
Алюмінієво-марганцеві з вмістом від 1 до 1,6% марганцю. Алюмінієво-магнієві з вмістом від 2 до 6% магнію АМц	АМц	Добра
	АМг1	Задовільна
	АМг3	Добра
	АМг5	Задовільна
	АМг6	Те саме
Алюмінієво-мідні (типу дюралюміна). Термозміцнювані сплави	Д1	Погана
	Д16	Те саме
	АВ	— " —
	АК	— " —
	В95	— " —
<i>Ливарні сплави</i>		
Алюмокремнієві (типу силумін) з вмістом від 4 до 13% кремнію	Ал2 Ал4 Ал9	Задовільна Те саме — " —

Табл. 9.10. Труднощі зварювання алюмінію та його сплавів

Труднощі зварювання	Способи подолання труднощів
Утворення на поверхні тугоплавкої оксидної плівки (Al_2O_3), яка перешкоджає сплавленню між собою частин металу	Використовують присаджувальний дріт і спеціальні флюси, які сприяють переводу плівки в шлакові включення та розчиненню їх у рідкій ванні (табл. 9.11 та 9.12)
Висока температура плавлення оксиду алюмінію ($2050^\circ C$)	Застосовують спеціальні флюси. Поверхні деталей зачищають і знежирюють
Високий коефіцієнт лінійного розширення (в 2 рази більший ніж у сталях) призводить до виникнення залишкових напруг і деформацій, утворення тріщин при кристалізації шва	Підбір відповідних марок присадки. Строге фіксування деталей. Проведення термообробки після зварювання
Висока теплопровідність і низька температура плавлення ($660^\circ C$)	Застосування спеціальних технологічних прийомів і режимів (табл. 9.13). Попередній підігрів у масивних деталях
Схильність до утворення пор через розчинність водню, який міститься в полум'ї	Зменшення швидкості зварювання. Попередній підігрів

Труднощі зварювання	Способи подолання труднощів
При нагріванні алюмінії не змінює кольору, внаслідок цього важко помітити момент початку плавлення	Необхідний досвід і навички зварника

Табл. 9.11. Присаджувальні метали для зварювання алюмінію та його сплавів

Марка присадки	Основні призначення присадки	Зварювані матеріали	Примітка
Св-АВ00	Для зварювання чистого алюмінію	Чистий алюміній типу А1, А2, А3	—
Св-АГ	Те саме	Чистий алюміній типу А1, А2, А3	—
Св-АМг3	Для зварювання деформівних сплавів	При співвідношенні сплавів АМц і АМг3, а також сплавів АМг3 з алюмінієм А3	При товщині до 1 мм
Св-АМг5	Те саме	Деформівні сплави	
Св-АМг6	— " —	— " —	Кращі результати дає заміна на дріт Св-АМг6
Св-АМг7	— " —	— " —	—
Св-АК3	Для зварювання ливарних сплавів	Ливарні алюмінієві сплави	Крім того, може бути використаний для зварювання дюралюмінію і сплаву В95 при товщині більше 1мм
Св-АК5	Те саме	Те саме	
Св-АК10	— " —	— " —	
Св-АК12	— " —	— " —	

Табл. 9.12. Склад флюсів, рекомендованих для газового зварювання алюмінію та його сплавів, %

Компонент	Флюси										
	АФ-4А	АН-А201	ВАМИ	КМ-1	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Хлористий натрій	28	—	30	20	30	45	33	19	39	41	32
Хлористий калій	50	—	50	45	45	30	45	29	50	51	46
Хлористий літій	14	15	—	—	10	10	15	—	—	—	—
Хлористий барій	—	70	—	20	—	—	—	48	—	—	—
Фтористий натрій	8	—	—	15	—	—	—	—	8	8	9
Фтористий калій	—	—	—	—	7	15	7	—	—	—	4
Фтористий кальцій	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
Фтористий літій	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Фтористий магній	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Сірчаноокислий натрій	—	—	—	—	3	—	—	—	3	—	—
Кріоліт	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	6

Табл. 9.13. Режими газового зварювання алюмінієвих сплавів

Товщина, мм	№ наконечника	Діаметр присадки, мм	Тиск кисню, МПа (кгс/см ²)	Витрата ацетилену на 1 мм товщини, л/год.	Спосіб зварювання
До 1,5	0-1	1,5-2,5	0,15 (1,5)	50-100	Лівий
1,5-3,0	1-2	2,5-3,0	0,2 (2,0)	100-200	Те ж
3,0-5,0	2-3	3,0-4,0	0,2-0,25 (2,0-2,5)	200-400	— " —
5,0-10,0	3-5	4,0-6,0	0,25-0,3 (2,5-3,0)	400-700	Правий
10,0-15,0	3-6	5,0-8,0	0,3-0,35 (3,0-3,5)	700-1200	Те ж
15,0-25,0	5-6	5,0-8,0	0,35-0,4 (3,5-4,0)	900-1200	— " —
Більше 25,0	5-6	8,0-10,0	0,4-0,6 (4,0-6,0)	900-1200	— " —

**Табл. 9.14. Послідовність операцій і техніка
газового зварювання алюмінію та його сплавів**

Стадія процесу	Операції і техніка зварювання	Примітки
Підготовка до зварювання	<p>Почистити поверхні деталей металевою щіткою або при підвищених вимогах до якості з'єднання використати знежирення і травлення.</p> <p>Залишки масла випалити полум'ям пальника.</p> <p>Кромки зачистити на ширину 30–40 мм з кожної сторони шва (напилком, шабером, щіткою)</p>	<p>Присадку і кромки промивають 10 хв у лужному розчині з 20–25 г їдкого натрію та 20–30 г вуглекислого натрію на 1 дм³ води при 65°С із наступним промиванням у воді.</p> <p>Травлення протягом 2 хв у 25%-му розчині ортофосфорної кислоти або в 5%-му розчині азотної кислоти. Потім промивають у гарячій і холодній воді та протирають або сушать при 60°С</p>
Розчищення кромки (дефекту)	<p>Розчистити місце дефекта свердлами, пневмозубилом під V-подібний шов з кутом 90°. Засвердлити кінці тріщини свердлом Ø 6–8 мм.</p> <p>Розчистити стикові з'єднання деталей товщиною: до 5 мм — без скосу кромки, від 5 до 12 мм — V-подібний скіс (кут 30–35° з кожної сторони), більше 12 мм — X-подібний скіс (кут 30–35°)</p>	<p>При малій товщині стінки — без скосу кромки.</p> <p>Наскрізні тріщини на всю глибину, ненаскрізні — на 2–3 мм більше глибини тріщини.</p> <p>Застосування таврових, кутових і особливо з'єднань внапуск не рекомендується.</p> <p>Вибір зазору і відстань між прихватками за даними таблиці 9.15</p>
Встановлення деталей	<p>Встановити деталі в зону дії витяжної вентиляції з розташуванням у нижньому положенні</p>	<p>Інші просторові положення шва не рекомендуються</p>
Вибір режиму зварювання	<p>Відрегулювати м'яке (при тиску кисню 0,15–0,2 МПа) нормальне полум'я (1,0–1,1).</p> <p>Потужність полум'я 75 л/год ацетилену на 1 мм товщини (або за таблицею).</p> <p>Лівий спосіб при товщині металу до 5 мм і правий — при більшій товщині.</p> <p>Вибрати присаджувальний метал відповідної марки і діаметру (за таблицею).</p> <p>Для газів-замінників ураховують значення коефіцієнта заміни</p>	<p>Надлишок ацетилену призводить до пористості шва, а кисню — до утворення оксиду алюмінію.</p> <p>Можливе використання газів-замінників ацетилену: водень — для товщин до 1,2 мм, пропан-бутан — для товщини до 3 мм, але продуктивність знижується на 15–20%</p>

Стадія процесу	Операції і техніка зварювання	Примітки
Підготовка флюсу	Для розведення флюсу використовується фарфоровий, скляний або емальований посуд. Розводять флюс у необхідній кількості з розрахунку зберігання його 4–5 год. Більш тривале зберігання в розведеному стані знижує його активність. Флюси гігроскопічні і тому їх зберігають у герметично закритих емностях	Флюси містять легкоплавкі суміші хлористих сполук, лужних і лужноземельних елементів, до яких додають фтористі сполуки. Фтористі сполуки розчиняють оксид алюмінію. Хлористі солі літію віднімають кисень
Нанесення флюсу на кромки і присадку	Тонким шаром флюс наносять на кромки або нагрітій зварювальний дріт на відстань, рівну трикратній ширині шва	Флюс може бути у вигляді порошку чи пасту, приготовленої на воді або на спирті
Нагрівання поверхні деталей	Здійснити попередній загальний підігрів до 250°C, а відливки з силуміну до 300–400°C	Малогабаритні вироби нагрівають полум'ям пальника або електронагрівальними пристроями, а крупногабаритні — в печах
Зварювання	Розплавити кромки деталей полум'ям пальника і виконати прихватки. При цьому флюс наносять тільки на присаджувальний матеріал. Зварювання виконують відновлювальною зоною полум'я, відстань від кінця ядра до кромок становить 3–5 мм. Заварюють залежно від товщини металу лівим або правим способом. Починають від середини ділянками довжиною 60–70 мм по чергово в один і другий бік або, відступивши від краю на 50–100 мм, з наступною заваркою залишеної ділянки у зворотному напрямку. Колівальних рухів при товщині металу до 3 мм не виконують, а при більшій товщині — різні колівальні рухи	Відстань між прихватками знаходимо за таблицею 9.15. Кут нахилу мундштука пальника до поверхні металу спочатку повинен бути 90°, а потім у міру нагрівання кут установлюють залежно від товщини: до 5 мм — 40–60°, більше 5 мм — 60–80°. Присаджувальний пруток повинен знаходитись під кутом 40–60°. Зварювання треба виконувати безперервно, відривати полум'я від ванни не можна

Стадія процесу	Операції й техніка зварювання	Примітки
Закінчення зварювання	Накрити відливку і місце дефекту азбестом або засипати піском для повільного охолодження. Провести кування з одночасним відпалом при 300–350°C та витримкою 2–5 год у печі для зняття залишкових напруг і покращення механічних властивостей. Очистити шов волосяною щіткою від залишків флюсів і шлаків 2%-м розчином азотної кислоти, потім промити гарячою водою і просушити	Не можна залишати на протягах або в холодному місці. Процес не рекомендують використовувати для деталей, які піддаються впливу динамічних навантажень. На зварених ділянках забороняється нарізати різьбу. Промивати не пізніше, ніж через 1 год після зварювання

Табл. 9.15. Вибір зазору залежно від товщини і відстані між прихватками при газозварюванні алюмінію

Товщина металу, мм	Підготовка кромки	Зазор, мм	Відстань між прихватками, мм
До 1,5	Без скосу	0,5–1,0	20–30
1,6–3,0	Те ж	0,8–2,0	30–50
3,1–5,0	— " —	1,8–3,0	50–80
5,1–10,0	V-подібна з кутом 30–35°	2,5–4,0	80–120
10,1–15,0	V-подібна з кутом 30–35°, X-подібна з кутом 30–35°	3,5–5,0	120–200
15,1–50,1	X-подібна з кутом 30–35°	4,5–6,0	200–360

9.5. ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ МАГНІЄВИХ СПЛАВІВ

Магнієві сплави мають малу густину (1,74 г/см³), але високу міцність. Вони в 1,5 рази легші за алюміній і в 4,5 рази легші за сталь. Ці властивості і визначають широке використання магнієвих сплавів.

Через невисокі механічні характеристики чистий магній для виготовлення деталей у машинобудуванні не використовують. При одержанні сплавів у ролі основних легуючих елементів використовуються алюміній, цинк і марганець.

Промислові магнієві сплави прийнято ділити на деформівні МА1, МА2, ... МА19 і ливарні — МЛ2, МЛ3, ... МЛ19. Хімічний склад їх регламентує ГОСТ 14957-76 і ГОСТ 2865-79. Цифри, що стоять після букв МА і МЛ означають порядковий номер марки сплаву. Магнієві сплави добре поглинають вібрації, вони немагнітні, а при ударах і терті зовсім не іскрять. Корозієстійкість магнієвих сплавів не висока, тому вироби з них необхідно захищати утворенням захисних плівок із наступним покриттям: лаками, фарбами, епоксидними плівками.

При оптимальному виборі режиму зварювання і присаджувального матеріалу відношення міцності зварного з'єднання до міцності основного металу при газовому зварюванні магнієвих сплавів становить 0,6–0,75.

Труднощами зварювання магнієвих сплавів є:

1. Низька теплопровідність;
2. Близькість температур плавлення і спалаху (651°C);
3. Високий коефіцієнт лінійного розширення;
4. Велика хімічна спорідненість магнію з киснем;
5. Наявність тугоплавкої плівки (MgO), температура плавлення якої становить 2500°C.

При газовому зварюванні застосовують стикові з'єднання, а таврові, кутові і з'єднання внапуск не рекомендуються.

Технологічну зварюваність деформівних магнієвих сплавів наведено в табл. 9.16.

Табл. 9.16. Технологічна зварюваність деформівних магнієвих сплавів

Група сплавів	Марка сплаву	Зварюваність
Нетермозміцнювані: низької міцності середньої міцності	МА1 МА2, МА2-1, МА8, МА9	Добра Задовільна
Термозміцнювані: високої міцності жароміцні	МА5, МА14 МА11, МА13, ВМД1	Погана Задовільна

Для видалення оксидної плівки та захисту зварної ванни від кисню й азоту повітря при газовому зварюванні магнієвих сплавів застосовують флюси на основі хлористих і фтористих солей (табл. 9.17).

При зварюванні маловідповідальних деталей застосовують хлористі флюси, а для відповідальних — фтористі.

Фтористі флюси не спричиняють корозії, а густина їх перевищує густину зварної ванни, тому частинки флюсу можуть залишатися в металі шва.

Перед зварюванням флюс розводять до пастоподібного стану і тонким шаром з допомогою помазка наносять на кромки металу.

Табл. 9.17. Склад флюсів для газового зварювання магнієвих сплавів

Компонент	Флюси			
	ПО	МФ-1	№ 13	ВФ-156
Фтористий кальцій	17,4	25	13	14,8
Фтористий літій	21,2	15	16	19,8
Фтористий магній	26,2	10	19	24,8
Фтористий барій	35,2	30	26	33,0
Кріоліт	—	20	—	4,8
Оксид магнію	—	—	—	2,8
Фтористий кадмій	—	—	15	—
Кислий фосфорнокислий літій	—	—	11	—

Технологія газового зварювання магнієвих сплавів наведена в табл. 9.18.

Табл. 9.18. Послідовність операцій і техніка газового зварювання магнієвих сплавів

Стадія процесу	Операції й техніка зварювання	Примітки
Підготовка деталей	Очистити поверхні зварюваних кромок від плівки і оксидів механічним способом (металевими щітками) або хімічним (у спеціальних розчинах)	Зачищення шліфувальними кругами і шліфшкіркою не допускається. Оксидну плівку видаляють в 18%-му розчині хромової кислоти при 90–100°С протягом 5 хв. Потім промивають гарячою водою при 50–60°С, холодною водою і сушать на повітрі
Підготовка присаджувального матеріалу	Присаджувальний матеріал знежирюють чи травлять 20%-ю азотною кислотою або очищають металевою щіткою	Використовують пресовий дріт або пруток зі сплаву, що має однаковий хімічний склад з основним металом
Підготовка кромок	— до 1,2 мм — з відбортуванням кромок, без зазору і присадки; — від 1 до 3 мм — без розчищення кромок, зазор до 2 мм; — більше 3 мм — V-подібне розчищення з кутом 30–35°, зазор — 1,5–6 мм, притуплення 1,5–2,5 мм	Рекомендовано використувати стикове з'єднання

Стадія процесу	Операції й техніка зварювання	Примітки
Вибір режиму зварювання	Полум'я нормальне. Потужність — 75–100 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу	Деталі малої товщини краще зварювати заміниками ацетилену
Попередній підігрів	До температури 300–350°C	Для товщини металу більше 5 мм
Зварювання деталей	Зварювання ведуть відновлювальною зоною полум'я. Відстань від кінця ядра до поверхні кромки — 3 мм. Деталі товщиною до 5 мм — лівим способом, більше 5 мм — правим способом. Кут нахилу мундштука пальника до поверхні деталей товщиною до 5 мм — 30–45°, більше 5 мм — 45–60°. Кут нахилу присаджувального прутка до зварюваної поверхні — 40–50°. При товщині металу до 3 мм коливальні рухи пальником і присадкою не виконують. При більшій товщині виконують різні поперечні коливальні рухи	При зварюванні необхідно видаляти оксидну плівку і детально захищати розплавлену ванну від її взаємодії з киснем, азотом повітря та парами води. Зварюють швидко і безперервно. При заварюванні тріщин, їх кінці засвердлюють, розчищають до певного кута і заварюють від середини до країв
Закінчення зварювання	Шлак видаляють механічним способом	Промивання у воді і травлення деталей недопустимі

9.6. ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ НІКЕЛЮ

Нікель є важким кольоровим металом (густина — 8,9 г/см³) із високими антикорозійними властивостями.

Використовують у металургії, хімічній, харчовій та інших галузях. Технічний нікель містить 99,8–97,6% чистого нікелю. Найшкідливішими домішками при зварюванні є сірка і свинець.

Труднощами зварювання нікелю є:

1. Порівняно висока температура плавлення (1452°C);
2. Утворення оксиду нікелю, який має температуру плавлення вищу, ніж сам метал;

3. Зміна розчинності газів при охолодженні.

Зварюваність нікелю задовільна.

Газове зварювання використовують для виробів товщиною до 4 мм і невеликих габаритів (табл. 9.19).

Табл. 9.19. Послідовність операцій і техніка газозварювання нікелю

Стадії процесу	Операції і техніка зварювання	Примітка
Підготовка кромок	При товщині металу: до 1,5 мм — з відбортуванням кромок, без присадки; від 1 до 4 мм — без скосу кромок; більше 4 мм — V і X-подібні розчищення з кутом скосу 70°	
Підготовка присадки	Використовують дріт і смуги того ж складу, що й основний метал, або нікель, легований елементами розкиснювачами. Діаметр присадки рівний половині товщини основного металу	Бажано нікелевий дріт, легований кремнієм, марганцем або титаном
Вибір і підготовка флюсу	Кращих результатів досягають при використанні порошкоподібних флюсів № 1, 2, 3 і газоподібного БМ-1. Для ніхромів використовують флюс № 3 (з хлоридами). Флюс наносять у вигляді пасти	Нікель можна зварювати і без флюсу, але якість гірша. Флюси повинні мати температуру плавлення нижчу, ніж основний метал і покращувати рідкотекучість ванни
Вибір режими і процес зварювання	Перед зварюванням деталі прихвачують через 100–200 мм. Зварювальне полум'я нормальне або з надлишком ацетилену. Потужність полум'я — 140–200 л/год ацетилену на 1 мм товщини нікелю. Для ніхромів — 50–70 л/год ацетилену на 1 мм товщини ніхромів. Зварюють відновлювальною зоною, відстань від ядра полум'я до поверхні металу — 3–4 мм. Для металу товщиною до 2 мм — лівий спосіб, більше 2 мм — правий. Зварюють з максимальною швидкістю. Довгі шви зварюють зворотноступінчастим способом	Ацетилен перед зварюванням повинен бути просушений. Уникати перемішування ванни. Бажано зварювати за один прохід і без перерви

9.7. ЗВАРЮВАННЯ СВИНЦЮ

Свинець — хімічностійкий метал із низькою механічною міцністю. Через високу корозієстійкість використовують у хімічній промисловості для облицювання сталевих апаратури, трубопроводів, посуду, які працюють у середовищі сірчаної, фосфорної та інших кислот, а також для покриття кабелів.

Труднощі зварювання:

1. Низька температура плавлення (327°C);
2. Висока рідкотекучість;
3. Низька теплопровідність;
4. Утворення тугоплавкого оксиду свинцю (PbO) з температурою плавлення 850°C.

Технологія газового зварювання свинцю вказана в табл. 9.20.

Табл. 9.20. Послідовність операцій і техніка газозварювання свинцю

Стадія процесу	Операції й техніка зварювання	Примітки
Підготовка кромок	При товщині металу: до 1,5 мм — з відбортунням кромок без присадки; від 1,5 до 6 мм — без скосу кромок; більше 6 мм — V-подібне розчищення кромок, кут скосу — 30–35°	Кромки зачищають до металевого блиску на ширину не менше 30 мм з обох сторін
Вибір і нанесення флюсу	Для видалення оксидної плівки використовують флюс: стеарин або суміш стеарину з каніфоллю в співвідношенні 1:1. Наносять флюс (натирають) перед зварюванням на кромки і поверхню присадки	Флюс використовують при товщині металу більше 6 мм. При малій товщині (1,5–6 мм) використовують стеарин
Підготовка присадки	Діаметр прутка повинен бути в 2–2,5 рази більший товщини зварюваного матеріалу, але не більше 10 мм	Використовують прутки і смуги того ж складу, що і зварюваний метал
Вибір режиму зварювання. Процес зварювання	Полум'я нормальне. Потужність полум'я — 15–20 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу. Зварюють лівим способом. Бажано використовувати сталеву підкладку. Кут нахилу пальника до поверхні металу 45°. При товщині металу більше 8 мм використовують багатопшарове зварювання.	Низька температура плавлення і невелика теплопровідність дає можливість використовувати гази-замінники: пропан-бутан, природний газ, міський газ, пари бензину і гасу. При вертикальному зварюванні треба використовувати пересувні формуючі планки (кристалізатори)

Стадія процесу	Операції й техніка зварювання	Примітки
Вибір режиму зварювання. Процес зварювання	Через високу рідкотекучість бажано зварювати в нижньому положенні. Характерним для свинцю є спосіб зварювання окремими краплями, при якому одночасно нагрівають присаджувальний і основний метал до початку розплавлення, а потім відводять палик у сторону до скапування краплі присадки на розплавленій метал кромки. Весь шов виконують невеликими ванночками, які наполовину перекривають одна одну	Можна зварювати і внапуск, але при цьому збільшуються витрати металу через велику величину напуску 60–70 мм і змінюється характер коливальних рухів (рис. 39)

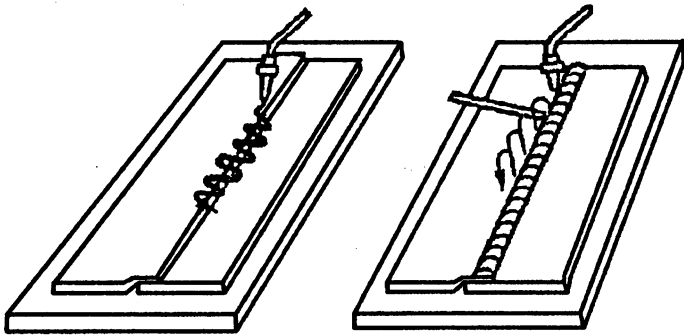


Рис. 39. Характер руху полум'я при зварюванні окремими ванночками

9.8. ЗВАРЮВАННЯ ЦИНКУ

Цинк використовують для виготовлення джерел струму, захисного покриття. Існують ливарні (ЦА4, ЦАМ4-1) й антифрикційні (ЦАМ9-1,5, ЦАМ10-5) сплави цинку. З них виготовляють корпусні деталі, прилади, високоточні вироби, арматуру.

Температура плавлення цинку становить 419°С.

Технологія газового зварювання цинку наведена в табл. 9.21.

Табл. 9.21. Параметри технології газозварювання цинку

Присаджувальний метал	Смуги з листа такої ж товщини, що і зварювані деталі
Флюс	Склад: 50% хлористого амонію, 50% хлористого цинку. Наносять на кромки і поступово добавляють на гарячому кінці присадки
Розчищення кромок	До 4 мм — без розчищення кромок, більше 4 мм — V-подібне розчищення кромок з кутом скосу 90°
Горючий газ	Ацетилен або газ-замінники
Полум'я	Слабо відновлювальне (з надлишком ацетилену)
Витрати ацетилену	50 л/год на 1 мм товщини металу
Особливості техніки зварювання	Лівий спосіб зварювання. Стикові шви виконують на підкладці (азбест, цегла). Міцність швів низька. Проковують при 100°C зі швидким охолодженням водою для підвищення міцності

9.9. ЗВАРЮВАННЯ СРІБЛА

Із срібла виготовляють електровакуумні прилади, припої, покриття, акумулятори, електротехнічні вироби, ювелірні вироби та ін. Температура плавлення срібла становить 960,5°C, густина — 10,5 г/см³.

Технологія газового зварювання срібла вказана в табл. 9.22.

Табл. 9.22. Параметри технології газозварювання срібла

Присаджувальний метал	Дріт із срібла, що містить 0,5–1% алюмінію (розкиснювач)
Флюс	Склад: 48% бурі, 48% борного ангідриду, 4% флюсу АФ-4А. Флюс розводять етиловим спиртом і наносять на кромки та пруток
Горючий газ, полум'я	Ацетилен. Нормальне або слабо відновлювальне
Витрати ацетилену	100–150 л/год на 1 мм товщини металу
Особливості техніки зварювання	Лівий спосіб зварювання. Шви схильні до утворення пор

10.1. СУТЬ ПРОЦЕСУ НАПЛАВЛЕННЯ

Наплавленням називається процес нанесення присаджувального матеріалу на основний метал. При цьому основний метал розплавляється на незначну глибину. Використовують наплавлення для відновлення спрацьованих деталей і для надання поверхневому шару металу особливих властивостей — корозієстійкості, твердості, стійкості проти спрацювання та ін.

При газополуменевому наплавленні легше регулювати ступінь нагрівання основного та присаджувального матеріалу завдяки їх окремому нагріванню. Газокисневе полум'я захищає наплавлений метал від окиснення повітрям і від випаровування хімічних елементів.

Недоліком газополуменевого наплавлення є низька продуктивність порівняно з дуговим і збільшена зона нагрівання основного металу, що може призвести до виникнення напруг і деформацій в деталях. Тому газополуменеве наплавлення використовують переважно для деталей невеликих розмірів.

При наплавленні на попередньо нагріту поверхню направляють полум'я, але не доводять основний метал до розплавлення. Потім подають присадку і, розплавляючи її, наплавляють метал. При цьому він повинен розпливатись по нагрітій поверхні.

10.2. НАПЛАВЛЕННЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Газове наплавлення використовують переважно для латуні. Мідь і бронзу доцільно наплавляти електродуговими методами.

Латунь наплавляють на деталі зі сталі та чавуну. Поряд із ацетиленом використовують і гази-замінники, які застосовують для наплавлення кремнистої латуні з додатковим флюсуванням поверхні основного металу.

Склад полум'я, на відміну від зварювання, має бути нормальним, щоб уникнути утворення тріщин у сталі. Потужність полум'я (номер наконечника), як і діаметр присаджувального прутка, визначається залежно від висоти наплавлюваного шару (табл. 10.1).

Табл. 10.1. Режими наплавлення

Товщина наплавлюваного шару, мм	Діаметр присадки, мм	Номер наконечника	Потужність ацетиленокисневого полум'я, м ³ /год
3–4	4–6	4	400–700
5–6	8–10	5	600–1100
6–7	10–12	6	1050–1750

Наплавлювані метали. Для наплавлення на чорні метали використовують більшість видів латуні, крім висококремнистих (ЛК62-05, ЛК80-3 та ін.), які не забезпечують міцність з'єднання наплавленого і основного металів через утворення крихкого про шарку на межі сплавлювання.

Добре наплавляються латуні з пониженим вмістом кремнію ЛК62-02 або леговані нікелем – ЛНК56-03-6.

Флюси. Наплавлення на сталь і чавун виконують із флюсом. Найкращі результати одержують при використанні газоподібного флюсу БМ-1, який вводять безпосередньо в полум'я, і такий процес називають газофлюсовим наплавленням.

При наплавленні простими латунями рекомендують ті ж флюси, що й для зварювання латуні, а для кремнистої латуні використовують флюс-пасту № 3.

Флюси вводять у наплавлювальну ванну вручну, крім газоподібного.

Техніка наплавлення. Поверхні наплавлюваних деталей перед наплавленням зачищають до металевого блиску. Присаджувальний метал зачищають від забруднень і оксидів. Крупногабаритні деталі підігрівають до температури 500°С. Наплавлення буває одно- і багат шарове.

При наплавленні з порошкоподібними флюсами виконують нагрівання деталі до температури 900–950°С.

Порошкоподібні флюси використовують переважно для наплавлення латуні на сталь і чавун. Через високу температуру попереднього підігріву (900–950°С) при наплавлюванні на чавун виникає небезпека відбілювання чавуну.

Наплавлюють лівим способом, у нижньому положенні, безперервно або окремими ділянками, зворотноступінчастими валиками з перекриттям попередньої ділянки у місці стику на довжину 15–20 мм.

При накладанні наступних шарів, попередній наплавляється на глибину близько 30% його товщини.

Після нанесення флюсу перший шар наплавляють товщиною 0,3–0,5 мм. Останній шар наносять для одержання необхідної висоти валика. Присадку розплавляють полум'ям пальника, нахиленого під кутом 45° до горизонтальної площини.

При наплавленні прямолінійних швів допускається нахил поверхні під кутом $8-15^\circ$ до горизонтальної площини для збільшення висоти наплавлюваного шару. При наплавленні кільцевих швів кут нахилу поверхні не повинен перевищувати 40° до горизонту. Для зменшення випаровування цинку можна використовувати навуглецьоване полум'я. Після наплавлення шов проковують при температурі $750-800^\circ\text{C}$.

При наплавленні чавуну слід враховувати, що при нагріванні до температури $900-950^\circ\text{C}$ на його поверхні проходить вигорання графіту, продукти згоряння якого утруднюють змочування. Тому графіт спочатку випалюють з поверхні окиснювальним полум'ям пальника, а потім детально зачищають металевою щіткою. Наплавлення чавуну латунями із застосуванням порошкоподібних флюсів використовують в обмежених випадках.

При газофлюсовому наплавленні чавуну та сталі деталь нагрівають до температури змочування (близько 700°C). Нагрівання до 500°C виконують без подачі флюсу в полум'я пальника, далі тільки з флюсом. Флюс подається автоматично за допомогою устаткування КГФ-371.

Деталь розташовують під кутом $8-10^\circ$ до горизонтальної площини. Наплавлюють лівим способом знизу вгору. Кут нахилу мундштука до горизонталі — $30-60^\circ$, кут між мундштуком і присадкою — $90-110^\circ$. Кінець прутка занурюють у ванну рідкого металу (рис. 40).

При нормальному процесі наплавлення цинк не випаровується, наплавлюваний валик лягає компактно; частина ванни, яка не піддавалась впливу полум'я, закрита суцільною плівкою шлаку. Поверхня металу повинна бути гладенькою і покритою шлаками. При наплавленні наступних шарів збільшують кут нахилу між мундштуком і основним металом.

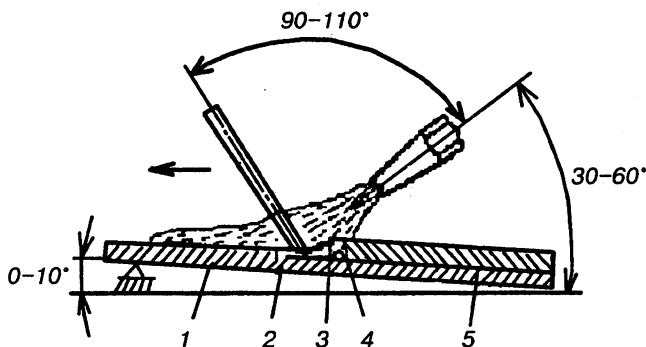


Рис. 40. Схема газофлюсового наплавлення:

- 1 — основний метал; 2 — присадка; 3 — рідка ванна; 4 — плівка флюсу;
5 — наплавлений валик

Через те, що наплавлення із застосуванням газоподібного флюсу проходить при низьких температурах, графіт не вигорає. Очищати і проковувати попередні шари при наплавленні наступних не треба.

10.3. НАПЛАВЛЕННЯ ТВЕРДИМИ СПЛАВАМИ

Тверді сплави наплавляють на деталі, робочі поверхні яких піддаються спрацюванню. Це бурові інструменти, зуби ковшів екскаваторів, деталі прокатних станів, леміхи, плуги, штампи, центри токарних верстатів, клапани, різці, свердла, фрези та ін.

Найкраще піддаються наплавленню вуглецеві сталі з вмістом вуглецю не більше 0,6%, а також хромонікелеві й ванадієві (табл. 10.2). Наплавлення високовуглецевих, марганцевих, хромомолібденових сталей, схильних до гартування, а також чавуну потребують спеціальних заходів: перед наплавленням їх підігрівають, а після наплавлення повільно охолоджують.

Табл. 10.2. Тверді сплави для газополуменевого наплавлення

Матеріал	Марка	Характеристика	Твердість, HRC	Застосування	Примітка
Литі тверді сплави у вигляді прутків	Стеліт В2К В3К	Сплав вольфраму і хрому, зв'язаних кобальтом і залізом	С46–48 42–43	Деталі, що працюють при високих температурах	
	Сормайт 2 Сормайт С27 (взамін сормайту 1)	Сплав карбиду хрому із залізом і нікелем (до 5%)	40–45 50–54	Деталі, що працюють при нормальних і підвищених температурах	Замінники стеліту, але більш крихкі
Твердий сплав у вигляді трубчастого стрижня	Реліт ТЗ	Трубка (Ø6×0,5 мм) з низьковуглецевої сталі, заповнена крихтани карбідів вольфраму	85	Буровий інструмент і деталі, що працюють в умовах сильного абразивного спрацювання	При наплавленні розплавляється сталева оболонка, а крихти вварюються в наплавлений шар з карбиду вольфраму — 85% і заліза — 15%

Матеріал	Марка	Характеристика	Твердість, НРС	Застосування	Примітка
Металокерамічні тверді сплави у вигляді пластин	ВК ТК ТТК «победит»	Карбідні вольфраму, титану, танталу, зв'язані кобальтом і залізом	86–91	Для металоріжучого інструменту	Пластини паяють до основи за допомогою мідно-цинкових припоїв, щоб уникнути перегрівання

Присаджувальні матеріали. У якості присаджувального матеріалу використовують литі тверді сплави, трубчасті стрижні ТЗ, прутки з білого чавуну БЧ або ХЧ, які забезпечують твердість поверхні наплавленого шару відповідно НРС 44-46 і 48-52. Розміри прутків указані в табл. 10.3. Білий чавун використовують для підвищення стійкості проти спрацювання деталей (лемехів плугів, лап культиваторів, зубів ковшів та ін.). Крім того до сталевих деталей припаюють металокерамічні пластини. Порошкоподібні тверді сплави можна наплавляти тільки способом газопорошкового наплавлення, тому що при звичайному наплавленні вони роздуваються полум'ям.

Табл. 10.3. Розміри прутків

Діаметр, мм	4	5–6	8
Довжина, мм	300 і 350	350–400	450 і 500

Флюси. Для захисту наплавленого шару використовують флюси.

При наплавленні стеліту використовують буру або суміш бури (20%), борної кислоти (68%) і плавикового шпату (12%).

Наплавлення сормаїту виконують флюсом, який містить буру (50%), двовуглекислу соду (47%) і кремнезем (3%).

Техніка наплавлення. Перед наплавленням поверхню основного металу очищують від окалини, іржі, бруду. При необхідності знімають фаску. Глибина фаски для сормаїту 1 – від 0,5 до 2,5 мм, для сормаїту 2 – від 1,5 до 3,5 мм, ширина – 5–10 мм.

Краї фаски заокруглюють. При виявленні тріщин вони повинні бути заварені.

Наплавляють з попереднім підігрівом. Загартовані деталі попередньо відпалюють при 750–900°C для зменшення внутрішніх напруг. Масивні деталі, схильні до тріщин, підігрівають до 500–700°C газовими пальниками. Інколи використовують супровідний підігрів. Дрібні деталі достатньо підігріти до 300–500°C. Наплавляють в один або декілька шарів із покриттям поверхні флюсом і введенням його у ванну на кінці прутка.

Потужність полум'я становить 100–120 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу. Склад полум'я: з надлишком ацетилену, яке сприяє кращому сплавленню металів. Максимальна глибина проплавлення не повинна перевищувати 0,3–0,5 мм для запобігання перемішуванню основного металу з наплавленим.

Товщину наплавленого шару регулюють кутом нахилу деталі до горизонту. Коли кут нахилу дорівнює 5–7°, то одержують тонкий шар, при збільшенні кута нахилу до 8–15° і при наплавленні знизу вверх — товстіший шар.

Пальник розташовують під кутом 60–80° до поверхні деталі, а присадку — під кутом 30–35°.

Наплавляють у нижньому положенні лівим і правим способом безперервно або зворотноступінчастими валиками, щоб уникнути жолоблення. Пруток повинен знаходитись у зоні полум'я. Видалення оксидів із поверхні виконують прутком. Не можна допускати дотик ядра полум'я до розплавленого металу, щоб не утворилися пори. Відстань мундштука до поверхні — 5–10 мм. Температура плавлення литих твердих сплавів — 1260–1300°C.

Якщо деталь сильно спрацьована, то її спочатку наплавляють дротом низьковуглецевої сталі до відновлення початкового профілю, а потім — твердими сплавами.

Якщо деталь піддається ударним навантаженням, то товщина наплавленого шару не перевищує 2–3 мм, а при стиранні — 4–8 мм.

Наприкінці наплавлення деталь повільно охолоджують для попередження виникнення тріщин.

10.4. ГАЗОПОРОШКОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ

Газопорошкове наплавлення — ефективний і простий процес, при якому наплавлюваний метал у вигляді порошку подається через газокисневе полум'я в місце наплавлення. Це дає можливість одержати шар наплавленого металу товщиною від 0,2 до 2 мм і більше та твердість HRC60. За цим методом відсутнє змішування наплавленого металу з основним і тому зберігається

хімічний склад вихідного матеріалу при мінімальному припуску на обробку.

Використовують газопорошкове наплавлення для зміцнення і відновлення розмірів мало- і середньогабаритних деталей з вузькими наплавленими поверхнями (кулачки розподільних валів, клапани двигунів внутрішнього згорання та ін.). При цьому стійкість проти спрацювання підвищується в 2–5 разів.

Наплавлення виконують спеціальними пальниками типу ГН з бункером і дозатором порошку, який подають автоматично натисканням важеля на пальнику.

Наплавлювальні порошки. Для газопорошкового наплавлення застосовують самофлюсуючі порошки строго сферичної форми розмірами 40–100 мкм. (табл. 10.4). Наявність бору та кремнію надає самофлюсуючі властивості і наплавлення проходить без застосування флюсів, що дуже вигідно.

Порошки типу НПЧ для наплавлення чавунів містять 5–7% міді, а типу СНГН – 13–19% хрому.

Техніка наплавлення. Наплавляють нормальним або трохи науглецьованим полум'ям.

Деталь очищають від жирів, забруднень, мастил, окалини. Виконують попередній підігрів до 350–400°C. На поверхню деталі напилюють тонкий шар (0,2 мм) порошку і полум'ям нагрівають початкову ділянку до температури «змочування» основного металу. Потім пальник відводять на відстань, рівну 1,5–2 довжини ядра полум'я і плавно подаючи порошок в нього, наплавляють шар металу товщиною не більше 1 мм.

При необхідності одержання шару більшої товщини, напилюють новий шар металу. Багат шарове наплавлення забезпечує одержання металу товщиною до 5 мм. Товщину нанесеного покриття контролюють спеціальними шаблонами. Газопорошкове наплавлення забезпечує одержання тонкошарового наплавлення у важкодоступних місцях і в будь-яких просторових положеннях.

Табл. 10.4. Матеріали для газопорошкового наплавлення

Марка	Характеристика	Твердість наплавленого шару HRC, HB	Застосування
СНГН-50	Самофлюсуючий порошок, містить хром, бор, нікель і кремній	HRC 50-60	Для зміцнення і відновлення деталей, що працюють в умовах абразивного спрацювання
ВСНГН-88	Самофлюсуючий порошок, містить хром, бор, нікель і кремній з добавкою вольфраму (30-37%)	HRC 60-62	Те ж
НПЧ-1	Тверді сплави на основі нікелю з добавкою міді, бору і кремнію	HB 220	Для виправлення дефектів площею не більше 20 см ² на оброблених поверхнях чавунних виробів, що не підлягають поверхневому гартуванню. Температура плавлення 1280°С
НПЧ-2	Те саме	HB 360	Для виправлення дефектів площею не більше 12 см ² на відпрацьованих чавунних поверхнях, що підлягають високочастотному гартуванню. Температура плавлення 1170°С
НПЧ-3	— " —	HB 180-210	Для виправлення дефектів на повністі оброблених чавунних поверхнях, що не піддавались поверхневому гартуванню. Температура плавлення 960°С
НПЧ-4	— " —	HB 450-500	Для виправлення дефектів на оброблених чавунних поверхнях, що піддавались поверхневому гартуванню

Розділ 11

ПАЯННЯ ГАЗОВИМ ПОЛУМ'ЯМ

11.1. СУТЬ ПРОЦЕСУ ПАЯННЯ. ПРИПОЇ, ФЛЮСИ

Паяння — це технологічний процес одержання нероз'ємних з'єднань металів нагріванням до розплавлення більш лекоплавкого присаджувального металу — припою, що заповнює зазор між з'єднувальними деталями. Основний метал не плавиться, а нагрівається до температури плавлення припою. Ця особливість дозволяє використовувати паяння для з'єднання різних металів. Недоліком паяння є застосування переважно з'єднань внапуск і використання дефіцитних компонентів (срібло, олово, мідь та ін.).

Відповідно ГОСТу 17327-80 розрізняють два основних види паяння: високотемпературне (температура плавлення припою вище 550°C) і низькотемпературне (температура плавлення припою нижче 550°C).

Паяння здійснюється завдяки здатності припою змочувати поверхні з'єднувальних деталей і проникати в них з утворенням тонкого шару припою, який забезпечує міцність і щільність паяного з'єднання.

Припої випускають у вигляді дроту, прутків, смуг, порошкового дроту, порошоків і пасти (табл. 11.1 та 11.2). Мідно-цинкові припої через підвищену крихкість постачають у вигляді зерен різної грануляції: А — 0,2–3 мм; Б — 3–5 мм.

Табл. 11.1. Припої для низькотемпературного паяння

Марка або склад	Область застосування	Примітка
<i>Олов'яно-свинцеві (ГОСТ 21930-80)</i>		
ПОС-90	Лудіння і паяння внутрішніх швів харчової і медичної апаратури	—
ПОС-61	Лудіння і паяння електро- і радіоапаратури	Для паяння високогерметичних швів, що не допускають перегрівання

Марка або склад	Область застосування	Примітка
ПОС-40	Лудіння і паяння деталей з оцинкованого заліза, латуні та мідних проводів	—
ПОС-10	Лудіння і паяння контактних поверхонь електричних апаратів, приладів, реле	—
ПОСС _у -4-6	Лудіння і паяння заліза, латуні, міді, свинцю	При наявності клепаних замкових швів, вм'ятин у кузовах автомашин
<i>Олов'яно-цинкові</i>		
Олово 45 % Цинк 50 % Алюміній 5 %	Паяння алюмінію	Паяні шви схильні до корозії

Покриття поверхні виробів тонким шаром припою називають лудінням, а шар, що наноситься, — полудою. Лудіння застосовують при підготовці деталей до паяння, а також для захисту виробів від корозії, окиснення.

Табл. 11.2. Припої для високотемпературного паяння

Марка або склад	Область застосування	Примітка
<i>Срібні (ГОСТ 19738-80)</i>		
ПС _р -10	Паяння деталей, що піддаються нагріванню до 800°С	—
ПС _р -12	Паяння міді та латуні з вмістом міді 58 %	—
ПС _р -25	Паяння дрібних деталей	Для деталей, що потребують чистоти шва і високих пластичних властивостей
ПС _р -45	Паяння відповідальних мідних і бронзових деталей	Для збереження високої електропровідності та пластичності шва
ПС _р -65	Паяння стрічкових пил	—
ПС _р -70	Паяння струмоведучих частин	—

Марка або склад	Область застосування	Примітка
<i>Мідно-цинкові (ГОСТ 21737-80)</i>		
ПМц-36	Паяння латуні Л59, легованих латуней	—
ПМц-48	Паяння латуні	—
ПМц-54, Л62	Паяння міді, бронзи, сталі	—
ЛОК 62-06-04	Паяння деталей зі сталі і чавуну	—
Л63, Л68	Паяння вуглецевих сталей і міді	—
МЦН 48-10 ЛК 62-05 ЛОК 59-1-03	Паяння сірого чавуну	—
<i>Мідно-фосфорні</i>		
ПМФОПР 6-4-0,03	Паяння міді та її сплавів	Замінник на основі срібла типу ПСР-40 та ін.
<i>Кремне-мідно-алюмінієві</i>		
№ 34 (кремній 6 %, мідь 28 %, алюміній 66 %)	Для паяння алюмінію і його сплавів	Задовільна стійкість швів проти корозії

Флюси покращують умови змочування поверхні металу розплавленим припоєм, захищають метал і присадку від окиснення, розчиняють існуючі оксидні плівки.

Хімічний склад і застосування флюсів указані в табл. 11.3 та 11.4.

Табл. 11.3. Флюси для низькотемпературного паяння

Склад флюсу	Застосування
Каніфоль	Паяння міді та її сплавів
Хлористий цинк 25–30 % Хлористий амоній 5–20 % Вода 50–70 %	Паяння сталі, міді, мідних сплавів
Насичений розчин хлористого цинку в соляній кислоті	Паяння нержавіючої сталі
Хлористий цинк 85 % Хлористий амоній 10 % Фтористий натрій 5 %	Паяння алюмінію

Табл. 11.4. Флюси для високотемпературного паяння

Флюс	Застосування	Примітка
Бура 100 %	Паяння міді, латуні, бронзи, сталі, чавуну	Припої мідно-цинкові та срібні
Бура 50 % Борна кислота 50 %	Паяння нержавіючої сталі	Флюс у вигляді пасти
Бура 40 % Борна кислота 40 % Сода 20 %	Паяння латуні та міді	Припої срібні
Борна кислота 50–60 % Вуглекислий літій 20–25%	Паяння чавуну	Припої латунні
Борна кислота 55–45 % Калій фтористо-водневий 45–55 %	Паяння надтвердих сплавів і високовуглецевої інструментальної сталі	—
Борна кислота 80 % Бура, фтористий калій, літій	Паяння міді з нержавіючими сталями	Флюс у вигляді пасти
Фтористий натрій 8–10 % Хлористий барій 10–15 % Хлористий натрій 15–20 % Хлористий цинк 30–40 % Решта — хлористий кальцій	Паяння алюмінієвого лиття	Для паяння тріщин
№ 34	Паяння алюмінію	—

11.2. ТЕХНІКА ПАЯННЯ

Перед паянням деталі очищають від бруду, окалини, оксидів, жиру.

Порошкові флюси насипають тонким шаром на кромки, причому часто застосовують попередній підігрів, щоб крупинки флюсу плавилась, прилипали до металу і не здувались полум'ям паяльника. Крім того порошкоподібний флюс наносять на кінець прутка припою. Пасти і розчини наносять помазками або обмочують у них припої.

При паянні використовують з'єднання (рис. 41) внапуск, стикові, з відбортовкою, втулочні, трубчасті, спеціальні. Зазор між поверхнями деталей повинен бути мінімальним.

Після очищення поверхні деталей лудять, закріплюють у пристосуваннях, встановивши необхідний зазор (табл. 11.5). Відрегулюють полум'я. Використовують нормальне полум'я, але мож-

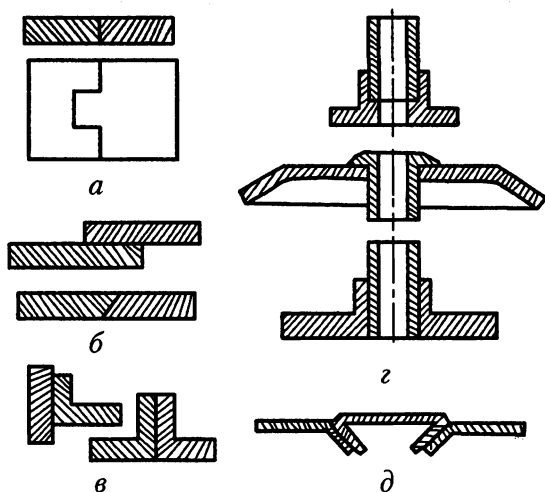


Рис. 41. Типи паяних з'єднань

a — стикові; *б* — внапуск; *в* — з відбортовкою; *г* — втулочні; *д* — спеціальні

ливо з невеликим надлишком горючого газу. Для мідно-цинкових припоїв використовують полум'я з надлишком кисню. Потужність полум'я для паяння:

- вуглецевої сталі** — 100– 200 л/год ацетилену на 1 мм товщини;
- нержавіючої сталі** — не більше 70 л/год ацетилену на 1 мм товщини;
- міді** — 150– 200 л/год ацетилену на 1 мм товщини;
- латуні** — 100– 120 л/год ацетилену на 1 мм товщини.

Табл. 11.5. Рекомендовані зазори при паянні металів

Припої	Зазор при паянні, мм		
	міді та її сплавів	сталі	алюмінію
Срібний	0,05–0,25	0,03–0,12	—
Мідно-цинковий	0,06–0,3	0,12	—
Латунний	0,075–0,3	0,12	—
Олов'яно-свинцевий (низькотемпературний)	0,05–0,15	0,05–0,15	—
Кремне-мідно-алюмінієвий (високотемпературний)	—	—	0,1–0,3

При використанні газів-замінників треба враховувати коефіцієнт заміни для відповідного газу і витрати кисню.

Деталі нагрівають факелом полум'я — зоною, яка знаходиться на відстані 20–30 мм від ядра. Це не допускає перегрівання металу. Полум'я треба завжди направляти на деталь більшої товщини і теплопровідності (при паянні різнорідних матеріалів).

Вибір діаметра або ширини припою виконують з розрахунку, щоб його діаметр або переріз був рівним 1–3 товщини найбільш тонкого елемента паяних деталей.

Після розплавлення флюсу, розплавляють і припій за рахунок теплоти нагрітих деталей шляхом дотику прутком припою країв деталі.

Виконують паяння, розплавляючи пруток тертям його об нагріту поверхню, з періодичним набиранням флюсу кінцем припою, до заповнення зазору й утворення шва.

Після паяння полум'я відводять у сторону і забезпечують повільне охолодження. Шов очищають від флюсу промиванням у теплій воді, а флюси з бурою — травленням у 10%-му розчині сірчаної кислоти з наступним промиванням водою та протиранням ганчіркою. При необхідності проводять термообробку виробу.

12.1. ПОВЕРХНЕВЕ ГАРТУВАННЯ ГАЗОВИМ ПОЛУМ'ЯМ

Цей процес полягає у швидкому нагріванні полум'ям поверхневого шару виробу до температури гартування та інтенсивного його охолодження з метою одержання загартованого шару. Звичайно цей шар становить 1,5–5 мм, що забезпечує підвищення стійкості проти спрацювання, твердості і міцності виробу.

Залежно від розмірів, форми виробу, вимог до поверхневого шару, застосовують різні способи нагрівання і охолодження (рис. 42). При циклічному способі нагрівається весь об'єм металу з наступним окремим охолодженням. При безперервному способі обробка проходить при одночасній дії нагрівання й охолодження з деякою затримкою в часі від моменту нагрівання.

Гартування виконують спеціальними пальниками типу ГЗ. Форма розташування мундштуків наконечника повинна відповідати конфігурації поверхні деталі. Для загартування циліндричних і

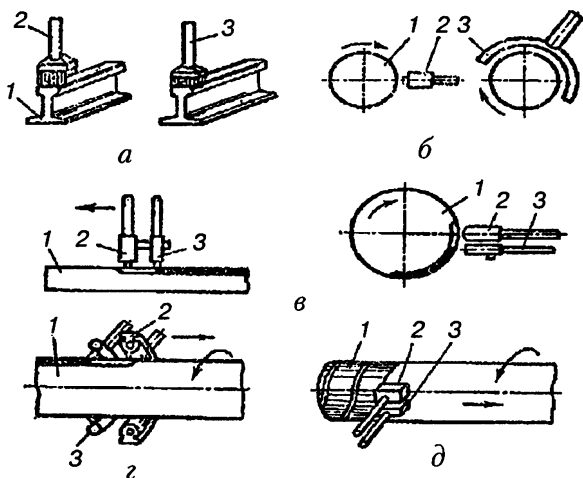


Рис. 42. Схеми способів поверхневого гартування:

а — стаціонарний; *б* — швидкого обертання; *в* — безперервно-послідовний; *г* — комбінований кільцевий; *д* — комбінований спеціальний; 1 — деталь; 2 — пальник; 3 — розбрискувач холодної води

прямолинійних деталей використовують пальники типу НАЗ (на ацетилені) і ГЗЗ — на замісниках (пропан-бутан, природний газ). Наконечники мають ширину від 45 до 110 мм і комплектуються змінними пристроями для охолодження, щоб одержати гартований шар різної глибини і твердості.

Метал охолоджують струменем повітря або води. Гартування виконують тільки механізованим шляхом. Пальник закріплюють у супорті, який переміщують вздовж поверхні, яка підлягає гартуванню.

Сталь гартують на мартенсит, троостит і сорбіт (табл. 12.1). Щоб одержати ці структури треба підібрати відповідне нагрівання і швидкість охолодження.

Табл. 12.1. Режими поверхневого гартування

Структура загартованого шару	Швидкість гартування, мм/хв	Питома потужність полум'я, л/год на 1 см ширини	Питомі витрати води л/хв на 1 см ширини	Відстань між полум'ям і струменем повітря, мм	Відстань між струменями повітря і води, мм	Питомі витрати повітря м ³ /год на 1 см ширини	Примітка
Гартування на мартенсит	70–150	500	0,4–0,8	—	—	—	Глибина загартованого шару — 2,4–4 мм, твердість НВ 350–400
Гартування на троостит і сорбіт	70–150	500	0,4	12–15	10–20	1,5	

12.2. ВИПРЯМЛАННЯ МЕТАЛІВ ГАЗОВИМ ПОЛУМ'ЯМ

Цей спосіб випрямлення полягає в місцевому нагріванні деформованої ділянки полум'ям пальника та швидкому охолодженні.

При нагріванні метал намагається розширитись, але цьому заважають його холодні частини. В результаті виникають стискаючі напруги, які викликають деформацію стиску. При охолодженні на цій ділянці виникають зворотні та розтягуючі напруги, які й випрямляють виріб.

Для зменшення великих деформацій одночасно з нагріванням використовують механічні засоби (струбцини, домкрати, лещата та ін.). Нагрівають, як правило, випуклу частину (горб) деформованої поверхні.

Охолодження природним шляхом на повітрі, але можливе використання водяного охолодження для сталей, що не піддаються гартуванню.

Для нагрівання використовують універсальні пальники ГЗЗ на ацетилені або газах-замінниках. Можна використовувати пальники для поверхневого гартування.

Спочатку вибирають ділянку нагрівання і визначають ширину зони нагрівання. Вона повинна становити 0,5–2 товщини листа, а при випрямленні вала — 0,2–0,5 його діаметра.

Вибрану зону нагрівають до 250–650°С (темно-червоного кольору) залежно від величини деформації.

Швидкість переміщення полум'я при нагріванні становить 500–600 мм/хв. Чим швидше виконують нагрівання, тим краще проходить процес випрямлення виробу. Температура не повинна перевищувати температуру початку структурних перетворень металу.

Потужність полум'я для випрямлення вибирають із розрахунку витрат ацетилену 300 л/год на 1 мм товщини металу.

Нагрівання виконують вручну і тому точність випрямлення залежить від кваліфікації зварника.

12.3. ОЧИЩЕННЯ МЕТАЛІВ ГАЗОВИМ ПОЛУМ'ЯМ

Цей спосіб полягає в швидкому нагріванні поверхневого шару металу, при якому іржа зневоднюється, окалина відшаровується, а фарба згорає без значного нагрівання основного металу. Залишки оксидів і фарби легко видаляються металевою щіткою. Відшарування окалини і бруду відбуваються через різницю коефіцієнтів лінійного розширення їх і основного металу. Для очищення використовують жорстке окиснювальне полум'я. Кут нахилу пальника — 40–60° до горизонталі. Швидкість переміщення від — 0,5 до 1 м/хв. Найбільшу швидкість застосовують для сухих шарів іржі, найменшу — для фарб, лаків, які не відшаровуються, а обуглюються або згорають. Кращі результати дає переміщення пальника «на себе», це запобігає забрудненню сопла частинками окалини та іржі, що відлітають від очищувальної поверхні.

Мундштук пальника розташовують під кутом 30° до напрямку руху для перекриття кожного попереднього шару наступними на 15–20 мм.

Залежно від стану поверхні, очищення можна виконувати в два-три проходи.

Між окремими проходами зачищають і повністю охолоджують поверхню металу.

Продуктивність очищення досягає 20 м² поверхні за годину при питомих витратах ацетилену від 0,1 до 0,4 м³ на 1 м² площі.

12.4. ГАЗОТЕРМІЧНЕ НАПИЛЕННЯ

Процеси газотермічного напилення характеризуються технологічною простотою, нескладністю і компактністю обладнання та дозволяють у широких межах регулювати властивості одержаного покриття. Напилення використовують для підвищення корозійної стійкості, жаростійкості, стійкості проти спрацювання та ін.

Для газотермічного напилення використовують апаратуру і устаткування дротяного і порошкового типу (рис. 43).

Апарати дротяного типу призначені для нанесення покриття з алюмінію, цинку, сталі та інших металів у вигляді дроту діаметром 2–4 мм для роботи вручну (табл. 12.2).

Живлення апаратів горючим газом здійснюють від балонів, рампи, ацетиленових генераторів.

Кисень і повітря подають від балонів або компресорів.

Табл. 12.2. Технічні дані апаратів МГІ-4

Характеристика	Тип апарата	
	МГІ-4А	МГІ-4П
Продуктивність, кг/год	До 23	До 23
Діаметр дроту, мм	2–4	2–4
Швидкість подачі дроту, м/хв	1–12	1–12
Найбільші витрати, м ³ /год:		
повітря	60	60
кисню	2,5	5,5
ацетилену	1,3	—
пропану	—	1,1
Робочий тиск, кг/см ² :		
повітря	4–5	4–5
кисню	2,5–4,5	2–5
ацетилену	0,6–1	—
пропану	—	0,6–1,4
Маса, кг	2,2	2,2
	А-ацетилен	П-пропан

Поряд з дротяними апаратами широко використовують установки для напилення порошкових матеріалів. Вони складаються з живильного бака та розпилювального пальника. Випускають установки двох типів: УГПЛ — для легкоплавких матеріалів і УГПТ — для одержання покриття з тугоплавких матеріалів (табл. 12.3).

Установка УГПЛ (рис. 44) призначена для напилення покриття з порошків цинку, термопластів та інших матеріалів з температурою плавлення до 800°C і застосовується для виготовлення будівельних конструкцій, хімічного обладнання.

Установка УГПТ призначена для наплення покриття з тугоплавких порошків і кераміки з температурою плавлення до 2050°С. Можна напилити також оксид алюмінію, мідні сплави, алюміній. Використовують переважно для відновлення спрацьованих поверхонь колінчастих і розподільних валів, шатунів, штовхачів, головок і блоків циліндрів тощо. Нагрівання здійснюють ацетилено-кисневим полум'ям, а розпилювання — динамічним напором газового полум'я.

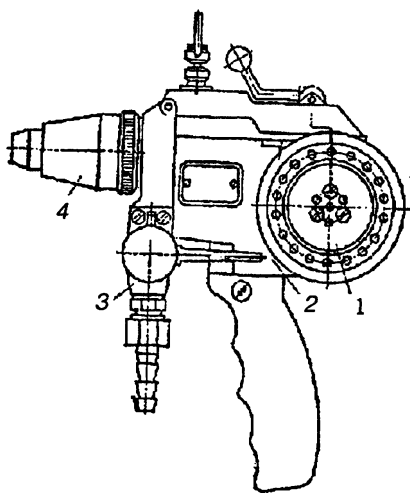


Рис. 43. Газовий металізатор МГ-4:
1 — повітряна турбіна; 2 — черв'ячний редуктор; 3 — корковий кран; 4 — розпилювальна головка

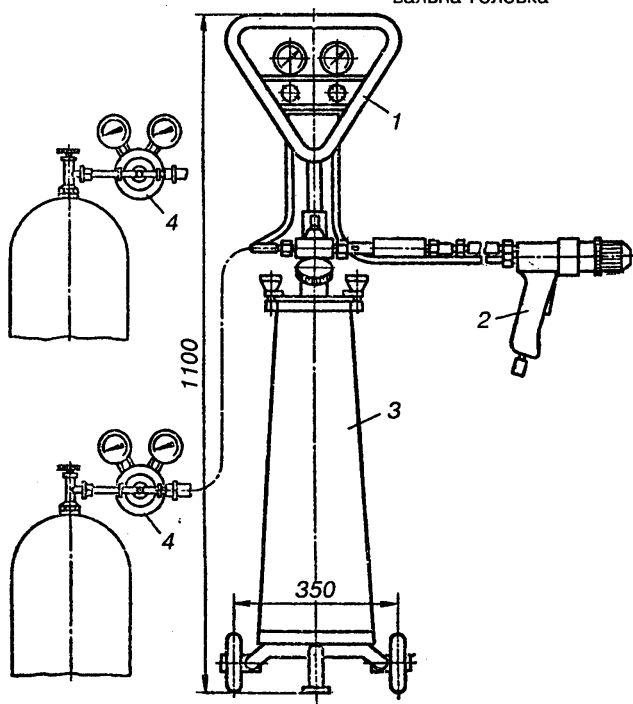


Рис. 44. Установка УГПТ для газопорошкового наплення:
1 — щиток керування; 2 — апарат газополуменевого наплення; 3 — порошковий живильник; 4 — редуктори

**Табл. 12.3. Технічні дані установок
для газопорошкового напилення**

Характеристика	Тип установки	
	УГПЛ	УГПТ
Продуктивність напилювального матеріалу, кг/год:		
цинку	7	—
полімеру (типу ПФН-12)	11	—
кераміки (оксид алюмінію)	—	2,2
самофлюсуючого (ПГ-10П, ПГ-12Н)	—	12
Коефіцієнт використання матеріалу при напиленні, %	70	70–90
Витрати газів, м ³ /год:		
повітря	30	—
ацетилену	1	1,5
кисню	—	3
Робочий тиск газів, гкс/см ² :		
повітря	3–6	—
ацетилену	0,3–1	0,3–1
кисню	—	3
Корисний об'єм постачальника порошку, см ³	10	0,7
Маса, кг	16	17,5

Живлення установок стиснутим повітрям здійснюється від заводської мережі.

Ацетилен може поступати від рампни або балона. Розпилювальний пальник стійко працює при підвищеному тиску ацетилену (від 0,3 до 1,0 кгс/см²), тому як джерело живлення слід використовувати балон або ацетиленовий генератор за умови розташування після нього пристрою, що подає стиснуте повітря.

Розділ 13
ТЕРМІЧНЕ РІЗАННЯ

13.1. СУТЬ І СПОСОБИ ПРОЦЕСІВ РІЗАННЯ

Термічним різанням називають процес відокремлення частин металу його окисненням або плавленням.

Суть різання окисненням полягає в нагріванні місця різання до температури спалаху металу, згорання підігрітого металу в кисні і видаленні продуктів горіння із зони різку струменем кисню.

Суть різання плавленням полягає в нагріванні місця різання сильним концентрованим джерелом до температури вищої за температуру плавлення металу і видування розплавленого металу з місця різку дугою або газами.

Основними видами різання окисненням є: кисневе, киснево-флюсове, киснево-дугове.

Основними видами різання плавленням є: плазмо-дугове, газо-лазерне, газодугове.

Для обробки мінералів, залізобетону та інших неметалевих матеріалів застосовують різання кисневим списом і реактивним струменем.

За формою характеру різання поділяють на роздільне і поверхневе, за шорсткістю поверхні різання — на чистове і чорнове (для заготовок).

Способи різання металів наведені в табл. 13.1 та 13.2.

Табл. 13.1. Способи різання різних металів

Метал	Кисневе	Киснево-флюсове	Повітряно-дугове	Плазмо-дугове	Дугове	Газо-лазерне
Низьковуглецева сталь	+	0	+	+	0	+
Корозієстійка сталь	—	+	+	+	+	+
Чавун	—	+	+	+	+	0
Алюміній і його сплави	—	—	0	+	—	—

Метал	Кис- неве	Киснево- флюсове	Повіт- ряно- дугове	Плазмо- дугове	Ду- гове	Газо- лазер- не
Магній і його сплави	—	—	—	+	—	—
Мідь та її сплави	—	0	0	+	+	—
Титан	+	0	0	+	0	+
Нікель	—	0	0	+	0	—

Примітка. «+» — доцільний спосіб різання;
«0» — недоцільний спосіб різання;
«—» — різання неможливе.

Табл. 13.2. Рекомендовані способи термічного різання чавуну та кольорових металів

Матеріал	Способи різання
Чавун	Основний спосіб — повітряно-дуговий. Кисневе різання утруднюється, тому що температура плавлення чавуну вища від температури його спалаху в кисні. Застосовують ручне дугове і плазмо-дугове різання
Алюміній і його сплави	Найкращі результати дає плазмо-дугове різання. Кисневому різанню перешкоджає тугоплавкість шлаку і висока теплопровідність
Магній і його сплави	Практично використовують тільки плазмо-дугове різання
Мідь та її сплави	Ефективне плазмо-дугове різання. Використовують також дугове і киснево-флюсове різання, але необхідне підігрівання до температури 400–900°С
Титан і його сплави	Кисневе різання не складне, і в декілька разів швидше. Застосовують також дугове і плазмо-дугове різання

13.2. ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМІЧНОГО РІЗАННЯ МЕТАЛІВ

Шорсткість поверхні різа, класи точності різання, відхилення поверхні різа від перпендикулярності та інші дані наведені в табл. 13.3–13.6.

**Табл. 13.3. Допустима шорсткість поверхні різа, мм
(ГОСТ 14792-80)**

Клас	Різання	Норми при товщині металу, мм			
		5-12	12-30	30-60	60-100
1	Кисневе	0,05	0,06	0,07	0,085
	Плазмо-дугове	0,05	0,06	0,07	—
2	Кисневе	0,08	0,16	0,25	0,50
	Плазмо-дугове	0,10	0,20	0,32	—
3	Кисневе	0,16	0,25	0,50	1
	Плазмо-дугове	0,20	0,32	0,63	—

Примітка. Шорсткість визначається вимірюванням висоти нерівностей профілю Rz по 10 точках на базовій довжині 8 мм.

**Табл. 13.4. Класи точності вирізуваних деталей і заготовок
(ГОСТ 14792-80)**

Клас точності	Різання	Товщина листа, мм	Граничні відхилення при номінальних розмірах деталі, мм			
			до 500	500-1500	1500-2500	2500-5000
1.	Кисневе і плазмо-дугове Кисневе	5-30	±1	±1,5	±2	±2,5
		30-60	±1	±1,5	±2	±2,5
		60-100	±1,5	±2	±2,5	±3
2.	Кисневе і плазмо-дугове Кисневе	5-30	±2	±2,5	±3	±3,5
		30-60	±2,5	±3	±3,5	±4
		60-100	±3	±3,5	±4	±4,5
3.	Кисневе і плазмо-дугове Кисневе	5-30	±3,5	±3,5	±4	±4,5
		30-60	±4	±4	±4,5	±5
		60-100	±4,5	±4,5	±5	±5,5

Табл. 13.5. Максимальна товщина високолегованої сталі при різних способах різання

Способи різання	Повітряно- дугове	Плазмо- дугове	Киснево- флюсове
Максимальна товщина, мм	30	300	1000

Табл. 13.6. Найбільші відхилення поверхні різів від перпендикулярності, мм (ГОСТ 14792-80)

Клас	Різання	Норми при товщині металу, мм			
		5-12	12-30	30-60	60-100
1.	Кисневе	0,2	0,3	0,4	0,5
	Плазмо-дугове	0,4	0,5	0,7	—
2.	Кисневе	0,5	0,7	1	1,5
	Плазмо-дугове	1	1,2	1,6	—
3.	Кисневе	1	1,5	2	2,5
	Плазмо-дугове	2,3	3	4	—

Примітка. Радіус оплавленої кромки не повинен перевищувати 2 мм.

АПАРАТУРА ДЛЯ КИСНЕВОГО РІЗАННЯ

14.1. РІЗАКИ ДЛЯ КИСНЕВОГО РІЗАННЯ (ГОСТ 5191-79Е)

Різаки призначені для змішування горючого газу з киснем, утворення підігрівального полум'я і подачі до розрізуваного металу струменя ріжучого кисню.

Різаки класифікуються:

- за родом горючого газу: для ацетилену, газів-замінників і для рідкого пального;
- за принципом змішування горючого газу і кисню: інжекторні та безінжекторні;
- за призначенням: універсальні й спеціальні;
- за видом різання: для роздільного, поверхневого, киснево-флюсового й для списового;
- за конструкцією: щільні багатополуменеві з попереднім або внутрішньо-сопловим змішуванням газів.

Найчастіше застосовують універсальні різаки (табл. 14.1). До них висувають такі вимоги: здатність різати сталі товщиною від 3 до 300 мм у будь-якому напрямку; стійкість проти зворотних ударів; мала маса; зручність у користуванні.

**Табл. 14.1. Типи інжекторних різаків
для ручного кисневого різання**

Тип різака	Виконання різака	Товщина розрізуваної сталі, мм	Номери змінних мундштуків
Р1 малої потужності	Ацетилен	3-100	0, 1, 2, 3, 4
РВ1-вставний малої потужності	Природний газ, пропан-бутан		
Р2 середньої потужності	Ацетилен	3-200	0, 1, 2, 3, 4, 5
РВ2 вставний середньої потужності	Природний газ, пропан-бутан		
Р3 великої потужності	Природний газ, пропан-бутан	3-300	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

Як і пальники, вони мають інжекторний пристрій, який забезпечує нормальну роботу при будь-якому тиску горючого газу. Інжек-

торний різак відрізняється від інжекторного пальника тим, що має окремий канал для подачі ріжучого кисню і спеціальну головку, яка складається з внутрішнього і зовнішнього змінних мундштуків.

Ацетилено-кисневий інжекторний різак (рис. 45) складається з двох основних частин — ствола і наконечника. Ствол складається з рукоятки 7 з ніпелями 5 і 6 для під'єднання кисневого й ацетиленового рукавів, корпусу 8 з регулювальними кисневим 4 і ацетиленовим 9 вентилями, інжектора 10, змішувальної камери 12, трубки 13, головки різака 1 із внутрішнім мундштуком 14 і зовнішнім 15, трубки ріжучого кисню 2 з вентиляем 3. Ствол під'єднується до корпусу 8 накидною гайкою 11.

Кисень з балона поступає в різак через ніпель 5 і в корпусі розходитьься по двох каналах. Частина газу, проходячи через вентиль 4, направляється в інжектор 10. Виходячи з інжектора з великою швидкістю, струмінь кисню створює розрідження і підсмоктує ацетилен, який з киснем у камері 12 утворює горючу суміш. Ця суміш проходить через зазор між зовнішнім і внутрішнім мундштуками, згорає і утворює підігрівне полум'я.

Друга частина кисню через вентиль 3 поступає в трубку 2 і, виходячи через центральний канал внутрішнього мундштука 14, утворює струмінь ріжучого кисню.

Мундштук у процесі роботи швидко спрацьовується. Для одержання якісного різка необхідно підібрати правильні розміри мундштука і забезпечити чистоту його каналів (табл. 14.2).

Мундштуки бувають суцільні нерозбірні, багатосоплові і складові, що складаються з двох самостійних мундштуків. Вони мають кільцеву щілину для виходу горючої суміші, яка поступає через кільцевий зазор між внутрішнім і зовнішнім мундштуками. Центральним каналом внутрішнього мундштука подається ріжучий кисень.

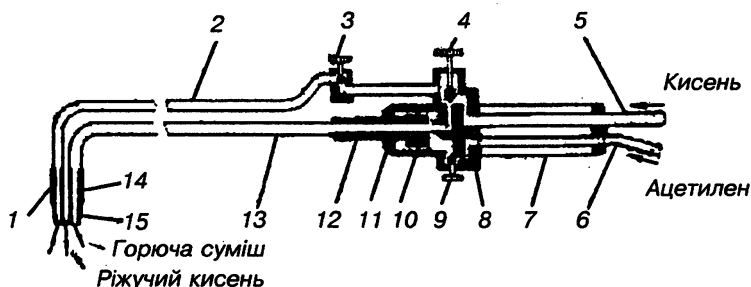


Рис. 45. Схема ацетилено-кисневого інжекторного різака:

- 1 — головка різака; 2 — киснева трубка; 3 — вентиль ріжучого кисню;
- 4 — кисневий вентиль; 5 — кисневий ніпель; 6 — ацетиленовий ніпель;
- 7 — рукоятка; 8 — корпус; 9 — ацетиленовий вентиль; 10 — інжектор;
- 11 — накидна гайка; 12 — змішувальна камера; 13 — трубка; 14 — внутрішній мундштук; 15 — зовнішній мундштук

Табл. 14.2. Вибір змінного мундштука при ручному кисневому різанні

Номер змінного мундштука	Товщина сталі, мм	Тиск на вході в різак, МПа		Витрати, м ³ /год			
		кисню	ацетилену	різучого кисню	кисню підігрівного полум'я для		ацетилену
					ацетилену	пропан-бутану і природного газу	
0	3–8	0,25	0,001–0,1	1,3	0,6	1,25	0,4
1	8–15	0,35		2,6	0,6	1,5	0,5
2	15–30	0,40		4,0	0,7	1,8	0,65
3	30–50	0,42		6,8	0,8	1,8	0,75
4	50–100	0,50		11,5	0,9	2,3	0,9
5	100–200	0,75	0,01–0,1	20,5	1,25	2,5	1,25
6	200–300	1,0		30,0	—	3,2	—

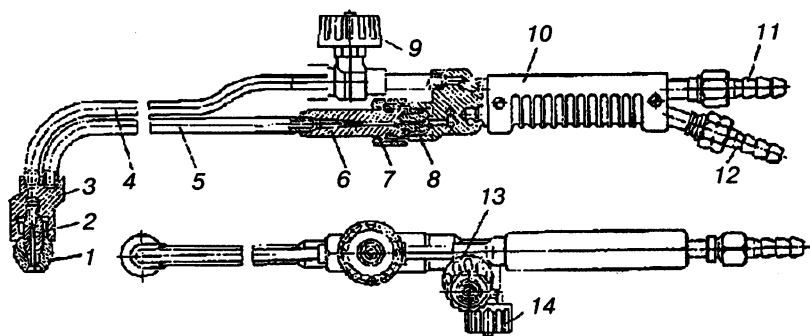
- Примітки. 1. Тиск на вході в різак пропан-бутану і природного газу 0,02–0,15 МПа.
 2. Витрати пропан-бутану визначають множенням витрат кисню підігрівного полум'я на коефіцієнт 0,55–0,6.
 3. Чистота кисню не менше 99,5%.

Технічні характеристики серійних ручних різаків для кисневого різання наведені в табл. 14.3 та 14.4.

Табл. 14.3. Серійні ручні різакі для кисневого різання

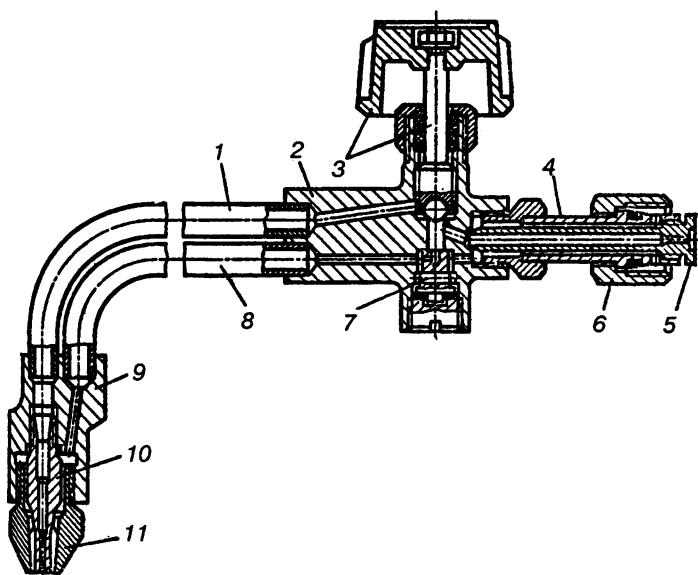
Марка різака	Горючий газ або рідина	Товщина розрізуваної сталі, мм	Примітки
P2A-01 (рис. 46)	Ацетилен (витрати кисню 1,78–21,75 м ³ /год; ацетилену 0,4–1,25 м ³ /год; тиск кисню 0,25–0,75 МПа, ацетилену 0,001–0,1 МПа)	3–200	Тип P2A. Випускають замість «Маяк 1-02». Для ручного різання низьковуглецевих і низьколегованих сталей. Універсальний. Маса — 1,17 кг

Марка різака	Горючий газ або рідина	Товщина розрізува- ної сталі, мм	Примітки
РЗП-01 (рис. 46)	Пропан-бутан, природний газ (витрати кисню 2,5–33,2 м ³ /год, пропан-бутан 0,33–0,83 м ³ /год; тиск кисню 0,25–0,75 МПа, пропан-бутан 0,02–0,15 МПа)	3–300	Тип РЗ. Випускають замість «Маяк 2-02». Збільшені розміри прохідних каналів. Універсальний. Маса – 1,17 кг
РВ-1А-02 (рис. 47)	Ацетилен (витрати кисню 1,9–8,5 м ³ /год, ацетилену 0,35–0,7 м ³ /год; тиск на вході в різак кисню 0,25–0,5 МПа, ацетилену 0,001–0,1 МПа)	3–100	Вставний різак під'єднують до ствола пальника Г2-04. Комплектують двома зовнішніми мундштуками (№ 1А, 2А) і п'ятьма внутрішніми (№ 0А, 1А, 2А, 3А, 4А). Маса не більше 0,52 кг
РВ-2А-02 (рис. 47)	Ацетилен (витрати кисню 1,9–17,0 м ³ /год, ацетилену 0,35–1,1 м ³ /год, тиск кисню 0,25–0,75 МПа, ацетилену 0,001–0,1 МПа)	3–200	Вставний різак під'єднують до ствола пальника Г3-03. Комплектують додатковим мундштуком № 5А. Маса – 0,55 кг
РПК-2-72	Природний газ або коксовий газ (тиск не менше 0,02 МПа)	—	Для поверхневого різання, видалення дефектів лиття і прокату. Прохідні перерізи і діаметри збільшені порівняно з універсальними з метою одержання широкого і м'якого струменя ріжучого кисню. Спеціальний. Довжина – 1350 мм. Маса – 2,5 кг



Мал. 46. Різаки P2A-01 і P3П-01:

1, 2 — мундштуки; 3 — головка; 4 — трубка для подачі ріжучого кисню; 5 — трубка для подачі горючої суміші; 6 — змішувальна камера; 7 — накидна гайка; 8 — інжектор; 9 — вентиль ріжучого кисню; 10 — ствол; 11 — ніпель кисню; 12 — ніпель ацетилену або горючого газу; 13 — вентиль кисню; 14 — вентиль ацетилену або горючого газу



Мал. 47. Вставні різаки PB-1A-02 і PB-2A-02:

1 — трубка для ріжучого кисню; 2 — корпус; 3 — вентильний вузол ріжучого кисню; 4 — перехідник; 5 — ніпель; 6 — накидна гайка; 7 — інжектор; 8 — трубка для горючої суміші; 9 — головка різачка; 10 — внутрішній мундштук; 11 — зовнішній мундштук

Табл. 14.4. Різаки для кисневого різання

Марка різака	Горючий газ або рідина	Товщина розрізуваної сталі	Примітки
РГМ-70 (рис. 48)	Ацетилен	3-50	Вставний різак до пальників типу Г2
РГС-70 (рис. 48)	Ацетилен	3-70	Вставний різак до пальників типу Г3
РЗР-2	Пропан-бутан (тиск на вході в різак не менше 0,05 МПа)	300-800	Безінжекторний різак для різання металу великої товщини. Внутрішньосоплове змішування горючого газу і підігрітого кисню. Найбільші витрати горючого газу — 7,5, а кисню — 114,5 м ³ /год. Для контролю тиску ріжучого кисню передбачено манометр. Маса — 5,5 кг
РК-02 (рис. 49)	Гас, бензин або їх суміш (пальне подається під тиском 0,3 МПа)	3-200	Для роздільного різання. Випускають з бачком БГ-02 (рис. 50) у вигляді комплекта КЖГ-1. Бачок обладнаний ручним насосом і запобіжним клапаном. Місткість — 8 л

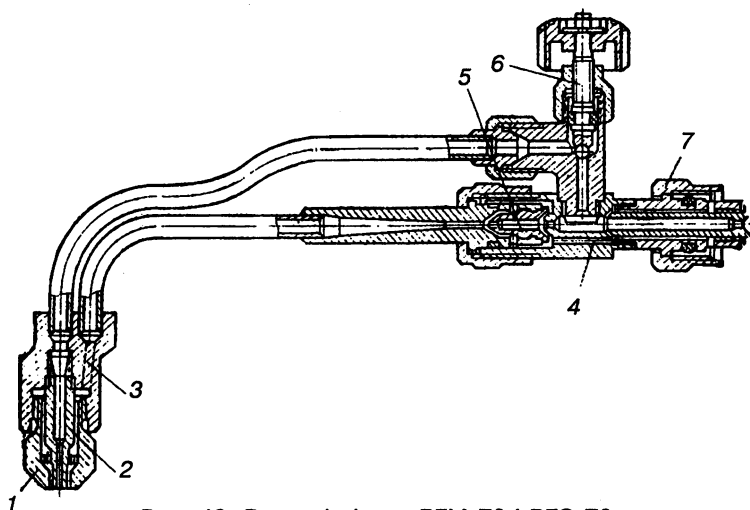


Рис. 48. Вставні різаки РГМ-70 і РГС-70:

- 1 — зовнішній мундштук; 2 — внутрішній мундштук; 3 — головка; 4 — корпус;
5 — інжектор; 6 — вентиль ріжучого кисню; 7 — накидна гайка

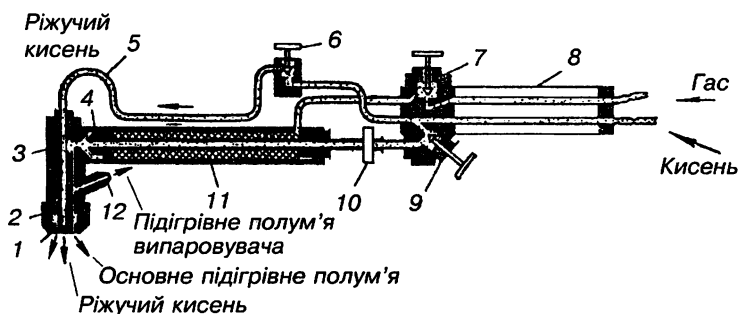


Рис. 49. Гасоріз:

1 — внутрішній мундштук; 2 — зовнішній мундштук; 3 — головка; 4 — інжектор; 5 — киснева трубка; 6 — вентиль ріжучого кисню; 7 — гасовий вентиль; 8 — рукоятка; 9 — кисневий вентиль; 10 — маховик для регулювання підігрівного полум'я; 11 — випаровувач; 12 — підігрівне сопло

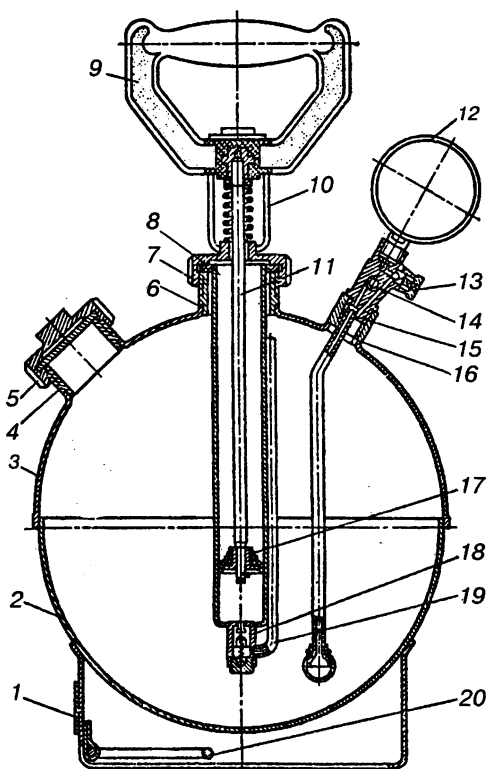


Рис. 50. Бачок для рідкого пального БГ-02:

1 — опорне кільце; 2 — нижня напівсфера; 3 — верхня напівсфера; 4 — заливна горловина; 5 — кришка; 6 — центральна горловина; 7 — кришка; 8 — насос; 9 — ручка; 10 — петля; 11 — шток; 12 — манометр; 13 — клапан скидання тиску; 14 — вентиль; 15 — вузол відбору пального; 16 — патрубок; 17 — поршень; 18 — клапан; 19 — повітряна трубка; 20 — підніжка

Машинні різакі використовуються для обладнання машин кисневого різання і конструктивно відрізняються формою головки, кількістю вентилів, габаритами та ін. Залежно від принципу утворення газової суміші для підігрівного полум'я поділяються на: інжекторні з аналогічною схемою змішування газів як і універсальні різакі Р2А-01 і РЗП-01; рівного тиску — гази подаються у змішувач під однаковим тиском через центральні й бокові канали головки; внутрішньосоплового змішування — суміш утворюється не в змішувачі, а в вихідних каналах мундштуків.

Різакі рівного тиску і внутрішньосоплового змішування більш стійкі, ніж інжекторні проти хлопків і зворотних ударів полум'я. Вони надійніші в роботі й забезпечують стабільний склад підігрівного полум'я, але потребують підвищеного тиску горючого газу на вході в різак.

Машинні різакі працюють на ацетилені й газах-замінниках ацетилену.

14.2. ПРАВИЛА КОРИСТУВАННЯ РІЗАКАМИ

Перед початком роботи необхідно ознайомитись з інструкцією з експлуатації різаків і впевнитись у його справності. Спочатку перевіряють правильність під'єднання шлангів до різаків (кисневий шланг під'єднується до штуцера з правою різьбою, шланг з горючим газом — до штуцера з лівою різьбою), інжекцію в каналах горючого газу, герметичність усіх роз'ємних з'єднань.

При витіканні газу різьбові з'єднання підтягують. Гумові сальники вентилів змащують гліцерином або мастилом ЦИАТИН-221.

Робочий тиск установлюють відповідно до експлуатаційної характеристики. Запалювання різаків виконують так: відкривають на $1/4$ оберту вентиль підігріву кисню і створюють розрідження в газових каналах, потім відкривають вентиль для горючого газу і запалюють горючу суміш. Підігрівне полум'я регулюють кисневим і ацетиленовим вентилями.

Після цього приступають до різання. Метал нагрівають полум'ям до солом'яного кольору, відкривають вентиль ріжучого кисню і виконують різання.

Для того, щоб погасити полум'я, в першу чергу перекривають вентиль горючого газу, а потім — кисневий.

У процесі різання можливе сильне нагрівання наконечника — тоді його охолоджують водою. Щоб вода не потрапила в канали різаків, закривають тільки вентиль горючого газу, залишаючи кисневий відкритим.

Забрудненні канали мундштука прочищають мідною або алюмінієвою голкою.

При розбиранні різаків спочатку від'єднують ствол від корпусу, потім з корпусу відкручують кисневий і газовий вентиля, інжектор і знімають зовнішній та внутрішній мундштуки.

У процесі різання можуть виникнути несправності. Відсутність підсосу в газовому каналі виникає через забруднення інжектора, змішувальної камери і каналів мундштука, недостатнього затягування інжектора і накидної гайки змішувальної камери.

Часті хлопки полум'я виникають при забрудненні мундштука, інжектора та змішувальної камери, при перегріванні мундштука або недостатньому тиску підігрівного кисню.

Всі дрібні несправності усуваються під час роботи, а більш складні — з дозволу адміністрації підприємства.

14.3. МАШИНИ ДЛЯ КИСНЕВОГО РІЗАННЯ (ГОСТ 5614-80)

Машинне кисневе різання забезпечує підвищення продуктивності праці, економію металу, покращення якості поверхні різа. Порівняно з ручним виключає операції розмічання, зменшує припуски, виключає необхідність наступної обробки кромки, допускає одночасне різання декількома різакми.

Машина для кисневого різання поділяють на два основних типи: стаціонарні та переносні.

Стаціонарні машини поділяються:

- *за конструктивним виконанням* — на порталні (П), які розташовуються безпосередньо над заготовкою; портално-консольні (Пк), коли над заготовкою розміщується тільки консоль, і шарнірні (Ш);
- *за способом різання* — на кисневі (К), киснево-флюсові (Кф), плазмо-дугові (Пл), газолазерні (Гл);
- *за способом руху або системою контурного керування* — на лінійні (Л) для прямолінійного різання; з числовим програмним керуванням (Ц) для фігурного різання, магнітні (М) по сталевому копію для фігурного різання; фотокопірувальні (Ф) по кресленні для фігурного різання;
- *за технологічним призначенням* — для точного (Т) вирізання деталей, для розкрою (Р), універсальні (У), для фігурного вирізання малогабаритних деталей (М).

Переносні машини поділяються:

- *за способом різання* — на кисневі (К), плазмо-дугові (Пл);
- *за способом руху або системою контурного керування* — за розміткою (Р), за циркулем (Ц), за направляючими (Н), за гнучким копіром (Г).

Кожна машина складається з несучої частини, різака, пульта керування, ведучого механізму.

Основним робочим інструментом машини є газовий різак. Машинні різакі відрізняються від ручних тим, що в них немає рукоятки і кріпляться вони безпосередньо до корпусу машини.

Використовують такі основні типи машинних різаків: інжекторні, рівного тиску, внутрішньосоплові.

Машинні різакі складаються з корпусу із запірними вентилями, ствола різака, який закріплюється безпосередньо в супорті машини і головки з мундштуками.

**15.1. ОСНОВНІ УМОВИ
РІЗАННЯ МЕТАЛІВ ОКИСНЕННЯМ**

1. Температура спалаху (початку горіння) металу повинна бути нижча температури його плавлення. У цьому випадку метал горить у твердому стані; поверхня гладенька; краї кромки не підплавлюються; шлак легко видаляється з порожнини різа; форма різа залишається постійною. Технічне залізо горить у кисні при температурі 1050–1360°C залежно від його стану (прокат, порошок та ін.), у той час, як температура плавлення його дорівнює 1539°C.

Не ріжеться алюміній, бо температура його спалаху становить 900°C, а плавлення – 660°C.

2. Температура плавлення оксидів і шлаків повинна бути нижчою температури плавлення металу. В цьому випадку вони стають рідкотекучими і безперешкодно видаляються з різа кисневим струменем. Температура оксидів FeO і Fe₃O₄ відповідно дорівнює 1350°C і 1400°C, тобто нижча температури плавлення заліза. Сталі з вмістом вуглецю більше 0,65% мають температуру плавлення нижчу температури плавлення оксидів заліза і різання їх утруднюється.

Деякі метали утворюють оксиди з високими температурами плавлення, наприклад, оксиди алюмінію – 2050°C, хрому – 2270°C, нікелю – 1985°C, міді – 1230°C. При звичайному окиснювальному різанні вони не можуть бути видалені з різа, тому що закривають місце окиснення від струменю кисню, і різання стає неможливим.

3. Метали повинні мати низьку теплопровідність, щоб не було сильного тепловідводу від місця різання. При різанні міді, алюмінію та їх сплавів практично не вдається зосередити нагрівання їх до температури спалаху по всій товщині листа.

4. Кількість тепла повинна бути достатньою для підтримання безперервного процесу різання.

5. Утворені оксиди повинні бути рідкотекучими.

6. У металі повинна бути обмежена кількість домішок, які перешкоджають різанню.

15.2. РОЗРІЗУВАНІСТЬ МЕТАЛІВ

Властивість металів розрізатися киснем без утворення загартованої ділянки поблизу місця різання називають розрізуваністю.

Шорсткість поверхні сталі полегшує її загоряння. Пухкість матеріалів знижує температуру спалаху. Наприклад, сталевий прокат інтенсивно окиснюється при температурі 1050°C, а залізний порошок починає горіти в кисні при температурі 315°C.

При тиску кисню 25 кгс/см² і швидкості потоку 180 м/сек температура спалаху низьковуглецевої сталі в кисні знижується до 700–750°C.

Чисте залізо горить у кисні при температурі 1050°C; при вмісті вуглецю 0,7% температура горіння підвищується до 1300°C.

При кисневому різанні поблизу різа утворюється зона термічного впливу, що сприяє утворенню тріщин при охолодженні кромки.

При різанні нержавіючих сталей можлива міжкристалічна корозія, тому кромки цих сталей після різання киснем часто фрезерують на глибину 0,5–3 мм при товщині до 100 мм.

Для деяких високолегованих сталей після різання киснем застосовують термічну обробку для відновлення структури металу на кромках. Розрізуваність сталей наведена в табл. 15.1 та 15.2.

Табл. 15.1. Характеристика розрізуваності вуглецевих сталей

Сталь	Характеристика розрізуваності
Низьковуглецева	Якщо вміст вуглецю до 0,3% – розрізуваність добра
Середньовуглецева	При збільшенні вмісту вуглецю від 0,3 до 0,7% різання ускладнюється
Високовуглецева	При вмісті вуглецю від 0,7% до 1% різання ускладнене і необхідний попередній підігрів до 300–700°C. Коли вміст вуглецю більше 1–1,2%, то різання неможливе (без застосування флюсів)

Табл. 15.2. Характеристика розрізуваності конструкційних сталей

Вміст вуглецю, %	Розрізуваність сталі	Марка сталі
До 0,3	Різання в будь-яких умовах без обмежень і без підігріву до і після різання	15Г, 20Г, 10Г2, 15М, 15НМ та ін.
До 0,5	У літній час добре без підігріву, в зимовий час ускладнюється необхідністю підігріву до 150°C	30Г, 40Г, 30Г2, 15Х, 20Х, 15ХФ, 10ХФ, 15ХГ, 20М, 12ХНЗА, 20ХНЗА та ін.

Вміст вуглецю, %	Розрізуваність сталі	Марка сталі
До 0,8	Різання утруднюється здатністю до утворення загартованих тріщин. Необхідний попередній підігрів до 300°C	50Г-70Г, 35Г2-50Г2, 30Х-50Х та ін. 12ХМ-35ХМ, 40ХН-50ХН, 12Х2Н4А-20Х2Н4А 40ХФА, 5ХНМ, ШХ10, 25ХМФА та ін.
Більше 0,8	Різання утруднюється здатністю до утворення тріщин після різання. Необхідний попередній підігрів до 300-400°C і уповільнене охолодження після різання	25ХГС-50ХГС, 33ХС-40ХС, 20ХЗ, 35ХЮА, 37ХНЗА, 35Х2МА, 25НВА, 38ХМЮА, 40ХГМ, 45ХНМФА, 50ХГА, 50ХФА, 50ХГФА, ШХ15, ШХ15СГ та ін.

15.3. ВПЛИВ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА РОЗРІЗУВАНІСТЬ СТАЛЕЙ ПРИ КИСНЕВОМУ РІЗАННІ

Марганець — при його вмісті до 0,6% сталі ріжуться без ускладнень, але твердість поверхні різа значно підвищується порівняно з твердістю основного металу.

Кремній — коли вміст вуглецю малий, то сталь із наявністю кремнію до 4% добре ріжеться. Коли вміст вуглецю більше 0,2% задовільно ріжуться сталі з вмістом кремнію до 2,5%.

Хром — добре ріжуться сталі з вмістом вуглецю до 0,7% і до 1,5% хрому; якщо вміст вуглецю у сталі до 0,4% і хрому до 5% необхідний попередній підігрів. Коли вміст хрому більше 6% сталь не ріжеться.

Нікель — при вмісті вуглецю до 0,5%, задовільно ріжуться сталі, до складу яких входить до 35% нікелю без значних добавок інших елементів.

Вольфрам — якщо вміст вуглецю до 0,7% і вольфраму до 10%, сталь ріжеться без труднощів. Коли вміст вольфраму — 10-15%, різати можна тільки з попереднім підігрівом.

Молибден — вміст молибдену до 2% не впливає на процес різання. Якщо вміст молибдену більше 3,5%, ріжуться тільки сталі з вмістом вуглецю не більше 0,3%.

Мідь — вміст міді до 0,7% на процес різання не впливає.

Алюміній — вміст алюмінію до 0,5% на процес різання не впливає. Коли вміст більший, то погіршується різання. Якщо вміст алюмінію більше 10%, сталь не ріжеться.

Сірка і фосфор — якщо загальний вміст цих елементів доходить до 0,1%, то вони на процес різання не впливають.

15.4. ПОКАЗНИКИ РЕЖИМУ РІЗАННЯ

1. **Потужність полум'я** залежить від товщини металу, складу і стану сталі (прокат або поковка). При ручному різанні, через нерівномірність переміщення різачка, потужність полум'я слід збільшувати в 1,2–2 рази порівняно з машинним різанням. При різанні литих заготовок треба підвищувати потужність полум'я в 3–4 рази, тому що поверхня відливок покрита піском і пригаром.

Для різання сталі товщиною до 300 мм застосовують нормальне полум'я, а при різанні металу товщиною більше 400 мм доцільно використовувати підігрівне полум'я з надлишком ацетилену для збільшення довжини факела і підігрівання нижньої частини розрізу.

2. **Тиск ріжучого кисню** залежить від товщини металу (табл. 15.3), форми сопла і чистоти кисню. При недостатньому тиску струмінь кисню не зможе видути шлаки з місця різа і метал не проріжеться на всю товщину. Коли надто великий тиск кисню, витрати його збільшуються, а розріз буде недостатньо чистим.

Табл. 15.3. Залежність тиску ріжучого кисню від товщини металу

Товщина металу, мм	5–20	20–40	40–60	60–100
Тиск кисню, кгс/см ²	3–4	4–5	5–6	7–9

3. **Швидкість різання** повинна відповідати швидкості окиснення металу по товщині листа. Правильність вибору швидкості різання можна виявити за такими ознаками:

— при малій швидкості верхні кромки металу оплавлюються і розплавлені шлаки (оксиди) витікають з розрізу у вигляді іскр у напрямку різання (рис. 51, а);

— при великій швидкості іскри вилітають в сторону, протилежну напрямку різання. Можливе непрорізання металу (рис. 51, в);

— при оптимальній швидкості різання потік іскр і шлаку із зворотної сторони листа відносно спокійний і направлений майже паралельно до кисневого струменя (рис. 51, б).

Встановлено, що зменшення чистоти кисню на 1% знижує швидкість різання в середньому на 20%. На швидкість різання також впливає ступінь механізації процесу, форма лінії різа, якість поверхні (чистова, чорнова).

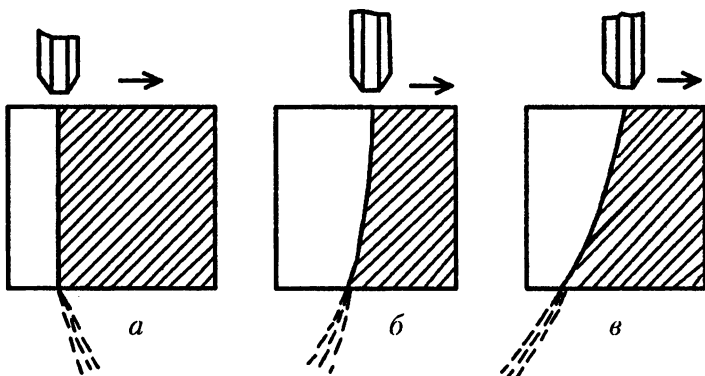


Рис. 51. Характер викидів іскр і шлаків при різанні:
a — мала швидкість різання; *б* — оптимальна швидкість різання; *в* — велика швидкість різання

15.5. ТЕХНІКА КИСНЕВОГО РІЗАННЯ

Перед різанням поверхню металу зачищають від окалини, іржі, фарби і бруду полум'ям різача і металевою щіткою.

Розмічання виконують металевою лінійкою, рисувалкою і крейдою.

Листи вкладають горизонтально на опори. Величина вільного простору під листом повинна бути рівною половині товщини металу плюс 100 мм.

Перед різанням необхідно встановити тиск газів на редукторах, підібрати номери зовнішнього і внутрішнього мундштуків (табл. 15.4).

Табл. 15.4. Режими ручного різання листового прокату

Товщина металу, мм	Номер мундштука		Тиск газів, кгс/см ²		Швидкість різання, мм/хв
	зовнішнього	внутрішнього	кисню	горючого газу	
8–10	1	1	3	Не менше 0,1	550–400
10–25	1	2	4		400–300
25–50	1	3	6		300–250
50–100	1	4	8		250–200
100–200	2	5	10		200–130
200–300	2	5	12		130–80

Перед початком різання підігрівне полум'я встановлюється на край металу для нагрівання кромки до температури оплавлення, після чого пускають ріжучий кисень.

Розташування різачка залежить від товщини металу. При товщині металу до 50 мм різак спочатку встановлюють вертикально, а при більшій товщині металу — під кутом 5° до поверхні торця листа (рис. 52, *a*), а потім нахляють на $20-30^\circ$ у сторону, протилежну рухові різачка (рис. 52, *б*). Таке розташування сприяє кращому підігріву металу по товщині та підвищенню продуктивності різання. Проте його використовують тільки для прямолінійного різання, тому що при фігурному різанні різак повинен бути розміщений строго вертикально. Початок різання проходить при збільшеному куті і з поступовим зменшенням кута до перпендикулярного розташування різачка всередині різа.

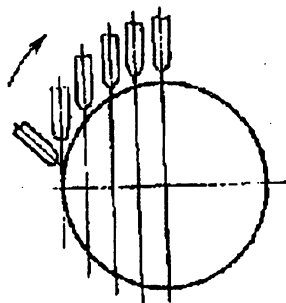
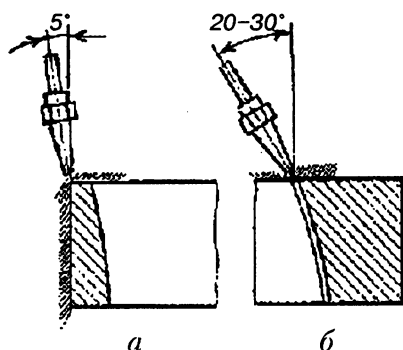


Рис. 52. Розташування різачка при різанні листового матеріалу:
a — на початку різання; *б* — у процесі різання

Рис. 53. Розташування різачка при різанні круглих заготовок

Для полегшення початку різання і прискорення нагрівання металу доцільно зробити зарубку зубилом у початковій точці різа.

Для забезпечення високої якості різа відстань між мундштуком і поверхнею металу слід тримати постійною (табл. 15.5). Для цього різачки комплектуються візками, циркулями, направляючими лінійками тощо.

Табл. 15.5. Залежність відстані між мундштуком і поверхнею металу від товщини металу

Товщина металу, мм	3-10	10-25	25-50	50-100	100-200	200-300
Відстань, мм	2-3	3-4	3-5	4-6	5-8	7-10

Примітка. При роботі на газах-замінниках ацетилену вказані відстані збільшують на 30-40%.

Ширина і чистота різа залежать від способу різання та товщини металу (табл. 15.6). При машинному різанні одержують більш чисті кромки і меншу ширину різа, ніж при ручному.

Табл. 15.6. Залежність між товщиною металу і шириною різа

Товщина металу, мм	5–15	15–30	30–60	60–100	100–150
Ширина різа, мм	2–2,5	2,5–3	3–3,5	3,5–4,5	4,5–5,5

При вирізання деталей з листового металу всередині листа пробивають отвір. При невеликій товщині металу (до 20 мм) отвір пробивають різакком. Після закінчення попереднього нагрівання металу до температури оплавлення, підігрівне полум'я вимикається і на час пробивання отвору вмикається ріжучий кисень плавним відкриванням вентиля на різакку, після чого полум'я знову запалюється в розжареному металі. Така техніка пробивання отворів виключає можливість виникнення хлопків і зворотних ударів.

При пробиванні отворів глибиною від 20 до 50 мм лист треба встановлювати похило або вертикально, щоб полегшити скапування рідкого шлаку.

При товщині металу більше 50 мм початковий отвір свердлять.

Розташування різакка при різанні заготовок круглого перерізу показано на рис. 53.

Початок різання по контуру повинен завжди знаходитись на прямій, що забезпечує одержання чистого різа на заокругленнях.

У прямокутному внутрішньому контурі початок різання може бути вибраний в будь-якому місці, крім кутів.

При вирізуванні фланців спочатку вирізають внутрішню частину, яка йде у відхід, а потім вирізають контур. Місце початку різання зовнішнього контура треба вибирати так, щоб проходило легке відокремлення металу, що йде у відхід.

Зовнішній контур вирізають в останню чергу. Це забезпечить вирізання деталей з меншими відхиленнями від розмічених контурів. Внутрішні напруги спотворюють контури різа. Їх усувають різанням по внутрішньому контуру.

При різанні зі скосом кромки поверхні різа неоднакові за якістю — один кут оплавлюється сильніше, ніж другий (протилежний).

15.6. РОЗДІЛЬНЕ КИСНЕВЕ РІЗАННЯ ЛИСТІВ

Різання сталі малої товщини проходить із значним перегріванням, оплавленням кромки і жолобленням металу.

Для різання тонколистової сталі встановлюють внутрішній мундштук №0 і зовнішній №1. Краще різати з послідовним розташуванням підігрівного полум'я. Мундштук нахиляють під кутом 15–40° до поверхні різа в сторону, протилежну напрямку різання. Для одержання різа без задирок на кромках, необхідно використовувати кисень чистотою не менше 99,5%.

Кращу якість при кисневому різанні малих товщин, особливо при масовому різанні однакових деталей, забезпечує пакетне різання (рис. 54). Суть процесу полягає у тому, що листи складають в пакет, стягують струбцинами або спеціальними пристосуваннями і розрізають за один прохід різачка. Максимальна товщина листа не більше 4–6 мм, загальна товщина — не більше 100 мм. Необхідно, щоб листи були добре очищені і щільно прилягали один до одного.

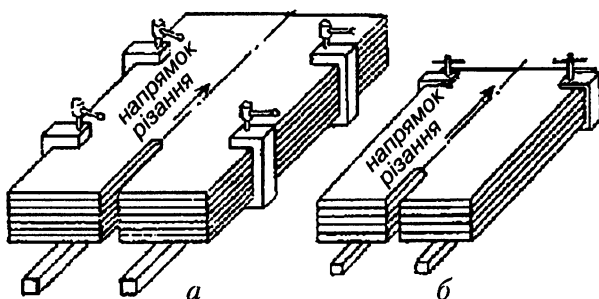


Рис. 54. Пакетне різання листів сталі:

a — із щільним притискуванням пакета; *б* — із затисканням пакета зі сторони, протилежної початку різання

Потужність полум'я, витрати і тиск ріжучого кисню встановлюють за сумарною товщиною пакета. Швидкість різання пакету трохи менша швидкості різання одношарового різання сталі такої ж товщини. Верхній лист пакету при малій товщині жолобиться, тому на пакет накладають лист більшої товщини.

Пакетне різання рекомендують виконувати киснем низького тиску. У цьому випадку не треба примусового стискування листів (зазори між листами можуть досягати 3–4 мм). Пакет закріплюють з однієї сторони. Після різання поверхню зачищають від окалини і шлаків сталевною щіткою, а утворені напливи з нижньої кромки металу зрубують зубилом.

Кисневе різання сталей середньої товщини від 10 до 100 мм не викликає труднощів. Виконують звичайною апаратурою як ручним, так і механізованим способами при тиску кисню 2,5–6 кгс/см².

Різання сталей великої товщини використовують у металургії і машинобудуванні (табл. 15.7).

Табл. 15.7. Режими різання сталі великої товщини

Товщина металу, мм	Тиск кисню перед різалом, кгс/см ²	Витрати газу, м ³ /год		Швидкість різання, мм/хв	Відстань від кінця мундштука до поверхні металу, мм
		кисню	ацетилену		
300	1,2–1,6	45	4	120–150	20–30
400	1,2–1,7	60	5	100–130	25–40
500	1,2–1,8	80	6	90–110	30–50
600	1,6–2,2	100	7	60–80	35–60
700	1,6–2,3	130	8	50–65	40–65
800	1,9–2,5	200	9	50–60	45–70
1000	2–2,5	260	11	40–50	50–75

Примітка. Для різання сталі товщиною до 800 мм доцільно використовувати різак РЗР-2.

Сталі товщиною до 300 мм ріжуть звичайними універсальними різачками. Основні труднощі пов'язані із застосуванням високого тиску кисню, необхідністю прогрівання нижніх шарів металу і видаленням шлаку на значній відстані від різачка.

Сталі товщиною більше 300 мм ріжуть спеціальними різачками, мундштуки яких мають збільшені прохідні отвори для ріжучого кисню.

Для зменшення нагрівання мундштука в процесі різання сталей великої товщини і зменшення забруднення його каналів, відстань від торця мундштука до поверхні металу беруть більшу, ніж при звичайному різанні.

Для різання сталей великої товщини застосовують науглецьоване підігрівне полум'я, тому що воно буде довшим.

Для підвищення стійкості процесу різання в момент урізання кисневого струменя в метал мундшток нахилиють під кутом 2–3° до вертикалі в сторону різання.

15.7. РІЗАННЯ МЕТАЛУ РІЗНОГО ПРОФІЛЮ

15.7.1. Різання труб

При кисневому різанні труб виконують обрізання торців труб для зварювання, вирізання отворів у трубах, обрізання труб та ін.

Труби можна різати в будь-яких просторових положеннях. Для труб малого діаметра різання виконується з неповоротною трубою. При різанні неповоротних труб великого діаметра різак пе-

реміщується по направляючій, а при різанні поворотних труб використовують спеціальні роликові стенди і каретки (рис. 55).

Швидкість різання труб із товщиною стінок 6–12 мм не перевищує 800 мм/хв.

Для підвищення швидкості різання різак установлюють під кутом 15–25° до дотичної в точці перетину осі різака з поверхнею труби (рис. 56). При цьому збільшується зона взаємодії кисню з металом і утворений в процесі різання шлак нагріває нову ділянку труби, завдяки цьому покращується окиснення металу. Але час попереднього підігріву збільшується до 60–70 с. Для зменшення часу нагрівання і практично миттєвого початку процесу необхідно ввести в зону реакції сталевий пруток. Середня швидкість різання труб \varnothing 300–1200 мм з товщиною стінки до 12 мм становить 1,5–2,5 м/хв, тобто підвищується в 2–3 рази порівняно з різанням із перпендикулярним розташуванням різака.

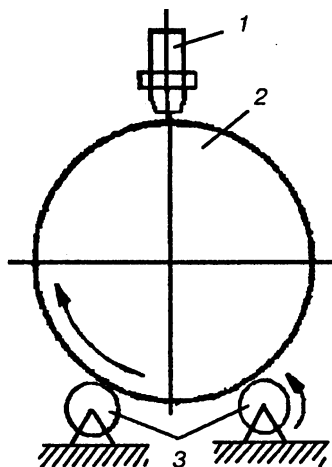


Рис. 55. Схема роликового стенду для різання труб:

1 — різак; 2 — труба; 3 — привідні ролики

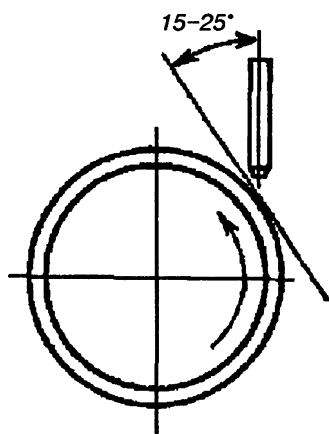


Рис. 56. Схема розташування різака при швидкісному різанні труб

Різання виконують універсальними або вставними різакми. Режими встановлюють залежно від товщини металу відповідно до паспортних даних різаків.

15.7.2. Різання сортового прокату

При різанні прутків круглого і квадратного перерізів необхідно враховувати невелику довжину лінії різка. При різанні круглих прутків мундштук у початковий момент розташовують перпендикулярно до поверхні металу. Після нагрівання металу відкривають

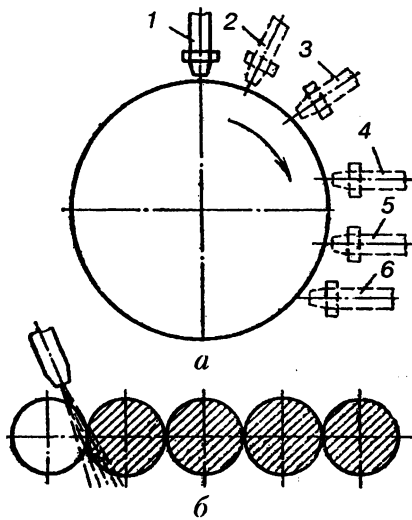


Рис. 57. Різання прутків:

a — круглої заготовки (1–6 — розташування різак); *б* — декількох круглих заготовок

вентиль ріжучого кисню і переміщують різак у напрямку різання, підтримуючи постійну відстань між торцем мундштука і поверхнею металу (рис. 57, *a*).

Для підвищення продуктивності при різанні прутків застосовують метод врізання з одного прутка на інший без зупинки (рис. 57, *б*). Заготовки квадратного перерізу починають різати з кута. Після нагрівання до температури сплаву головку різак переводять у вертикальне положення і починають різання. Наприкінці різання, щоб у першу чергу прорізати нижній кут, різак нахиляють на 5–10° в сторону, протилежну напрямку різання.

Послідовність операцій різання залежить від профілю прокату.

Різання кутника починають з кромки полицки (рис. 58). Різак установлюють перпендикулярно до полицки на початку кромки і переміщують до обушка. Потім плавно розвертають, встановлюючи перпендикулярно до другої полицки і прогрівають кутник до кінця за один прохід.

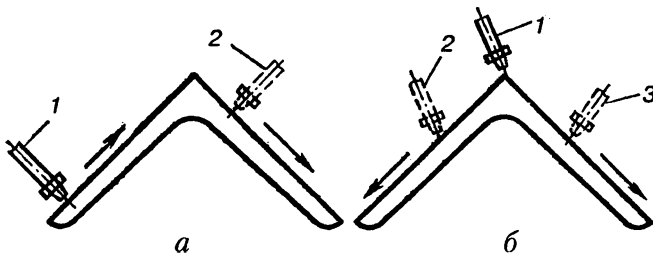


Рис. 58. Послідовність різання кутника:

a — різання кутника за один прохід: 1 — розташування різак при різанні першої полицки; 2 — розташування різак при різанні другої полицки; *б* — різання кутника з обушка: 1 — розташування різак при різанні з обушка; 2 — розташування різак при різанні першої полицки; 3 — розташування різак при різанні другої полицки

15.7.3. Різання профільного прокату

Різання двотаврових балок починають із різання полицок, а потім прорізають стійку. При переході до стійки швидкість різання зменшують (рис. 59).

При різанні швелера різак можна розташовувати з внутрішньої або із зовнішньої поверхні швелера.

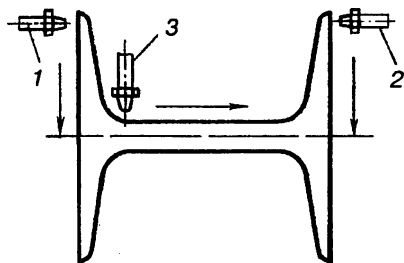


Рис. 59. Схема різання двотаврової балки:

1, 2 — розташування різача при обрізанні полицок; 3 — при обрізанні стійки

15.8. ПОВЕРХНЕВЕ КИСНЕВЕ РІЗАННЯ

Поверхневим кисневим різанням називають процес зняття шару металу кисневим струменем.

Від роздільного поверхневе різання відрізняється тим, що струмінь ріжучого кисню направляється під гострим кутом $15-40^\circ$ до поверхні металу і переміщується з великою швидкістю вздовж неї, утворюючи канавки (рис. 60). Профіль її залежить від форми і розмірів вихідного каналу для ріжучого кисню в мундштуці, а також від режимів різання і розташування різача відносно листа. Суть процесів роздільного і поверхневого різання однаковий. В обох випадках підігрівне полум'я нагріває метал до температури спалаху, проходить згорання металу в обмеженому об'ємі. При цьому видаляється шлак. При поверхневому

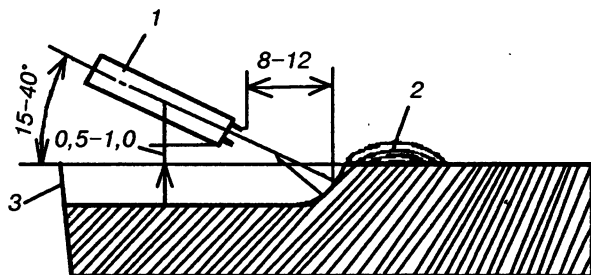


Рис. 60. Схема поверхневого кисневого різання:

1 — мундштук; 2 — шлак; 3 — канавка

різанні джерелом нагрівання є не тільки підігрівне полум'я різачка, а й розплавлений шлак, який, переміщуючись поверхнею металу, підігріває наступні його шари. Шлак, одержаний при поверхневому різанні, має більший вміст заліза, яке не згоріло. Відповідно краще використовується теплота, що виділяється в результаті окиснення заліза. Тому швидкість різання зростає до 2–4 м/хв і підвищується продуктивність праці. Ручним різачком видаляється до 40 кг/год металу, а пневматичним зубилом — не більше 2–3 кг/год.

Ручне різання виконують різачками типу РПК і РПА, машинне — на спеціальному устаткуванні МОЗ (машини вогневого зачищення).

Орієнтовні режими поверхневого кисневого різання низьковуглецевих сталей різачком типу РПА вказані в табл. 15.8.

Табл. 15.8. Режими поверхневого кисневого різання низьковуглецевих сталей різачком типу РПА

Показники	Номер мундштука		
	1	2	3
Тиск ріжучого кисню, МПа	0,3–0,6	0,3–0,8	0,35–1,0
Швидкість різання, м/хв	1,5–8	1,5–10	1,5–10
Витрати кисню, м ³ /год	18–40	20–55	30–75
Витрати ацетилену, м ³ /год	0,9–1,0	0,9–1,0	0,9–1,0
Розміри канавки, мм:			
ширина	15–30	18–35	30–50
глибина	2–12	2–16	2–20

Різання починають із підігріву початкової ділянки до температури спалаху. При нагріванні різач розташовують під кутом 70–80° до поверхні. У момент подачі ріжучого кисню різач нахляють до кута 15–45°. Процес різання проходить нормально тільки в тому випадку, коли напрямок переміщення різача співпадає з напрямком кисневого струменя.

При рівномірному переміщенні різача в напрямку утворюваної канавки підігріваюче полум'я може бути виключене.

Для уникнення закатів на поверхні заготовки, треба, щоб ширина канавки була в 5–7 раз більшою за глибину.

При зачищенні дефектів на значній поверхні різання виконують «ялинкою» за один або декілька проходів з наданням різачу коливальних рухів.

Існує два способи поверхневого кисневого різання: стругання і обточування.

При струганні різач, як і прохідний різець, знімає з поверхні шар металу певної ширини і довжини за один або декілька проходів.

При обточуванні різак, як і токарний різець, здійснює поступальний рух вздовж круглої заготовки, яка виконує обертовий рух. У результаті знімається шар металу певної глибини.

Поверхнєве киснєве різання широко використовується в металургії для видалення поверхневих дефектів лиття, у зварювальному виробництві для вирізання дефектних ділянок швів і при ремонтних роботах.

15.9. ТОЧНІСТЬ І ЯКІСТЬ РІЗАННЯ

Точність газового різання характеризується відповідністю розмірів вирізаної деталі до розмірів креслення.

Якість різання характеризується шорсткістю поверхні різа, наявністю шлаку і задирок на нижній кромці, рівномірністю ширини різа по всій товщині металу, ступенем оплавлення верхньої кромки.

Точність різа визначається відхиленням його лінії або площини від заданої. Відхилення лінії різа відбувається внаслідок зміщення осі різачка або деформації листа при різанні. Відхилення площини різа від заданої може бути викликане зміною кута нахилу різачка до поверхні листа і розширенням ріжучого струменя кисню.

Шорсткість поверхні різа визначається кількістю і глибиною ривчаків, залишених струменем кисню. Глибина їх залежить від тиску кисню, виду горючого газу, швидкості переміщення різачка.

При різанні природним газом поверхня різа більш рівна, без оплавлень. Оплавлення верхніх кромки залежить від потужності підігрівного полум'я. Чим більша потужність підігрівного полум'я і менша швидкість, тим більше оплавлення верхніх кромки.

Встановлено 3 класи якості поверхні різа: 1-й (вищий), 2-й (підвищений), 3-й (звичайний).

Деформації при різанні виникають внаслідок нерівномірного нагрівання металу і його охолодження. Деформації викликають спотворювання форми деталі та відхилення від заданих розмірів (рис. 61).

Для зменшення деформацій необхідно:

- жорстко закріпити вирізувані деталі в пристосуваннях;
- намагатися, щоб площа вирізуваної деталі була близькою до площі заготовки;
- різати на гранично оптимальній швидкості;
- крупногабаритні деталі різати одночасно декількома різачками;
- різати в такій послідовності, при якій деформації діяли б у протилежних напрямках і взаємно знищувались;

- спочатку різати не по прямій, а по зигзагоподібній лінії;
- при вирізанні в замкнутому контурі після проходження різка деталь закріпити клинами;
- отвори в деталях вирізати раніше основного контура;
- починати різання з найдовшої кромки, а закінчувати на короткій.

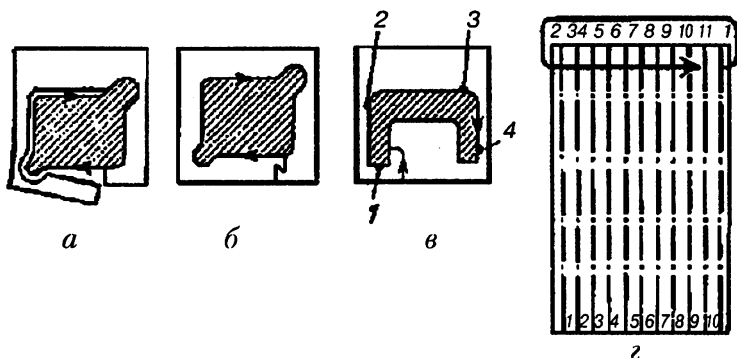


Рис. 61. Деформації і способи їх зменшення при вирізанні деталей:
a — деформації обрізної частини листа; *б* — початок різання по зигзагоподібній лінії; *в* — закріплення деталі клинами після проходження різка (1-4 — місця встановлення клинів); *z* — послідовність різання листа на смуги одним різком

АПАРАТУРА І ТЕХНОЛОГІЯ КИСНЕВО-ФЛЮСОВОГО РІЗАННЯ

16.1. СУТЬ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ

Суть киснево-флюсового різання полягає в тому, що в щілину різа разом із ріжучим киснем і підігрівним полум'ям вводиться порошкоподібний флюс.

Флюс виконує дві функції: теплову і абразивну.

Теплова дія флюсу полягає в тому, що він згорає в щілині різа, внаслідок чого підвищується температура місця різа, тугоплавкі оксиди стають рідкотекучими і під впливом сили тяжіння і тиску кисневого струменя без труднощів видаляються. Флюс у щілині різа утворює шлак, який передає тепло нижнім шарам металу і вони додатково нагріваються до температури спалаху і глибина різа збільшується.

Абразивна дія флюсу полягає в тому, що його частинки мають велику швидкість і ударним тертям стирають з поверхні різа тугоплавкі оксиди.

Якщо температура плавлення утворених при різанні оксидів буде вищою температури плавлення металу, то кисневе різання стає неможливим.

Наприклад, хромисті сталі утворюють оксиди хрому з температурою плавлення 2270°C, а хром плавиться при температурі 1903°C. Це можна сказати й про нікель (1985 і 1452°C) та інші метали.

Тугоплавка плівка виключає контакт між підігрітим до температури спалаху металом і кисневим струменем. Збільшується відведення тепла сусідніми ділянками металу, струмінь кисню охолоджує місце різа і процес різання припиняється.

Тугоплавка плівка утворюється в корозієстійких (нержавіючих), жаростійких сталях, чавунах, міді та в її сплавах тощо.

16.2. ФЛЮСИ ДЛЯ КИСНЕВО-ФЛЮСОВОГО РІЗАННЯ

Основним компонентом флюсів для різання є залізний порошок марки ПЖ з розмірами часточок від 0,07 до 0,16 мм.

При виборі залізного порошку треба знати, що різання залежить від його хімічного складу та грануляції (табл. 16.1). При

використанні порошків із вмістом вуглецю до 0,4% і кисню до 0,6% процес різання нержавіючої сталі стійкий. Подальше збільшення вмісту вуглецю і кисню в порошках призведе до збільшення витрат порошків і погіршення якості поверхні різа. Кисень присутній в порошках у вигляді оксидів, які уповільнюють процес різання, тому що потребують додаткового тепла для їх нагрівання.

Для різання високолегованих сталей, чавунів і кольорових металів застосовують флюси (табл. 16.2).

Табл. 16.1. Хімічний склад залізних порошків (ГОСТ 9849-80)

Марки залізних порошків	Вміст елементів, %						
	залізо, не менше	вуглець	кремній	марганець	сірка	фосфор	кисень
ПЖ 1	98,8	0,03	0,10	0,10	0,020	0,020	0,20
ПЖ 2	98,8	0,03	0,10	0,30	0,020	0,020	0,20
ПЖ 3	98,5	0,08	0,15	0,40	0,020	0,020	0,50
ПЖ 4	98,0	0,12	0,25	0,50	0,030	0,030	1,0
ПЖ 5	97,0	0,10	0,25	0,60	0,030	0,030	2,0
ПЖ 6	96,0	0,25	0,45	0,70	0,050	0,050	—

Табл. 16.2. Флюси для різання

Різання	Склад флюсів, %						
	залізний порошок	алюмінієвий порошок	алюмінієво-магнієвий порошок	силіко-кальцій	феро-силіцій	феро-фосфор	кварцовий пісок
<i>Для корозієстійких сталей</i>							
Роздільне	100	20-10	—	—	—	—	—
	80-90	20-10	—	—	—	—	—
	—	—	60-80	—	40-20	—	—
Поверхнєве	100	—	—	—	—	—	—
	—	—	25-30	75-70	—	—	—
<i>Для чавуну</i>							
Роздільне	65-75	—	—	—	—	35-25	—
	65-75	10-5	—	—	—	—	25-20
<i>Для кольорових металів</i>							
Міді	70-80	30-20	—	—	—	—	—
Латуні	70-80	10-5	—	—	—	—	20-15
Бронзи	70-80	10-5	—	—	—	20-15	—

16.3. АПАРАТУРА ДЛЯ КИСНЕВО-ФЛЮСОВОГО РІЗАННЯ

Для киснево-флюсового різання використовують спеціалізовані установки, які складаються з флюсоживильника і різача.

Існує три схеми установок:

1. Із зовнішньою подачею флюсу (рис. 62, а). Флюс з бака інжектуюється киснем і подається до різача зі спеціальною головкою. Газофлюсова суміш, виходячи з отвору головки, засмоктуються струменем ріжучого кисню і в суміші з ним поступає в зону різа. За цією схемою працюють установки УРХС-4, УРХС-5, УРХС-6, УГПР.

2. З однопровідною подачею флюсу під високим тиском (рис. 62, б). Залізний порошок, кварцовий пісок з бака флюсоживильника інжектуються безпосередньо струменем ріжучого кисню. Суміш флюсу з киснем рукавом підводиться до різача через центральний канал мундштука і поступає до місця різа. За цією схемою працюють установки УФР-2, УФР-5.

3. З механічною подачею флюсу (рис. 62, в). Флюс із суміші алюмінієво-магнієвого порошку з бака за допомогою шнекового пристрою подається до головки різача, де захоплюється струменем ріжучого кисню.

Флюсоживильники поділяються на **пневматичні** — подача флюсу здійснюється інжекторним або циклонним (вихровим) пристроєм, до якого поступає кисень, повітря або азот, захоплюючи флюс до різача; **механічні** — подача флюсу здійснюється шнековим пристроєм зі шлангами і трубками. Флюсоживильник ФПР-1-65 складається з бачка 1, регулювального пристрою 8 і редуктора 4 (рис. 63). В бачку є горловина для засипання флюсу. Нижній корпус бачка закінчується штуцером, до якого під'єднують регулювальний пристрій 8.

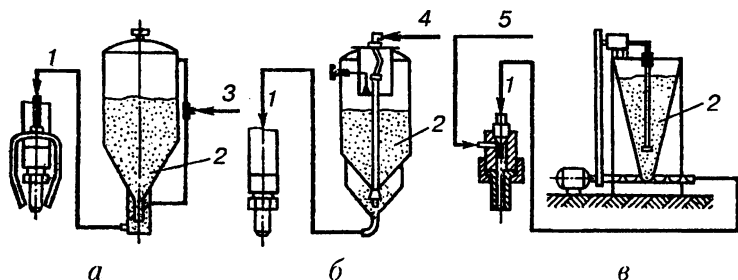


Рис. 62. Схеми подачі флюсу:

а — із зовнішньою подачею; б — однопровідна з високим тиском; в — з механічною подачею; 1 — газофлюсова суміш; 2 — флюс; 3 — флюсонесучий газ; 4 — киснево-флюсова суміш; 5 — ріжучий кисень

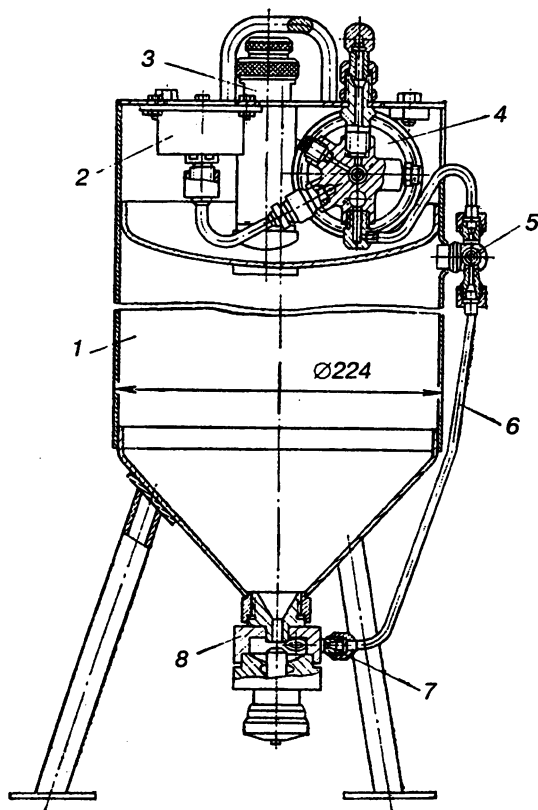


Рис. 63. Флюсоживильник ФПР-1-65:

1 — бачок; 2 — манометр; 3 — горловина бачка; 4 — редуктор; 5 — регулювальний вентиль; 6 — трубка; 7 — штуцер; 8 — регулювальний пристрій

Флюсонесучий газ з балона або трубопровода подається в редуктор 4, при виході з якого розділяється на два потоки: один поступає у верхню частину бачка 1 для створення тиску на флюс, другий — через регулювальний вентиль 5 по трубці 6 у регулювальний пристрій. Флюс із бачка зсипається в циклонну камеру, а газ, який поступає через штуцер 7, створює вихровий потік, що захоплює флюс і подає його до різака. Тиск газу встановлюють за манометром 2. Для випускання газу з бачка служить вентиль. У випадку підвищення тиску спрацьовує мембрана, яка змонтована на горловині 3 бачка.

Для механізації процесу різання використовують флюсоживильник ФП-1-65, у якому газ подається з бачка в регулювальний пристрій через електромагнітний перемикаючий клапан і фільтр.

Установка УРХС-5 (рис. 64) комплектується різакром РАФ-1-65 (рис. 65) і флюсоживильником ФП-2-65. Флюсоживильник 1

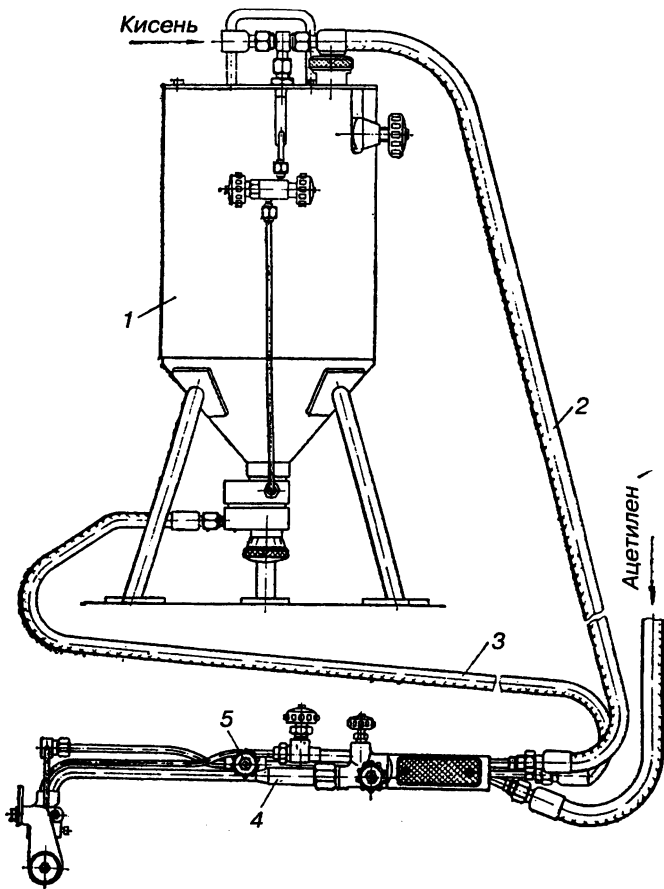


Рис. 64. Установка УРХС-5:

1 — флюсоживильник; 2, 3 — рукави; 4 — різак; 5 — вентиль

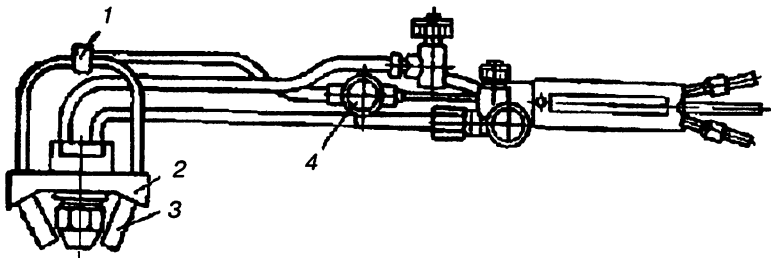


Рис. 65. Різак РАФ-1-65 для киснево-флюсового різання:

1 — трійник; 2 — колодка; 3 — змінні втулки; 4 — вентиль подачі флюсу

має циклонну конструкцію, а різак 4 — зовнішню подачу флюсу. Флюс із флюсоживильника 1 подається в різак 4 через рукав 3 і через флюсоподаюче сопло головки засмоктується ріжучим струменем кисню, який подається через рукав 2. Тиск флюсоподаючого газу регулюється редуктором, а подача флюсу в різак контролюється вентилем 5. Різак (рис. 65) виготовляється на базі серійного різака «Полум'я». Вентиль 4 призначений для регулювання подачі флюсу. На головці різака закріплена колодка 2, до якої під'єднані дві змінні втулки 3. Втулки встановлюються під кутом 25° до осі мундштука. Трійник 1 і система трубок зв'язують порошковий вентиль з колодкою.

Установки УРХС-5 використовуються для різання сталей товщиною до 200 мм, а при товщині від 200 до 500 мм застосовують установку УРХС-6, яка комплектується флюсоживильником ФП-2-65 і різакіом РАФ-2-65.

Різакі для киснево-флюсового різання відрізняються від звичайних тим, що вони мають додаткові пристрої для подачі флюсу. Залежно від схеми подачі флюсу їх поділяють на два типи:

- флюс подається в суміші з ріжучим киснем до центрального каналу мундштука;
- зовнішня подача флюсу.

За принципом змішування горючого газу і кисню різакі поділяються на інжекторні та з внутрішньосопловим змішуванням.

16.4. ВПЛИВ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА РІЗАННЯ ВИСОКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

При різанні високолегованих сталей треба враховувати, що легуючі елементи неоднаково впливають на розрізуваність і на властивості металу в зоні різа.

Хром утворює карбіди, які випадають по межах зерен при 400–800°С, що призводить до зменшення антикорозійної стійкості. Хроміста сталь здатна до самогартування і має підвищену твердість.

Нікель окиснюється мало. Хромісті сталі з вмістом нікелю до 2% мають збільшену прогартуваність, що призводить до утворення тріщин на кромках.

Марганець, навпаки, добре окиснюється. Коли вміст марганцю більше 2%, твердість металу на кромках підвищується.

Кремній — при збільшенні його вмісту процес різання уповільнюється.

Молибден, алюміній, вольфрам викликають підвищення твердості і крихкості. Сталі з цими елементами піддають термічній обробці.

Титан, ніобій при високих температурах утворюють карбіди та усувають міжкристалічну корозію хромонікелевих сталей.

16.5. РОЗРІЗУВАНІСТЬ ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ ПРИ КИСНЕВО-ФЛЮСОВОМУ РІЗАННІ

Табл. 16.3. Особливості різання легованих сталей

Типи сталей	Особливості різання
Хромонікелеві аустенітно-феритні Хромонікелеві, чисто аустенітні	Бажане інтенсивне охолодження. Необхідні інтенсивне охолодження водою під час різання, або наступна термообробка — нагрівання до 1050–1150°C і швидке охолодження
Високохромисті з 16–30% хрому і до 0,3% вуглецю	Розігрівання повинно бути мінімальним, щоб не зростали зерна. Ріжуть на максимальній швидкості. Після різання нагрівають до 750–850°C і охолоджують у воді або струмені стиснутого повітря
Високохромисті з 12–18% хрому і до 0,15% вуглецю	При різанні сталі великої товщини необхідний підігрів до 250–350°C. Після різання доцільний відпал при температурі 650–690°C
Хромисті з 5–15% хрому і 0,2–0,5% вуглецю	Щоб уникнути появи тріщин необхідний попередній підігрів до 250–350°C. Після різання доцільне гартування з відпуском

16.6. ТЕХНОЛОГІЯ КИСНЕВО-ФЛЮСОВОГО РІЗАННЯ

Перед різанням лінію різа очищають від бруду, іржі, мастил, а флюс просіюють і прожарюють.

Різання починають з краю листа або з попередньо просвердленого отвору. При прямолінійному різанні різак установлюють перпендикулярно до поверхні металу або кутом уперед.

У результаті низької теплопровідності і великої кількості виділеного тепла в зоні різа виникають внутрішні напруги, які призводять до утворення деформацій листів, а при жорсткому кріпленні — до тріщин.

Режими киснево-флюсового різання високолегованих сталей (табл. 16.4) відрізняються від режимів різання низьковуглецевих сталей. Потужність підігрівного полум'я беруть на 15–25% більшу, ніж при різанні низьковуглецевих сталей такої ж товщини.

Відстань від кінця мундштука до поверхні металу більша, ніж при звичайному кисневому різанні. Це потрібно для того, щоб частинки флюсу встигли нагрітися до температури спалаху і зменшилось забруднення вихідних каналів підігрівного полум'я.

Табл. 16.4. Режими різання високолегованої сталі

Товщина металу, мм	Швидкість різання, мм/хв		Тиск кисню в робочій камері редуктора, кгс/см ²	Тиск кисню, азоту або повітря по манометру на флюсоживильнику, кгс/см ²	Витрати ацетилену, м ³ /год	Витрати флюсу, кг на 1 м різа	Витрати кисню, м ³ /год
	прямо-лінійне різання	фігурне різання					
10	760	460	6-7	0,1-0,5	25	0,25	0,3
20	575	350	6-7	0,1-0,5	40	0,35	0,5
30	490	290	6-7	0,1-0,5	50	0,45	0,8
40	435	260	6-7	0,1-0,5	60	0,5	1,0
60	370	225	8-9	0,1-0,5	75	0,6	1,5
80	330	200	8-9	0,1-0,5	90	0,7	2,0
100	300	180	9-10	0,1-0,5	100	0,75	2,35
200	230	140	9-10	0,1-0,5	120	0,8	2,5

16.6.1. Режими різання

Тиск кисню. При великому тиску збільшуються витрати флюсу і ширина різа.

Витрати флюсу. Дуже малі витрати можуть призвести до непрорізання металу; при надмірних витратах флюсу проходить перегрівання металу і збільшення ширини різа. (Витрати флюсу встановлюють візуально).

Швидкість різання узгоджують із кількістю поданого кисню і флюсу.

Ширина різа залежить від товщини металу (табл. 16.5).

Табл. 16.5. Залежність ширини різа від товщини металу

Товщина металу, мм	Ширина різа, мм	
	ручне різання	машинне різання
5-25	5-7	3,5-5,5
25-50	7-9	5,5-7,0
50-100	9-11	7-9
100-200	11-13	9-11

При киснево-флюсовому різанні вентиль подачі флюсу на різак треба відкривати після запалювання підігрівного полум'я. При вимиканні необхідно спочатку закрити вентилі подачі флюсу і ріжучого кисню, а потім — вентилі горючого газу. Тривалість підігрівання металу менша, ніж при кисневому різанні. Різак повинен переміщатися рівномірно. Після закінчення процесу різак необхідно затримати, щоб прорізати метал по всій його товщині.

16.7. КИСНЕВО-ФЛЮСОВЕ РІЗАННЯ БЕТОНУ ТА ЗАЛІЗОБЕТОНУ

Киснево-флюсове різання бетону та залізобетону відрізняється від різання металів тим, що бетон горить у технічно чистому кисні, тому флюси повинні мати більшу теплову ефективність, ніж флюси для різання високовуглецевих сталей.

Для різання використовують ручні і машинні різачки, що працюють за схемою зовнішньої подачі флюсу. Флюс подається стиснутим повітрям або азотом. Для забезпечення циліндричності кисневого струменя застосовують циліндричні й конусні сопла, які звужуються до низу.

Процес різання залізобетону мало відрізняється від різання високолегованих сталей, чавуну і кольорових металів. Також застосовують підігрівне полум'я, а порошкоподібний флюс вдувається в ріжучий струмінь кисню. Режими різання залізобетону наведені в табл. 16.6.

На окиснення флюсу витрачається 15–20% кисню, а на видалення шлаків – 80–85% кисню. Використовують флюс із вмістом 75–85% залізного порошку і 15–25% алюмінію.

Табл. 16.6. Режими різання залізобетону

Параметри	Товщина матеріалу, мм				
	90	100	150	200	300
Швидкість різання, мм/хв	150	100	60	50	40
Витрати кисню, м ³ /год	10	10	15	35	60
Витрати флюсу, кг/год	20	22	24	30	42
Витрати пропан-бутану, м ³ /год	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Діаметр сопла, мм	4	4	5	6	8

16.8. РІЗАННЯ КИСНЕВИМ СПИСОМ

Суть різання полягає в пропалюванні отвору струменем кисню з допомогою списа (рис. 66).

В якості списа використовують товстостінну трубку зовнішнього діаметра 20–35 мм; тонкостінну газову трубку діаметром 10,2–21,3 мм, заповнену на 60–65% сталевими прутками, або цю ж трубу, обмотану зовні сталевим дротом діаметром 3–4 мм.

До початку різання кінець трубки нагрівають пальником до температури спалаху.

З допомогою списа можна пропалювати отвори діаметром 30–1200 мм і глибиною до 4000 мм. Для згорання 1 кг заліза витрачається 200–270 л кисню. На видалення 1 дм³ бетону йде

3,5–5 кг трубки і 2–3 м³ кисню. Живлення списа киснем виконують від 5- або 10-балонної рампи під тиском 0,6–1,5 МПа.

Кисневий спис притискається кінцем із достатньо великим зусиллям до бетону. Утворені шлаки виносяться тиском кисню в зазор між списом і стінкою пропалюваного отвору. Для кращого видалення шлаку здійснюють обертовий і зворотно-поступальний рухи.

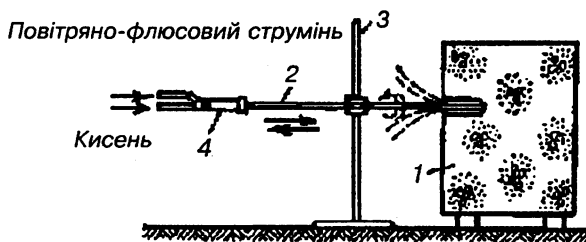


Рис. 66 Схема пропалювання отвору в бетоні кисневим списом:
1 — бетонний виріб; 2 — спис; 3 — захисний екран; 4 — списотримач

Списом, розміром 10×8 мм із сердечником з 8 прутків діаметром 2 мм, можна пропалити отвір у бетоні зі швидкістю 5 м/год на глибину до 200 мм. З підвищенням товщини бетону діаметр труби і прутків збільшують (табл. 16.7). Продуктивність у 4 рази вища, ніж при використанні пневмоінструментів.

Табл. 16.7. Режими пропалювання отворів у залізобетоні в горизонтальному положенні прутковим списом

Діаметр труби, мм		Прутки		Швидкість пропалювання, м/год	Витрати сталі, кг/год	Витрати кисню, м ³ /год
зовнішній	внутрішній	діаметр, мм	кількість, шт.			
20	16	4	2	0,70	39,2	11
20	16	4	6	1,20	47,0	11
16	12	3	8	2,48	30,0	22
16	12	3	10	3,25	35,0	22
10	8	1	17	3,00	22,8	22
10	8	1	17	3,90	22,8	22
10	8	2	8	4,00	21,2	22
10	8	2	8	5,10	21,2	22

При пропалюванні отворів у бетоні кисень витрачається не тільки на горіння трубки, але і на видування з порожнини різа відходів.

Спочатку кисень подається під меншим тиском, а після загорання списа його тиск доводять до робочого.

16.9. ПОРОШКОВО-СПИСОВЕ РІЗАННЯ

Порошково-списове різання відрізняється від списового тим, що замість сталевих прутків і дроту використовують залізний порошок, який в якості флюсу подається в порожнину різа. Для цього використовують спеціалізовані установки УФР-5 та ін.

Для списа використовують сталеву трубку діаметром від $\frac{1}{4}$ " до $\frac{1}{2}$ ", довжиною 3–6 м. Флюс складається з 85% залізного і 15% алюмінієвого порошоків. Цим способом можна пропалювати і вирізати отвори у бетоні та залізобетоні товщиною від 100 до 2000 мм і більше (табл. 16.8).

Пропалювання отворів починають із нагрівання кінця списа і спалаху його при подачі кисню і флюсу під тиском до 0,2 МПа. Після заглиблення списа тиск підвищують до робочого. Режими порошково-списового пропалення отворів вказані у табл. 16.8.

Табл. 16.8. Режими пропалювання отворів у залізобетоні

Розмір отвору, мм		Тиск кисню, МПа	Витрати кисню, м ³ /год	Витрати трубки на 1 м довжини отвору, мм	Витрати флюсу, кг/год	Швидкість пропалювання, мм/хв
діаметр	глибина					
50–55	До 500	0,6–0,7	60–80	4	30	120–160
55–60	500–1000	0,8–1,0	80–100	4–5	30	80–120
60–70	1000–1500	1,0–1,2	100–200	5–6	30	40–80

16.10. ПІДВОДНЕ РІЗАННЯ МЕТАЛІВ

Різнання металів під водою має специфічні особливості:

- метал знаходиться у воді;
- інтенсивне охолодження металу при різанні;
- недостатнє прогрівання;
- водолазне спорядження обмежує рухи різальника;
- обмежена видимість.

Існує три види підводного різання металів: газополуменеве, дугове і киснево-дугове.

Для підводного газокисневого різання застосовують спеціальні різачки, які працюють на газоподібному водні або на рідкому паливі. Особливість конструкції воднево-кисневого різачка полягає в тому, що два мундштуки, по яких подається ріжучий кисень і воднево-киснева суміш, розміщені у спеціальному ковпаку, через який подається стиснуте повітря для утворення бульбашок навколо полум'я.

Полум'я запалюють над водою, після чого подається стиснуте повітря і різак опускають під воду. На великих глибинах застосовують підводне запалювання полум'я спеціальним електрозапалом, що живиться від акумуляторної батареї напругою 12 В.

Під водою метал охолоджується інтенсивніше ніж на повітрі, тому для підігріву необхідне полум'я в 10–15 разів потужніше.

Водень, кисень і повітря подаються з балонів по окремих шлангах. Ацетилен для підводного різання не застосовують, тому що необхідний тиск газів перевищує гідростатичний тиск води на даній глибині. Воднево-кисневе полум'я не має яскраво виділеного ядра через відсутність частинок вуглецю, що ускладнює його регулювання. Тому дуже зручним є застосування в якості палива бензину, який при різанні не випаровується, а розпилюється киснем. До різачка підводяться три шланги: для підігрівного і ріжучого кисню та бензину. Бензин подається з бачка, а необхідний тиск створюється азотом, який подається з балона через редуктор.

Для підводного бензино-кисневого різання застосовують установки БУПР. Для запалювання полум'я під водою використовують електрозапальничку, яка живиться електричним струмом від акумуляторної батареї.

Бензин подається в різак під тиском до 10 кгс/см². За 1 год роботи витрачається 30–60 м³ кисню і 10–12 кг бензину.

Різання починають від кромки листа, нагріваючи метал до появи світлооранжевої плями, після чого вмикають подачу ріжучого кисню. Після наскрізного прорізання металу різак переміщують вздовж лінії різа.

Швидкість різання при товщині металу 10 мм становить 22 м/год, при товщині 100 мм — 6,5 м/год.

Продуктивність різання залежить від його виду, прозорості води, доступності місця різання і досвіду водолаза.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

Розділ 1

Матеріали для газового зварювання і різання

Завдання 1

Кисень, ацетилен, гази-замінники ацетилену, карбід кальцію

Запитання:

1. Якими способами одержують кисень?
2. Який хімічний склад технічного кисню першого сорту?
3. Як впливає на зварювання зниження чистоти кисню?
4. Чому необхідно уникати забруднень кисневих балонів маслами?
5. Яка температура ацетилено-кисневого полум'я?
6. Якими способами одержують ацетилен?
7. Яка температура пропан-бутанового полум'я?
8. Для чого використовують пропан-бутанове полум'я?
9. Який хімічний склад технічного карбиду?
10. Як одержують карбід кальцію?
11. Який вихід ацетилену з 1 кг CaC_2 ?
12. Якої грануляції випускають карбід кальцію?

Варіанти відповідей:

1. Тому, що проходить окиснення з великою швидкістю і можливий вибух.
2. Розкладанням CaC_2 водою, термоокиснювальним піролізом, розкладанням рідких вуглеводнів електричною дугою.
3. 250–280 л.
4. Тільки для зварювання.
5. 99,7% O, решта N, Ag.
6. Сплавлюванням вапна і коксу в електричних печах.
7. 5000–8000°C.
8. Процес зварювання покращується.
9. 428°C.
10. Гранулами $\varnothing 10$ мм.
11. Для зварювання сталі товщиною до 3 мм, різання, випрямлення, очищення.
12. 5–15 л.
13. Погіршується зварювання і підвищуються його витрати.
14. 2400°C.
15. 77–98 % метану, решта бутан і пропан.

16. Розкладанням води електричним струмом або глибоким охолодженням повітрям.
17. 2×8; 8×15; 15×25; 25×80 мм.
18. Тому, що апаратура забивається смолою.
19. 90% чистого карбіду, решта — вапно.
20. 3050–3150°C.
21. Різання і поверхнева обробка твердих сплавів.
22. Не більше 12 мм.
23. Спалюванням горючого газу або парів рідини в кисні.
24. 1000 л.
25. 0,08 % С, решта — Fe.

Завдання 2

Зварювальний дріт. Флюси

Запитання:

1. Для чого у зварну ванну вводять присаджувальний метал?
2. Чому температура плавлення присадки має бути не вищою від температури плавлення основного металу?
3. Який вміст вуглецю в марці дроту Св-08?
4. Що означають букви АА в кінці марки дроту Св-08 АА?
5. Який вміст легуючих елементів у присаджувальному дроті марки Св-06Х19Н9Т?
6. Для чого використовують флюси?
7. Коли застосовують основні флюси?
8. Які є основні флюси?
9. Коли використовують кислі флюси?
10. Чому для зварювання низьковуглецевих сталей не використовують флюси?

Варіанти відповідей:

1. Понижений вміст сірки і фосфору порівняно з дротом, у позначенні якого одна буква А.
2. Коли в зварній ванні утворюються основні оксиди.
3. K_2O , Na_2O , Si_2O .
4. Для видалення з металу шва неметалевих включень і захисту від окиснення металу шва.
5. Тому, що шлаки повинні добре відокремлюватись від шва після зварювання.
6. Присаджувальний дріт виготовлений з алюмінію.
7. Тому, що для формування шва присадка і основний метал повинні плавитись одночасно.
8. Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $Na_2B_4O_7$.
9. Коли мала товщина основного металу.
10. Тому, що утворюються легкоплавкі оксиди заліза, які вільно виходять на поверхню шва.
11. Коли неправильно підготовлені кромки металу.

12. Для заповнення зазору між кромками зварюваних деталей і утворення валика шва.
13. Понижений вміст вуглецю.
14. 19% Cr; 9% Ni; 1% Ti.
15. Коли в зварній ванні утворюються кислотні оксиди.
16. 0,8%.
17. Тому що утворюється накіп.
18. 0,19% Cr; 0,9% Ni; 1% Ti.
19. H_2SO_4 , HCl , HNO_3 .
20. Вказати неможливо.
21. Для покращення зовнішнього вигляду шва.
22. 0,08%.

Розділ 2

Обладнання та апаратура для газового зварювання

Завдання 3

Ацетиленові генератори

Запитання:

1. Для чого призначені ацетиленові генератори?
2. Як поділяються генератори за тиском ацетилену?
3. Як поділяються генератори за продуктивністю та за методом встановлення?
4. Як поділяються генератори за способом взаємодії карбиду кальцію з водою?
5. Які переваги генераторів системи KB?
6. Які переваги генераторів системи BK?
7. Які переваги генераторів системи BV?
8. Які недоліки генераторів системи KB?
9. Які недоліки генераторів системи BK?
10. Які недоліки генераторів системи BV?

Варіанти відповідей:

1. Карбід у воду (KB); вода на карбід (BK); витискання води (BV); комбіновані (BK і BV).
2. Надійні в експлуатації та зручні в користуванні.
3. Перегрівання при припиненні відбору газу.
4. Для одержання карбиду кальцію.
5. Пересувні, продуктивністю до 35 м³/год.
6. Стационарні, продуктивністю від 35 до 720 м³/год.
7. Низького тиску до 0,01 МПа, середнього тиску від 0,01 до 0,07 МПа і від 0,07 до 0,15 МПа.
8. Прості за конструкцією, споживають мало води, здатні працювати на карбіді різної грануляції.
9. Значні витрати води.

10. Для зберігання ацетилену.
11. Зменшується тиск газу.
12. Низького і високого тиску до 15 МПа.
13. Проникнення вибухової хвилі або полум'я в трубопроводі.
14. Для одержання ацетилену з карбіду кальцію за допомогою води.
15. Високий коефіцієнт використання карбіду кальцію, найкращі умови його розкладання, добре охолодження і промивання газу.
16. Тільки низького тиску.
17. Прості і складні.
18. Пересувні, продуктивністю до 3 м³/год; стаціонарні, продуктивністю від 3 до 320 м³/год.
19. Неповне розкладання карбіду кальцію і можливе перегрівання ацетилену в зоні реакції.
20. Вказати неможливо.

Завдання 4

*Запобіжні затвори, зворотні клапани,
полум'ягасники, хімічні очисники*

Запитання:

1. Для чого призначені запобіжні затвори?
2. Як поділяються запобіжні затвори?
3. Які бувають водяні затвори?
4. На чому основана дія водяних затворів?
5. На чому основана дія сухих затворів?
6. Для чого призначені зворотні клапани?
7. Де встановлюють полум'ягасники?
8. Для чого використовують хімічні очисники?
9. Яка перевага сухих запобіжних затворів?
10. Які є марки запобіжних затворів?

Варіанти відповідей:

1. Відкритого типу (для генераторів низького тиску) і закритого типу (для генераторів середнього тиску).
2. На тому, що вибухова хвиля гаситься на відбійнику, а полум'я — в полум'ягасному елементі.
3. Можливість експлуатації за будь-якої температури навколишнього середовища.
4. ПГа і ПГк.
5. Щоб повністю використати карбід кальцію.
6. На ацетиленові і кисневі.
7. АСП-10; АСВ-1,25; ГРВ-3.
8. На тому, що вибухова хвиля і полум'я рухаються на зустріч потокові горючого газу і виводяться в атмосферу або гасяться в середині затвору.
9. На вхідних штуцерах пальників, різаків.

10. Для одержання ацетилену з карбіду кальцію з допомогою води.
11. Для очищення ацетилену від вологи і твердих частинок вапна.
12. ЗСП-8; ЗСУ-1; ЗСГ-3,2.
13. На інжекторні і безінжекторні.
14. Щоб перешкодити попаданню в генератор полум'я при зворотному ударі.
15. На ацетиленових генераторах.
16. Одноступінчасті і двоступінчасті.
17. На тому, що при проходженні ацетилену через шар геротолу, сірководень і фосфористий водень взаємодіють із масою геротолу і залишаються в ньому.
18. ЛЗС-1; ЛКО-2.
19. На водяні та сухі.
20. Щоб запобігти поступанню газу із сторони споживача в захисні обладнання і комунікації.
21. Щоб забезпечити найкращі умови розкладання карбіду кальцію і охолодження.
22. Для очищення ацетилену від сірководню і фосфористого водню.
23. Вказати неможливо.

Завдання 5

Балони, вентилі

Запитання:

1. Для чого призначені балони?
2. До якого тиску наповнюють кисневий балон?
3. Чому не можна випускати повністю кисень з балона?
4. Чим заповнені ацетиленові балони?
5. З якою швидкістю не можна відбирати ацетилен з балона?
6. Який залишковий тиск повинен бути в ацетиленовому балоні?
7. Який тиск розчиненого ацетилену в наповненому балоні при 20°C?
8. Який максимальний робочий тиск у балонах із зрідженими газами (пропаном)?
9. Який колір кисневого балону?
10. Чому ацетиленовий вентиль виготовляють із сталі?
11. З чого виготовляють вентиль кисневого балона?
12. Чи придатні кисневі вентилі для балонів з азотом, аргоном, стиснутим повітрям і вуглекислотою?

Варіанти відповідей:

1. Тому, що на заводі, де заповнюють балон, перевіряють склад газу, що був у ньому.
2. 1,6 МПа.
3. 1,25 м³/год.
4. З латуні.
5. Для утворення горючих газів.

6. Тому, що можливий вибух.
7. 15 МПа.
8. Для одержання ацетилену з карбіду кальцію.
9. 1,9 МПа.
10. Голубий.
11. Придатні.
12. Поролон.
13. Тому, що при дотику з маслами можливий вибух.
14. Пористою масою, заповненою ацетоном.
15. 0,05–0,1 МПа.
16. Зі сталі.
17. Не придатні.
18. Для зберігання і транспортування кисню, ацетилену та інших газів.
19. Білий.
20. Тому, що мідні сплави з вмістом міді більше 70% при тривалому дотику з ацетиленом утворюють вибухонебезпечну ацетиленову мідь.
21. Повітрям.
22. 3000 дм³/год.
23. 1700 дм³/год.
24. Червоний.
25. 55 МПа.
26. Вказати неможливо.

Завдання 6

Редуктори, рукави, манометри

Запитання:

1. Для чого призначений редуктор?
2. Чим відрізняється ацетиленовий редуктор від кисневого?
3. Що означає падаюча характеристика в редукторів прямої дії?
4. Що означає цифра в позначенні типорозміру редуктора?
5. Як позначається типорозмір балонного кисневого одноступінчастого редуктора?
6. Що необхідно робити при замерзанні редуктора?
7. Коли виникає замерзання редуктора?
8. Що необхідно робити з редуктором при перервах у роботі?
9. З яким внутрішнім діаметром виготовляють рукави?
10. З чого виготовляють рукави (шланги)?
11. Якою повинна бути довжина рукавів (шлангів)?
12. Для чого призначені манометри?

Варіанти відповідей:

1. Способом під'єднання до вентиля балона.
2. При зменшенні газу в балоні робочий тиск підвищується.
3. БКД-25, БАД-5, БПО-5.

4. Відігрівати його гарячою водою без слідів масла.
5. При низькій температурі зовнішнього середовища.
6. Закрити вентиль балона, послабити регулювальний гвинт і випустити з камери низького тиску газ.
7. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 мм.
8. З вулканізованої гуми і однієї або двох тканинних прокладок.
9. Не більше 20 м.
10. Для вимірювання тиску газу.
11. Кількість газу в балоні.
12. Не більше 50 мм.
13. Робочий тиск в міру витрат газу знижується.
14. РАД-30, РКЗ-250.
15. Розібрати і відремонтувати.
16. При неправильному під'єднанні редуктора.
17. Закрутити регулювальний гвинт.
18. З пластмаси.
19. Для пониження тиску газу з балонного до робочого і автоматичного підтримування робочого тиску постійної величини незалежно від тиску газу в балоні.
20. БКО-3, БКО-25, БКО-50.
21. Збільшити тиск газу.
22. При різкому зниженні тиску газу.
23. 6, 9, 12 і 16 мм.
24. 10, 15, 20 і 25 мм.
25. Найбільша пропускну здатність (м³/год) при найбільшому робочому тиску.
26. Вказати неможливо.

Завдання 7

Зварювальні пальники

Запитання:

1. Для чого призначений зварювальний пальник?
2. Як поділяють пальники за способом подачі горючого газу й кисню в змішувальну камеру?
3. Для чого призначений інжектор?
4. Яка особливість роботи безінжекторного пальника?
5. З яких частин складається наконечник?
6. Чому безінжекторні пальники працюють тільки на газах середнього тиску?
7. Які типи пальників використовуються для наплавлення?
8. Які є номери наконечників пальників середньої потужності типу ГЗ?
9. Як перевірити наявність розрідження в інжекторного пальника?
10. Які пальники використовують для паяння, нагрівання й очищення?

11. Чим відрізняються пропан-бутан-кисневі пальники від ацетиленових?
12. У якій послідовності необхідно закривати вентилі пальника при хлопках і після закінчення роботи?

Варіанти відповідей:

1. Горючий газ і кисень подаються приблизно під однаковим тиском.
2. ГН-1, ГН-2, ГН-3, ГН-4.
3. 8; 9.
4. Прикладають палець до ацетиленового ніпеля, якщо він прилипає — значить розрідження добре.
5. Наявністю підігрвача перед мундштуком.
6. Спочатку кисневий, а потім ацетиленовий вентиль.
7. Для пониження тиску газу з балонного до робочого.
8. ГВП-5; ГВ-1; ГАО-2.
9. Інжекторні та безінжекторні.
10. Тому, що різний тиск ацетилену і кисню.
11. 000; 00; 0; 1; 2.
12. Прикладають палець до кисневого ніпеля, і якщо він прилипає — значить розрідження добре.
13. Горючий газ і кисень подаються під різним тиском.
14. Рукоятки, корпуси, вентилі, ніпелі.
15. Тому, що коли швидкість витікання газової суміші більша за швидкість горіння, то полум'я відривається від пальника і гасне, а коли менша — то суміш загоряється всередині наконечника.
16. Для змішування горючого газу або парів рідини з киснем і одержання зварювального полум'я.
17. 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7.
18. Наявністю додаткового каналу для проходження кисню.
19. Спочатку ацетиленовий, а потім кисневий вентиль.
20. Спеціальні та універсальні.
21. Для створення розрідженого стану кисневим струменем і засмоктування ацетилену.
22. Інжектора, змішувальної камери і мундштука.
23. ГС-1; Г2-04; Г3-03; ГС-4.
24. Для одержання ацетилену з карбиду кальцію за допомогою води.
25. Тому, що при малому або великому тиску забивається отвір мундштука.
26. Вказати неможливо.

Розділ 3

Техніка й технологія газового зварювання

Завдання 8

Зварні з'єднання. Основні поняття і визначення

Запитання:

1. Що називають зварним з'єднанням?
2. Які можуть бути зварні з'єднання?
3. Що таке зварний шов?
4. Що таке зварювальна ванна?
5. Що називають кратером?
6. Що називають основним металом?
7. Що називають присаджувальним металом?
8. Що називають наплавленим металом?
9. Що називають металом шва?
10. Що називають кромками?
11. Що таке розчищення кромок?
12. Що таке скіс кромки?

Варіанти відповідей:

1. Стикові, кутові, таврові, внапусток, торцеві.
2. Переплавлений присаджувальний метал, введений в зварну ванну до основного металу.
3. Ділянка зварного шва, яка при зварюванні знаходиться в рідкому стані.
4. Метал, призначений для введення в зварну ванну до розплавленого основного металу.
5. Метал, наплавлений або переплавлений за один прохід.
6. Частина металу шва, яка виступає над поверхнею зварюваних деталей.
7. Торцеві поверхні деталей, які підлягають зварюванню.
8. Прямолінійний або криволінійний зріз кромки, яка підлягає зварюванню.
9. Частина металу зварного шва, утворена одним або двома валиками, які розташовані на одному рівні поперечного перерізу шва.
10. Метал, який підлягає з'єднанню зварюванням.
11. Заглиблення, яке утворене в зварній ванні тиском газів полум'я (дуги).
12. Сплав, утворений переплавленими основним і наплавленим металами.
13. Відстань між притупленнями кромок.
14. Нероз'ємне з'єднання, виконане зварюванням.
15. Частина зварного шва, де дно зварювальної ванни перетинає поверхню основного металу.
16. Найбільша глибина розплавленого основного металу в перерізі шва.

17. Ділянка зварного з'єднання, утворена в результаті кристалізації металу зварювальної ванни.
18. Надання кромкам, які підлягають зварюванню, необхідної форми.
19. Нескошена частина торця кромки.
20. Вказати неможливо.

Завдання 9

Зварні з'єднання. Основні поняття і визначення

Запитання:

1. Що таке притуплення кромки?
2. Що таке зазор?
3. Що називають кутом скосу кромки?
4. Що таке кут розчищення кромки?
5. Що таке підсилення шва?
6. Що називають валиком?
7. Що таке глибина проплавлення?
8. Що називається коренем шва?
9. Що таке шар?
10. Що називається проходом?

Варіанти відповідей:

1. Кут між скошеними кромками.
2. Метал, наплавлений або переплавлений за один прохід.
3. Частина зварного шва, де дно зварювальної ванни перетинає поверхню основного металу.
4. Ділянка зварного шва, яка при зварюванні знаходиться в рідкому стані.
5. Заглиблення, яке утворене в зварній ванні тиском газів полум'я або дуги.
6. Нероз'ємне з'єднання виконане зварюванням.
7. Кут між площиною скосу кромки і торцем.
8. Одноразове переміщення в одному напрямку джерела нагрівання.
9. Переплавлений присаджувальний метал, введений у зварну ванну до основного металу.
10. Метал, призначений для введення у зварну ванну до розплавленого основного металу.
11. Відстань між притупленнями кромки.
12. Найбільша глибина розплавленого основного металу в перерізі шва.
13. Частина металу зварного шва, утворена одним або двома валиками, які розташовані на одному рівні поперечного перерізу шва.
14. Ділянка зварного з'єднання, утворена в результаті кристалізації металу зварювальної ванни.

15. Прямолінійний або криволінійний зріз кромки, яка підлягає зварюванню.
16. Частина металу шва, яка виступає над поверхнею зварювальних деталей.
17. Торцеві поверхні деталей, які підлягають зварюванню.
18. Сплав, утворений переплавленими основним і наплавленим металами.
19. Нескошена частина торця кромки.
20. Вказати неможливо.

Завдання 10

Класифікація швів

Дайте класифікацію зварних швів.




Класифікація зварних швів.

1. За типом з'єднань: а) ... , б) ... , в) ..., г) ... , д)
2. За протяжністю: а) ... , б) ... , в) ..., г)
3. За кількістю шарів (валиків): а) ... , б)
4. За формою зовнішньої поверхні: а) ... , б) ... , в)
5. За відношенням до навантажень: а) ... , б) ... , в) ... , г) ..., д) ... , е) ... , є)
6. За довжиною: а) ... , б) ... , в)
7. За характером виконання: а) ... , б)
8. За положенням в просторі: а) ... , б) ... , в) ... , г) ... , д)
9. За конфігурацією: а) ... , б) ... , в) ... , г)
10. За способом утримування зварювальної ванни: а) ... , б)

Завдання 11














Умовні позначення швів на кресленнях

Запитання:

1. Як зображують на кресленнях видимі шви?
2. Як вказують місце розташування шва?
3. Як позначають шов, якщо він розташований на зворотній стороні?
4. Що означає допоміжний знак  ?
5. Як позначають переривчастий шов з ланцюговим розташуванням ділянок зі зворотної сторони?
6. Що означає допоміжний знак  ?
7. Як позначають шов по незамкнутому контуру з лицьової сторони?
8. Що означає допоміжний знак  ?
9. Яким допоміжним знаком позначають катет шва?
10. Як позначають монтажний шов?
11. Як позначають шов по замкнутому контуру?

12. Що вказують цифри після букв позначення видів і методів зварювання?

Варіанти відповідей:

1.	Штриховими лініями	17.	Над поличкою
2.		18.	
3.		19.	Підсилення шва зняти
4.	Прямою лінією	20.	
5.		21.	
6.	Суцільними лініями	22.	Переривчастий шов із ланцюговим розташуванням ділянок
7.	Напливи і нерівності обробити з плавним переходом до основного металу	23.	Шов по незамкнутому контуру
8.	Умовний порядковий номер, вид з'єднання і форму розчищення кромки	24.	Переривчастий шов із шаховим розташуванням ділянок
9.		25.	
10.		26.	
11.	На підкладці	27.	Катет шва
12.	Двосторонній шов	28.	Під поличкою
13.	Газове зварювання	29.	Ламаною лінією, похила ділянка якої закінчується односторонньою стрілкою
14.			
15.		30.	
16.	Монтажний шов	31.	Вказати неможливо

Завдання 12
Будова зварювального полум'я

Запитання:

1. Як утворюється зварювальне полум'я?
2. Яка температура ацетилено-кисневого полум'я?
3. Чим характеризується ядро полум'я?
4. Що визначає діаметр ядра?
5. Що визначає довжину ядра?
6. Яка температура ядра?
7. Чому середню зону називають відновною?
8. Якою зоною виконують зварювання?
9. На якій відстані від кінця ядра відновна зона має найвищу температуру?
10. З чого складається зона повного згорання (факел)?
11. Яка температура факела?

Варіанти відповідей:

1. Діаметр каналу мундштука.
2. 3–6 мм.
3. 1200–2500°C.
4. Вентиль пальника.
5. Факелом.
6. 1–2 мм.
7. При згоранні горючого газу або парів рідини в кисні.
8. З вуглекислого газу, парів води і азоту, які утворюються при згоранні оксиду вуглецю і водню відновної зони за рахунок кисню зовнішнього середовища.
9. Ацетиленовий генератор.
10. Різко окресленою формою з яскраво-світлою оболонкою і зовнішнім шаром, де згорають розжарені частинки вуглецю при розпаді ацетилену.
11. 700–900°C.
12. Відновною.
13. 5000°C.
14. 20 мм.
15. При горінні кисню.
16. Ядром.
17. Швидкість витікання суміші.
18. 1000°C.
19. 17 мм.
20. Темним відтінком і найвищою температурою.
21. З ацетилену або інших горючих газів.
22. 3150°C.
23. Тому, що оксид вуглецю і водню розкиснюють розплавлений метал, віднімаючи кисень від його оксидів.
24. Вказати неможливо.

Завдання 13

Види полум'я

Запитання:

1. Які є види полум'я?
2. Як теоретично одержують нормальне полум'я?
3. Через що кисню в пальник поступає трохи більше (від 1,1 до 1,3 об'єму ацетилену) для одержання нормального полум'я?
4. Чим характеризується нормальне полум'я?
5. Як одержують окиснювальне полум'я?
6. Чим характеризується окиснювальне полум'я?
7. Через що не можна зварювати сталі окиснювальним полум'ям?
8. Для чого використовують окиснювальне полум'я?
9. Як одержують науглецьоване полум'я?
10. Чим характеризується науглецьоване полум'я?
11. Чому полум'я «коптить»?
12. Для чого використовують науглецьоване полум'я?

Варіанти відповідей:

1. Ядро, відновна зона, факел.
2. Скорочуються по довжині всі зони полум'я, виникає шум, ядро набирає конусоподібної форми і з менш чіткими обрисами, висока температура, полум'я синьо-фіолетового відтінку.
3. З надлишком ацетилену, коли в пальник на один об'єм ацетилену подається 0,95 і менше об'єму кисню.
4. Для зварювання чавуну і наплавлення твердими сплавами.
5. Для зварювання сталі.
6. Коли оксид вуглецю і водню розкиснюють метал.
7. Полум'я стає «жорстким».
8. Нормальне, окиснювальне, науглецьоване.
9. Через наявність надлишку кисню, який призводить до окиснення металу шва, пористості та крихкості.
10. Через великий надлишок ацетилену і недостачу кисню.
11. «М'яке» полум'я схильне до зворотних ударів і хлопків.
12. Відсутністю вільного кисню і вуглецю в його відновній зоні.
13. Для зварювання латуні і паяння твердими припоями.
14. Ядро втрачає чіткість своїх обрисів, на кінці його з'являється зелений вінчик, за яким роблять висновок про надлишок ацетилену. Відновна зона майже зливається з ядром, а факел жовтуватий. Надлишковий ацетилен легко поглинається металом і погіршує якість шва.
15. Коли в пальник на один об'єм кисню поступає один об'єм ацетилену.
16. З надлишком кисню при подачі в пальник на один об'єм ацетилену більше 1,3 об'єму кисню.
17. Ацетилен і кисень.

18. Відсутністю домішок.
19. Через неправильний нахил мундштука до поверхні зварюваного металу.
20. Через забрудненість кисню і витрати його на згорання водню.
21. Вказати неможливо.

Завдання 14

Металургійні процеси при газовому зварюванні

Запитання:

1. Що впливає на взаємодію розплавленого металу з полум'ям?
2. Чим характеризується зварювальна ванна?
3. Які реакції проходять у результаті взаємодії розплавленого металу з газами полум'я?
4. Як уникають окиснювальних процесів при зварюванні?
5. Чому низьковуглецеві сталі можна зварювати без флюсів?
6. Як впливає водень на металургійні процеси при зварюванні?
7. Чим характеризується ділянка неповного розплавлення біляшовної зони?
8. Чим характеризується ділянка перегріву?
9. Що характерне для ділянки нормалізації?
10. Що характерне для ділянки неповної перекристалізації?
11. Чим характеризується ділянка рекристалізації?
12. Що характерне для ділянки синьоломкості?
13. Що використовують для покращення структури і властивостей металу шва і біляшовної зони?

Варіанти відповідей:

1. Захищає метал від окиснення, відновлює його від оксидів, але є причиною утворення пористості й тріщин.
2. Відновлюванням форми і розмірів зруйнованих зерен металу, який раніше піддавався обробці тиском.
3. Властивості металу і склад полум'я.
4. Сильно нагрітим (1100–1500°C) металом з крупнозернистою структурою і зниженими механічними властивостями.
5. Зниження пластичних властивостей без видимих структурних змін, температура 200–450°C.
6. Знімає внутрішні напруги.
7. Підготовка кромки до зварювання.
8. Утворює кратер.
9. Тому, що всі метали зварюються без обмежень.
10. Окисно-відновні.
11. Тому, що розкиснювачами сталі є вуглець, кремній, марганець.
12. Випробування на розтяг.
13. Повторне зварювання.
14. Без зміни ступеня окиснення.

15. Твердорідким станом. У цій зоні проходить сплавлення кристалів металу шва з зернами основного металу, температура в ній вища за температуру плавлення металу.
16. Дрібнозерниста структура, температура 930–1100°C, найвищі механічні властивості.
17. Гаряче проковування металу шва, термообробку пальником, загальну термообробку в печах і повільне охолодження.
18. Малим об'ємом, високою температурою і великою швидкістю охолодження.
19. У присаджувальні матеріали і флюси вводять спеціальні розкиснювачі, які мають більшу спорідненість з киснем, ніж метал.
20. Розташування дрібних зерен навколо крупних, температура 720–930°C.
21. Тому, що горюча суміш має механічний вплив на розплавлений метал і формує валик шва.
22. Вказати неможливо.

Завдання 15

Способи зварювання. Переміщення пальника і прутка

Запитання:

1. Як зварюють лівим способом?
2. Для зварювання яких металів застосовують лівий спосіб?
3. Які переваги лівого способу зварювання?
4. Як зварюють правим способом?
5. Для зварювання яких металів застосовують правий спосіб?
6. Які переваги правого способу зварювання?
7. Для чого призначені поперечні рухи мундштука?
8. Як виконують коливальні рухи присаджувальним дротом?
9. Як регулюється швидкість нагрівання?
10. Як вибирають величину кута нахилу мундштука до зварюваного металу?

Варіанти відповідей:

1. Для металів із великою теплопровідністю і товщиною більше 5 мм.
2. Залежно від товщини і виду металу. Чим товстіший метал, тим більша теплопровідність і тим більший кут нахилу пальника.
3. Для тонких і легкоплавких металів.
4. В напрямку, протилежному рухові кінця мундштука пальника.
5. В будь-яких напрямках.
6. Для збільшення швидкості зварювання.
7. В тому ж напрямку, що рухається мундштук пальника.
8. Для підвищення механічних властивостей металу шва.
9. Зліва направо, полум'я спрямовується на зварену ділянку шва, а присадка переміщується за пальником. Мундштуком виконують незначні поперечні коливальні рухи.

10. Для рівномірного прогрівання кромки основного і присаджувального металу й одержання шва необхідної ширини.
11. Незалежно від товщини і виду металу.
12. Для будь-яких металів.
13. Справа наліво, полум'я спрямовується на ще незварювані кромки, а присадка переміщується попереду полум'я.
14. Забезпечується кращий захист ванни від кисню й азоту повітря, приповільнюється охолодження шва, менше розсіюється тепло, тому кут розчищення кромки становить $60-70^\circ$, зменшується кількість наплавленого металу, краща якість шва.
15. Зміною кута нахилу мундштука до зварюваного металу.
16. Наближенням мундштука до поверхні зварюваного металу.
17. Зварювальник добре бачить шов, кращий зовнішній вид шва, попередній підігрів кромки забезпечує добре перемішування ванни.
18. Вказати неможливо.

Завдання 16

Підготовка деталей під зварювання. Режими зварювання

Запитання:

1. У чому полягає очищення кромки і прилягаючої зони?
2. Як виконують випрямлення деталей, що мають вм'ятини, випини, хвилястість, викривлення тощо?
3. Який припуск необхідно врахувати при розмічанні заготовок?
4. Для чого необхідне накладання прихваток?
5. Чому при зварюванні міді прихватки не бажані?
6. За якою формулою визначають потужність полум'я?
7. Що визначає коефіцієнт пропорційності у формулі визначення потужності полум'я?
8. Як визначається склад полум'я?
9. За якою формулою визначається діаметр присаджувального металу для лівого способу зварювання?
10. За якою формулою визначається маса присаджувального металу, що витрачається на зварювання одного погонного метра шва?

Варіанти відповідей:

1. Витрати ацетилену в л/год, необхідні для зварювання металу товщиною 1 мм.
2. Повне складання виробу з наступним зварюванням усіх швів.
3. Обробка поверхні на ширину 20–30 мм з кожної сторони щітками, полум'ям, травленням, знежиренням, піскоструменевою обробкою.
4. Тому, що утворюється вибухонебезпечна ацетиленова мідь.
5. $P = K \cdot S$.

6. Розчищення кромки залежно від товщини металу напилками, зубилом, на фрезерних, стругальних верстатах та ін.
7. Щоб положення деталей і зазор між ними були постійними в процесі зварювання.
8. 5 мм на кожну заготовку.
9. $d = \frac{S}{2}$ (мм).
10. У холодному або гарячому стані, ручним і машинним способами, застосовуючи молотки, преси, правильні машини та ін.
11. Щоб одержати необхідну ширину шва.
12. $d = \frac{S}{2} + 1$, (мм).
13. Почергово під'єднують деталі до вже звареної частини виробу:
14. 1 мм на кожний поперечний стик і 0,1–0,2 мм на 1 погонний метр поздовжнього шва.
15. Тому, що вони викликають тріщини при повторному нагріванні.
16. Відношенням витрат кисню до витрат горючого газу.
17. $P = K \cdot S^2$.
18. Щоб підсилити шов.
19. $I_{зв} = Kd$.

Завдання 17

Особливості техніки зварювання швів у різних просторових положеннях. Зварювання листового матеріалу

Запитання:

1. Чому нижні шви зварювати легше?
2. Як зварюють вертикальні шви при малій товщині металу?
3. Як зварюють способом подвійного валіка?
4. Як зварюють горизонтальні шви?
5. Як зварюють стельові шви?
6. Як виконують підготовку до зварювання листового матеріалу товщиною до 2 мм?
7. Як виконують підготовку до зварювання листового матеріалу товщиною від 1 до 5 мм?
8. Як виконують підготовку до зварювання листового матеріалу товщиною від 6 до 15 мм?
9. Як виконують підготовку до зварювання листового матеріалу товщиною від 15 до 25 мм?
10. Як виконують багатопшарове зварювання?
11. Як виконують зварювання зворотноступінчастим способом?

Варіанти відповідей:

1. Правим способом. Необхідно утримувати розплавлений метал від стікання вниз рухом пальника і тиском газів полум'я.

- Пруток необхідно тримати полого, щоб уникнути стікання по ньому рідкого металу.
2. Скосу кромки не роблять і зварювані деталі встановлюють із зазором, що дорівнює половині товщини металу; зварюють знизу вгору.
 3. Відбортовують кромки і встановлюють зазор 0–1 мм.
 4. З X-подібним скосом кромки під кутом 70–90° з обох сторін, притупленням 2–4 мм і зазором 2–4 мм.
 5. Зверху вниз правим способом або лівим — знизу вгору.
 6. Без скосу кромки і зазором 0,5–2 мм.
 7. У нижній частині стику пальником пропалюють отвір. Полум'я, розташоване в цьому отворі, поступово проплавляє верхню частину отвору. Потім полум'я переміщують вище, і так до повного виконання шва.
 8. Короткими ділянками, стики валиків у різних шарах не повинні співпадати. Кожний попередній шар детально зачищають до металевого блиску щіткою.
 9. Тому, що метал під силою земного тяжіння скапує в кратер і не витікає з ванни. Спостерігати за процесом зварювання зручніше.
 10. З V-подібним скосом кромки під кутом 70–90°, притупленням 1,5–3 мм і зазором 2–4 мм.
 11. Весь шов поділяють на ділянки довжиною 100–250 мм, які зварюють з перекриттям кожної попередньої ділянки наступною на 10–20 мм. Це сприяє зменшенню деформацій при стиковому зварюванні.
 12. Правим способом, тримаючи кінець дроту зверху, а мундштук знизу. Зварювальна ванна розташовується під деяким кутом до осі шва. Це і підтримує рідкий метал від стікання, і полегшує формування шва.
 13. Тому, що зручно виконувати підготовку деталей до зварювання.
 14. Вказати неможливо.

Завдання 18 *Зварювання труб*

Запитання:

1. Охарактеризуйте підготовку перед зварюванням труб із товщиною стінок до 5 мм?
2. Яка підготовка під зварювання труб із товщиною стінок більше 5 мм?
3. Який спосіб підготовки під зварювання використовують для тонкостінних труб товщиною до 3 мм?
4. Який спосіб підготовки під зварювання використовують, коли недопустиме зменшення внутрішнього діаметра?
5. Як виконують монтажне зварювання, коли пряме спостереження за стиком неможливе?

6. Як необхідно зварювати поворотні стики?
7. Як необхідно зварювати неповоротні стики труб діаметром до 100 мм?
8. Як необхідно зварювати неповоротні стики труб діаметром більше 100 мм?
9. Як необхідно зварювати неповоротні стики труб діаметром 300 мм і більше?
10. Яке можливе зварювання труб діаметром 500–600 мм (при допустимому повороті стику)?

Варіанти відповідей:

1. З внутрішнім розточуванням для встановлення опорного кільця.
2. Зварювання починають з будь-якої точки і виконують чотирма окремими ділянками в протилежних напрямках.
3. Без розчищення кромки, із зазором 1,5–2 мм.
4. Взагалі не виконують.
5. Спочатку праву нижню чверть труби, потім ліву і аналогічно верхню половину стику. Нижні та верхні шви повинні накладатися у протилежних напрямках із перекриттям нижнього і верхнього шва на 30–40 мм.
6. З відбортовкою кромки і вставним кільцем.
7. З Х-подібним розчищенням кромки.
8. Використовують збільшений діаметр присадки.
9. Без розчищення кромки з підкладним кільцем.
10. Зі стиковим заточуванням для точного центрування.
11. За допомогою дзеркала.
12. Використовують струбцини, центровані пристосування.
13. Спочатку стельовий шов, а потім верхню частину стику.
14. Двома зварювальниками одночасно, спочатку верхню ділянку, повертають трубу і зварюють інші ділянки.
15. Використовують більшу потужність полуменя.
16. Одностороннє розчищення кромки під кутом 70–90° з пригупленням 1,5–2,5 мм.
17. В нижньому положенні. Зварна ванна повинна знаходитись трохи нижче від верхньої частини труби, щоб одержати шов з невеликою випуклістю.
18. Вказати неможливо.

Завдання 19

Зварювання ємностей і газопроводів

Запитання:

1. Для газопроводів якого діаметра використовують газове зварювання?
2. Що включає поопераційний контроль?
3. Яка повинна бути висота підсилення шва?

4. Яка повинна бути ширина шва?
5. При наявності яких дефектів зварні стики бракуються?
6. Коли дозволяється виправлення дефектів?
7. Яким випробуванням піддають газопроводи?
8. Коли допускаються таврові з'єднання при зварюванні ємностей?
9. Чи допускається перехрещення швів при зварюванні ємностей?
10. Яка повинна бути відстань між швом ємності і швом приварки опор?

Варіанти відповідей:

1. У випадку приварювання плоского дна, фланців, штуцерів.
2. Режими зварювання.
3. 5 мм, незалежно від товщини стінки труби.
4. Більше 150 мм при товщині стінок більше 5 мм.
5. Перевірку правильності складання і зварювання.
6. 1–3 мм, але не більше 40% товщини стінки труб.
7. Не більше 2,5 товщини стінки труби.
8. На міцність і щільність.
9. Допускається.
10. Не менше товщини стінки.
11. Непровару глибиною більше 10% кореня шва; шлакових включень, раковин по глибині шва більше 10%; газові пори – 5 штук на 1 см² площі шва.
12. Якщо дефектна частина шва менша 50% його довжини.
13. Незадовільний зовнішній вигляд шва.
14. Повторно-змінним і ударним.
15. До 150 мм при товщині стінок до 5 мм.
16. Якщо дефектна частина шва менше 30% його довжини.
17. Не допускається.
18. Більше 20 мм.
19. У всіх випадках.
20. Вказати неможливо.

Завдання 20

Ремонтне зварювання

Запитання:

1. Як заварюють отвори?
2. Як виконують підготовку тріщин до заварювання?
3. Як заварюють довгі отвори?
4. Як заварюють малі тріщини?
5. Як заварюють короткі тріщини?
6. Як підготовлюють до зварювання закриті ємності з-під горючих речовин?
7. Яким способом заварюють ємності з-під нафтопродуктів?
8. Як заварюють латки?

9. Для чого використовують термічні олівці серії «Оксал»?
10. Які переваги використання термічних олівців?

Варіанти відповідей:

1. Виконання ремонтних робіт у польових умовах без використання зварювального обладнання.
2. Для підвищення механічних властивостей металу шва.
3. Лівим способом із нанесенням присаджувального металу за гвинтовою лінією.
4. Від середини до країв.
5. Зворотноступінчастим способом і для попередження виникнення тріщин надають ледь випуклу форму.
6. Для зварювання алюмінію і його сплавів.
7. Використовують більшу потужність полум'я.
8. Зверху вниз.
9. Для будь-яких металів.
10. Розклинюють і заварюють від країв до середини або зворотноступінчастим способом.
11. Детально промивають гарячою водою з каустичною содою.
12. Для паяння-зварювання вуглецевих і легованих сталей товщиною до 5 мм, міді та чавуну.
13. З відбортовкою кромки.
14. Зручність підготовки деталей до зварювання.
15. У будь-яких напрямках.
16. Змінюють кут нахилу мундштука.
17. Попередньо засвердлюють кінці, а при товщині металу більше 3 мм — розчищають зубилом або фрезою і зачищають до металевого блиску.
18. В одному напрямку.
19. Заповнюють відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згорання до початку і в процесі зварювання. Полум'я запалюють і гасять на певній відстані від ємності.
20. Вказати неможливо.

Завдання 21

Деформації і напруги при зварюванні

Запитання:

1. Що виникає, коли напруги перевищують границю текучості металу?
2. Що виникає, коли напруги перевищують границю міцності металу?
3. Що утворюється при наявності жорстких зв'язків між нагрітими і холодними частинами металу?
4. Що таке ливарна усадка розплавленого металу?
5. Що таке структурні перетворення в металі?
6. Що забезпечує попередній і супровідний підігрів?

7. Що відбувається при проковуванні швів?
8. Що забезпечує зворотноступінчастий порядок накладання швів?
9. Що таке врівноваження деформацій?
10. Як зменшують деформації за допомогою зворотніх деформацій?
11. Для чого використовують термічну обробку зварних виробів?

Варіанти відповідей:

1. Збільшує пластичні деформації і залишкові напруги.
2. Збільшення об'єму металу при його охолодженні.
3. Стискаючі і розтягуючі напруги.
4. Розтискання металу в різні сторони, що знижує розтягуючі напруги.
5. Деталі розташовують під деяким кутом одну до одної. У процесі зварювання кромки наближаються і деформації зменшуються.
6. Для підвищення твердості металу шва.
7. Відхилення швів від заданих розмірів.
8. Тріщини.
9. Зменшує пластичні деформації, залишкові напруги і сприятливо впливає на структуру металу шва і біляшовної зони.
10. Рівномірне нагрівання металу і зменшення величини деформацій.
11. Для зниження внутрішніх напруг, вирівнювання структури шва і біляшовної зони.
12. Одностороннє розчищення кромки без притуплення.
13. Пластична деформація: зміна розмірів, форми та жолоблення виробу.
14. Зміна розмірів і взаємного розташування зерен, що супроводжується зміною об'єму металу і викликає внутрішні напруги.
15. Почергове накладання швів таким чином, щоб кожен наступний шов викликав деформацію, зворотню до деформації, одержаної після зварювання попереднього шва.
16. Зменшення об'єму металу при його охолодженні, що супроводжується виникненням повздовжніх і поперечних внутрішніх напруг.
17. Вказати неможливо.

Розділ 4

Дефекти та контроль якості зварювання

Завдання 22

Дефекти швів

Запитання:

1. Що називають дефектом зварних з'єднань?
2. Які причини відхилення швів від заданих розмірів?

3. Які причини виникнення непровару?
4. Які причини виникнення тріщин?
5. Які причини виникнення підрізів?
6. Які причини виникнення напливів?
7. Яка причина утворення незавареного кратера?
8. Які причини виникнення пропалів?
9. Які причини утворення шлакових включень та оксидів?
10. Які причини утворення внутрішніх пор?
11. Які причини перегрівання металу?
12. Яка причина перепалу?

Варіанти відповідей:

1. Несплавлювання основного металу з металом шва через недостатню потужність полум'я. Неповне прогрівання кромки або неправильне розчищення. Надто малий зазор. Погано зачищені кромки.
2. Різке обривання полум'я наприкінці зварювання.
3. Надлишкова потужність полум'я. Недостатня швидкість зварювання.
4. Порушення технології складання, зварювання, застосування невідповідних матеріалів, неправильний вибір режимів зварювання, низька кваліфікація зварника.
5. Відхилення від норм, передбачених стандартами і технічними умовами.
6. Надлишкове розплавлення кромки. Недостатня кількість наплавленого металу. Завищена потужність полум'я. Занижений діаметр присадки.
7. Наявність забруднення на кромках. Невідповідність хімічного складу основного металу і присадки. Неправильно відрегульоване полум'я (окиснювальне).
8. Порушення режимів зварювання і охолодження. Непридатність присадки за хімічним складом. Жорстке кріплення деталей.
9. Великий зазор. Недостатнє притуплення кромки. Висока потужність полум'я. Недостатня швидкість зварювання.
10. Надмірна тривалість нагрівання металу з наявним окиснювальним полум'ям.
11. Неправильна підготовка кромки. Неправильне переміщення пальника і присадки (електроду). Невідповідність розмірів деталі та дроту.
12. Неправильний режим і техніка зварювання: швидке розплавлення присадки при недостатньому нагріванні кромки металу. Неправильне маніпулювання пальником.
13. Використання окиснювального полум'я. Погане зачищення кромки і присадки. Надлишок флюсу.
14. Вказати неможливо.

Завдання 23

Методи контролю зварних з'єднань

Запитання:

1. З якою метою контролюють якість зварних швів і з'єднань?
2. Що визначають візуальним способом контролю?
3. Що виявляють при випробуваннях гасом?
4. Що перевіряють гідравлічними випробуваннями?
5. Що перевіряють пневматичними випробуваннями?
6. Що визначають вакуумним способом контролю?
7. Що визначають при контролі з частковим руйнуванням?
8. Що визначають рентгенівським способом контролю?
9. Що визначають при просвічуванні гамма-променями?
10. Що визначають ультразвуковим способом контролю?

Варіанти відповідей:

1. Внутрішні дефекти та їх місцезнаходження. Дефектні місця поглинають випромінювання менше, ніж основний метал, і на фотоплівці виступають у вигляді темних плям.
2. Виявлення зовнішніх і внутрішніх дефектів.
3. Щільність швів при робочому тиску з витримкою 10 год. Наявність бульбашок при покритті мильною емульсією або зануренням у воду свідчить про нещільність шва.
4. Нещільність шва, шляхом створення вакууму і реєстрації проникнення повітря на доступній стороні шва.
5. Міцність і щільність швів. Виріб витримують під тиском у 1,5–2 рази вищим за робочий протягом 5–6 хв. Проникність визначається просочуванням води у вигляді крапель.
6. Внутрішні дефекти з використанням радіоактивних речовин, промені яких здатні вільно проникати через метал і впливати на фотопластилини.
7. Наскрізнi пори і тріщини розміром від 0,1 мм і більше за наявністю жовтих плям на поверхні, покритій крейдовим розчином.
8. Макро- і мікроструктуру шва, а також хімічний склад з'єднання, механічні властивості.
9. Внутрішні дефекти при товщині металу до 4 мм. Коливання, проходячи через метал шва, відбиваються від дефектів.
10. Дотримання вимог безпеки праці.
11. Правильність підготовки та складання деталей, розчищення кромки, величину притуплення і зазору. Наявність поверхневих дефектів. Відповідність геометричних розмірів вимогам креслень.
12. Вказати неможливо.

Розділ 5

Основи технічного нормування газозварювальних робіт

Завдання 24

Нормування ацетилено-кисневого зварювання і наплавлювальних робіт

Запитання:

1. Що передбачає технічне нормування?
2. За якою формулою визначають основний час?
3. Від чого залежить коефіцієнт К?
4. Охарактеризуйте термін «підготовчо-заклучний час».
5. З чого складається допоміжний час?
6. Що включає в себе час обслуговування обладнання і відпочинку?
7. Які орієнтовні витрати ацетилену на 1 мм шва, залежно від товщини металу?
8. Які орієнтовні витрати кисню на 1 мм шва?
9. Які орієнтовні витрати дроту на 1 мм шва?
10. Від чого залежить визначення часу на наплавлення 1 см³ присаджувального прутка?
11. Що може бути нормою часу при напавленні порошкоподібними матеріалами?

Варіанти відповідей:

1. Товщини металу, номера наконечника пальника.
2. Підготовчо-заклучний і допоміжний час, а також час на обслуговування робочого місця і відпочинку при газовому зварюванні становить 30–50% основного часу.
3. $d = \frac{S}{2}$.
4. 8·S.
5. Типу зварного з'єднання, виду шва і зварювального металу.
6. Запалювання і гасіння пальника, регулювання полум'я, розігрівання кромки, перехід з одного місця на інше, огляд шва, очищення кромки і шва, клеймування і прибирання виробу.
7. 10·S.
8. При зварюванні вертикальних швів основний час множать на 1,2, горизонтальних — на 1,4 і стельових — на 1,6.
9. Отримання завдання, інструктаж, вибір номера наконечника пальника, встановлення балонів, зарядку генератора, перевірку запобіжного затвору, здачу готової продукції.
10. Прибирання робочого місця, балонів, устаткування, відпочинок, обслуговування обладнання, особисті потреби.
11. 9,5·S.
12. Продуктивне використання робочого часу, повне завантаження зварювального обладнання, при раціональних прийомах перевищення встановлених норм.

13. Встановлення технічно-обґрунтованих норм часу на виконання різних зварювальних робіт.
14. $t_{зв} = K \cdot S$.
15. Погодинна продуктивність, при якій наплавляють поверхню 60–100 см² товщиною шару 1,5–2 мм; маса наплавленого металу становить 0,15–0,18 кг.
16. Вказати неможливо.

Розділ 6. Охорона праці

Завдання 25

Вимоги безпеки праці при газозварювальних роботах

Запитання:

1. На якій відстані від пересувних генераторів мають виконуватись газозварювальні роботи?
2. На якій відстані від балонів і баків із рідким паливом мають виконуватись газозварювальні роботи?
3. На якій відстані від газопроводу мають виконуватись газозварювальні роботи?
4. Яких заходів уживають у разі спрямування полум'я в бік джерел живлення?
5. Що необхідно робити при перегріванні пальника?
6. Чим повинен бути забезпечений зварювальник при проведенні монтажних робіт на висоті вище 5 м над рівнем землі або підлоги?
7. За яких умов робота на висоті припиняється?
8. Що необхідно забезпечити при виконанні робіт у ємностях, тунелях, колодязях?
9. Що необхідно робити при виникненні хлопків?
10. Чому необхідно уникати забруднень кисневих балонів маслами?

Варіанти відповідей:

1. При дотику стиснутого кисню з маслами, жирами їх окиснення проходить з великою швидкістю, що призводить до самозагорання або вибуху.
2. Вивчити інструкцію з експлуатації обладнання.
3. Не підходити з вогнем, запаленим пальником до генератора або до вивантаженого з генератора гашеного вапна.
4. Не допускати встановлення генератора в похилому положенні та разом з кисневим балоном.
5. Не менше 10 м.
6. Припинити роботу і охолодити пальник водою.
7. Місцеве освітлення з напругою 12 В, примусову вентиляцію і виконання роботи двома робітниками.
8. Перевірити кріплення рукавів на ніпелях пальників і між собою.

9. Пояс, спецвзуття, сумка для перенесення інструментів, шолом.
10. Відкрити кисневий вентиль, а потім ацетиленовий.
11. Не менше 5 м.
12. Встановлюють металеві ширми.
13. Перекрити ацетиленовий, а потім кисневий вентиль.
14. Викрутити натискні регулювальні гвинти на редукторах.
15. Оглянути пальник і переконатися у відповідності номера наконечника товщині металу.
16. Не менше 1,5 м.
17. Сильний вітер, дощ або ожеледиця.
18. Вказати неможливо.

Розділ 7. Газове зварювання сталей

Завдання 26

Характеристики сталей. Зварюваність сталей

Запитання:

1. Що називають сталями?
2. Як маркують конструкційну сталь звичайної якості?
3. Як маркують якісну вуглецеву конструкційну сталь?
4. Які конструкційні сталі належать до низьковуглецевих?
5. Чим характеризуються сталі, що добре зварюються?
6. Чим характеризуються сталі, що зварюються задовільно?
7. Чим характеризуються сталі, що зварюються обмежено?
8. Чим характеризуються сталі, що зварюються погано?
9. Які марки сталей зварюються добре?
10. Які марки сталей зварюються задовільно?
11. Які марки зварюються обмежено?
12. Які марки сталей зварюються погано?

Варіанти відповідей:

1. АЧС-1, АЧС-2, ... АЧС-6.
2. При зварюванні не виникають тріщини. Зварюють без підігріву і після зварювання не використовують термообробки. Одержують зварні з'єднання високої якості.
3. Ст1кп, Ст2пс, Ст3, Ст4, 08, 10, 15, 20, 25, 15ХА, 20Х, 15НМ, 19 ХСНД, 08Х20Н14С2, 12Х18Н9Т.
4. СЧ15, ВЧ42, КЧ37-12.
5. Сплав заліза з вуглецем, вміст вуглецю в яких від 2,14 до 6,67%.
6. Ст0, Ст1кп, ...Стбсп.
7. Сталі з вмістом вуглецю не більше 0,25%.
8. Важко зварюються і схильні до утворення тріщин. Зварюють з попереднім підігрівом і наступною термообробкою.

9. Стбпс, 40, 45, 50, 35ХМ, 30ХГСА, 40Х, 40ХМФА, 40ХН.
10. Сплав міді з цинком.
11. Ступенем розкиснення сталі.
12. Сталі з вмістом вуглецю 0,3–0,6%.
13. Ст5сп, 30, 35, 12Х2Н4А, 20ХГСА, 30Х, 15ХСНД, 25ХГСА, 9Х14А, 30Х13, 25Х13Н2.
14. Сплав заліза з вуглецем, вміст вуглецю в яких від 0,01% до 2,14%.
15. У звичайних умовах схильні до утворення тріщин. Зварюють з попереднім підгрівом до 250–400°C з наступним відпуском.
16. 65, 70, 75, 80, 85, 60Г, 65Г, 70Г, У7-У13, 50ХГ, 50ХГСА, 60ХС, 45ХНЗМФА, Х13, 9ХС, 6ХГМ, ХВГ, Х.
17. Сталі з вмістом легуючих елементів до 3%.
18. 05, 05 кп, 08, 08 кп, 10, ... 85.
19. Необхідне строге виконання всіх режимів зварювання, застосування спеціального присаджувального металу, детальної очищення кромки, нормальні температурні умови, а в деяких випадках і попередній підгрів до 100–150°C з наступною термообробкою.
20. Сплав із підвищеним вмістом марганцю.

Завдання 27

Умовні позначення легуючих елементів

Укажіть, якими літерами позначаються хімічні елементи в марках сталі і сталевих зварювальних дроту.

№	Елемент	№	Літера
1.	Ніобій	1.	Р
2.	Молібден	2.	Ш
3.	Кобальт	3.	В
4.	Титан	4.	С
5.	Магній	5.	Х
6.	Бор	6.	А
7.	Вольфрам	7.	Б
8.	Нікель	8.	Ц
9.	Кремній	9.	Т
10.	Алюміній	10.	М
11.	Азот	11.	Ю
12.	Фосфор	12.	Г
13.	Мідь	13.	Ф
14.	Марганець	14.	К
15.	Ванадій	15.	Л
16.	Хром	16.	Д
17.	Берилій	17.	Н
18.	Цирконій	18.	П

Завдання 28

Вплив основних елементів на властивості і зварюваність сталей

За наведеними характеристиками впливу на властивості і зварюваність сталей встановіть відповідні хімічні елементи.

1. ... — при вмісті до 0,25% зварюваність не погіршує. При більшому вмісті зварюваність погіршується через утворення тріщин у зоні термічного впливу.
2. ... — сприяє загартованості сталі, що утруднює зварювання. При зварюванні активно окиснюється і вигорає.
3. ... — міститься в межах 0,3–0,8% і зварюваність не погіршує. При вмісті від 1,8 до 2,5% і більше виникає небезпека появи тріщин через сприяння загартованості сталі.
4. ... — підвищує пластичність, міцність, зварюваність не погіршує.
5. ... — в межах від 0,02 до 0,35% ускладнює при зварюванні не виникає. При вмісті від 0,8 до 1,5% зварювання ускладнюється через високу рідкотекучість й утворення тугоплавких оксидів.
6. ... — покращує зварюваність, підвищує міцність, пластичність і корозієстійкість сталі.
7. ... — підвищує твердість сталі й ускладнює процес зварювання через сильне окиснення.
8. ... — сприяє утворенню гарячих тріщин. Зварюваність із підвищенням вмісту різко погіршується.
9. ... — накопичується у шві і викликає появу пор і дрібних тріщин.
10. ... — ускладнює зварювання тому, що утворює тугоплавкі карбіди.
11. ... — підвищує твердість і крихкість сталі, викликає холодноламкість.

Варіанти відповідей:

1. Хром. 2. Вольфрам. 3. Вуглець. 4. Нікель. 5. Ванадій. 6. Мідь.
7. Фосфор. 8. Сірка. 9. Марганець. 10. Кремній. 11. Водень.

Завдання 29

Основні параметри і режими газового зварювання низьковуглецевих сталей

Запитання:

1. Яка потужність ацетиленового полум'я при лівому способі зварювання низьковуглецевих сталей?
2. Який вид полум'я використовують для зварювання сталі?
3. Яка потужність ацетиленового полум'я при правому способі зварювання низьковуглецевих сталей?

4. Яка потужність пропан-бутанового полум'я при зварюванні низьковуглецевих сталей?
5. Який вид полум'я використовують при зварюванні низьковуглецевих сталей пропан-бутаном і міським газом?
6. Яка потужність полум'я при зварюванні низьковуглецевих сталей міським газом?
7. Для зварювання яких деталей використовують горючі гази пропан-бутан і міський газ?
8. Яка повинна бути відстань від ядра до основного металу при зварюванні низьковуглецевих сталей пропан-бутаном і міським газом?
9. Що необхідно зробити при лівому способі зварювання, щоб метал не скапував?
10. Що роблять для ущільнення і підвищення пластичності шва?
11. В якому випадку присадка буде прилипати до кромки?

Варіанти відповідей:

1. 60–75 л/год на 1 мм товщини металу.
2. Для всіх деталей.
3. 3–6 мм.
4. Нахилити виріб під кутом 10–15° проти руху пальника.
5. Кромки ще недостатньо нагріті.
6. Надто висока температура полум'я.
7. Окиснювальне.
8. 120–150 л/год на 1 мм товщини металу.
9. Тільки для деталей, що не підлягають здачі Держтехнагляду.
10. Проковують при температурі червоного кольору.
11. Навуглецьоване.
12. 1–3 мм.
13. Нормальне.
14. Котельна сталь, труби, бочки, вали, лита сталь, сортова сталь.
15. 8–10 мм.
16. Проковують при повному охолодженні металу.
17. Для деталей, що виготовлені з низьковуглецевої сталі.
18. Виконати прихватки.
19. 100–130 л/год на 1 мм товщини металу.
20. Нормальне або трохи окиснювальне.
21. Нахилити виріб під кутом 25–35° проти руху пальника.
22. Окиснення металу.
23. 180–220 л/год на 1 мм товщини металу.
24. Надійно закріпити виріб.

Завдання 30

Основні параметри і режими газового зварювання середньо- і високовуглецевих сталей

Запитання:

1. Яка потужність ацетиленового полум'я при зварюванні середньовуглецевих сталей?
2. Який вид полум'я використовують для зварювання середньо- і високовуглецевих сталей?
3. Яку термообробку виконують при зварюванні середньовуглецевих сталей?
4. Які флюси використовують для зварювання середньо- і високовуглецевих сталей?
5. Охарактеризуйте зварюваність середньовуглецевих сталей.
6. Яка потужність полум'я при зварюванні високовуглецевих сталей.
7. Яку термообробку використовують при зварюванні високовуглецевих сталей?
8. Яка зварюваність високовуглецевих сталей?
9. Чому для зварювання середньо- і високовуглецевих сталей використовують лівий спосіб?
10. Яку присадку використовують для зварювання середньо- і високовуглецевих сталей?
11. Чому погано зварюються високовуглецеві сталі?
12. Що необхідно зробити для підвищення механічних властивостей шва?

Варіанти відповідей:

1. 70–100 л/год на 1 мм товщини металу.
2. Погана. Рекомендується паяння або наплавлення.
3. З розкиснювачами.
4. Окиснювальне.
5. Добра. Шов не загартовується.
6. Для зручності зварювання й економії металу.
7. Попередній підігрів до 300–400°C, або місцевий до 650–700°C. Після зварювання відпуск при 600–650°C з наступним охолодженням на повітрі.
8. Для зменшення перегріву металу.
9. Прокувати при температурі 850–900°C з наступною термообробкою.
10. З великим вмістом вуглецю.
11. Через високий вміст легуючих елементів.
12. Задовільна при застосуванні термообробки і флюсу.
13. 75–90 л/год на 1 мм товщини металу.
14. Без розкиснювачів.
15. Відпал і гартування.
16. 100–150 л/год на 1 мм товщини металу.

17. Бура, 70% борної кислоти і 30% вуглекислого натрію; 50% вуглекислого калію і 50% двовуглекислого натрію.
18. Через посилене вигорання вуглецю й утворення гартованих структур.
19. Зварюють без застосування флюсів.
20. Нормальне або трохи навуглецьоване.
21. Загальний підігрів до 250–350°C у поєднанні з місцевим до 650–700°C і наступними нормалізацією або відпуском.
22. Зачистити шов від шлаку.

Завдання 31

*Основні параметри і режими газового зварювання
легованих сталей*

Запитання:

1. Який вид полум'я використовують для зварювання легованих сталей?
2. Якою повинна бути потужність полум'я при зварюванні легованих сталей?
3. Чи використовують флюс для зварювання низьколегованих сталей?
4. Чи використовують флюс для зварювання високолегованих сталей?
5. Що є причиною виконання попереднього підігріву сталей?
6. Яка температура попереднього підігріву легованих сталей?
7. Як підготовлюють і наносять флюс на кромки сталі?
8. Що необхідно зробити для зменшення вигорання хрому і молібдену при зварюванні?
9. Чому після зварювання необхідно повільно відводити палик вгору?
10. Яким способом зварюють довгі шви?

Варіанти відповідей:

1. Схильність до утворення гартованих структур при охолодженні на повітрі.
2. 900–930°C.
3. Підтримувати зварну ванну у більш густому стані.
4. Зменшення вмісту вуглецю в процесі зварювання.
5. Окиснювальне.
6. 75–100 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу (при лівому способі) і 100–130 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу (при правому способі).
7. Не використовують.
8. Для кращого виходу газів з металу шва.
9. Вигорання легуючих елементів сталі.
10. Після зварювання залишки флюсу видаляють гарячою водою.

11. Розводять у воді й у вигляді пасти наносять на кромки за 15–20 хв до зварювання.
12. Помішувати зварну ванну присаджувальним прутком.
13. Нормальне.
14. 50 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу (при правому способі); 150 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу (при лівому способі).
15. Використовують.
16. 150–300°С.
17. З перервами і повторним нагріванням одного й того ж місця.
18. Навуглецьоване.
19. Для покращення зовнішнього вигляду шва.
20. 80–85 л/год кисню на 1 мм товщини металу.
21. Зворотноступінчастим.
22. Вказати неможливо.

Розділ 8. Газове зварювання чавунів

Завдання 32

Характеристики чавунів. Особливості зварювання чавунів

Запитання:

1. Що називається чавуном?
2. Як уникнути відбілювання чавуну і появи гартованих структур при зварюванні?
3. Що є причиною утворення пор у металі шва?
4. Як уникнути утворення пор у металі шва?
5. Які типи пальників використовують для зварювання чавунів?
6. Які флюси використовують для зварювання чавунів?
7. Які марки прутків використовуються для зварювання чавунів?
8. Які нагрівальні пристрої застосовують при зварюванні чавунів?
9. Що необхідно враховувати при зварюванні чавунів газами-замінниками ацетилену?
10. Як визначають зварюваність чавуну за характером злому?

Варіанти відповідей:

1. Нечітко виражені зони полум'я; збільшуються витрати кисню; більш м'яке і менш концентроване полум'я; потужність 60–70 л/год пропан-бутану на 1 мм товщини деталі.
2. Сплав заліза з вуглецем, вміст вуглецю в якому від 0,01% до 2,14%.
3. У процесі зварювання безперервно перемішувати метал ванни присаджувальним прутком і використати спеціальні флюси.

4. РВ, РГМ, РГС.
5. За рахунок попереднього підігріву знизити швидкість охолодження чавуну.
6. ПЧ-1, ПЧ-2, ПЧ-3, ПЧН-1, ПЧИ-1, ПЧИ, ПЧВ, НЧ-2.
7. Св-08, Св-10Г2, Св-12ГС.
8. Світло-сірий — добра; крупнозернистий з включенням графіту — обмежена; чорний — погана.
9. Плавний перехід з рідкого стану в твердий.
10. №1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — на основі бури і газоподібній БМ-1.
11. Почистити поверхні деталей металевою щіткою.
12. Сплав заліза з вуглецем, вміст вуглецю в якому від 2,14% до 6,67%.
13. Зменшити вміст вуглецю.
14. Різкий перехід із рідкого стану в твердий і утворення на поверхні плівки тугоплавких оксидів кремнію і марганцю.
15. Г2, Г3, ГЗУ.
16. Пальники, паяльні лампи, горни, нагрівальні ями, камерні печі та ін.
17. СЧ10, ВЧ35, КЧ30-6.
18. Підвищити швидкість охолодження чавуну.
19. Жорстке полум'я; чітко виражені зони полум'я; потужність ацетилено-кисневого полум'я 100–150 л/год на 1 мм товщини.
20. Вказати неможливо.

Завдання 33

Гаряче і холодне зварювання чавунів

Запитання:

1. Як виконують підготовку деталей до зварювання?
2. Яка температура загального підігріву?
3. Яка температура місцевого підігріву?
4. Який вид полум'я для зварювання чавуну?
5. Яка потужність полум'я для зварювання чавуну?
6. Яким способом необхідно вести зварювання?
7. Як необхідно заварювати дефекти на краях деталі?
8. Як необхідно видаляти неметалеві включення з ванни?
9. Як закінчують процес зварювання?
10. Коли застосовують холодне зварювання чавуну без попереднього нагрівання?

Варіанти відповідей:

1. Окремими зварніми ваннами довжиною 20–30 мм із підтриманням металу в рідкому стані до повного заповнення дефекта присадкою.
2. Навуглецьоване.

3. Кінці тріщин засвердлюють; на деталях товщиною більше 5 мм розчищення кромки під кутом 70–90°.
4. 300–450°C.
5. Окиснювальне.
6. 100–200 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу або 60–70 л/год пропан-бутану на 1 мм товщини.
7. Пальник відводять на 50–60 мм від металу і підігрівають протягом 0,5–1,5 хв після чого накривають деталі азбестом.
8. Відбортовка кромки із зазором 1 мм.
9. 1000–1200°C.
10. Ядром полум'я.
11. Підтримувати ванну у напіврідкому стані за рахунок періодичного відведення полум'я від місця дефекта для охолодження ванни і зміни кута нахилу пальника до поверхні виробу з 80 до 10°.
12. 500–700°C.
13. Нормальне.
14. Флюсуванням рідкого металу й інтенсивного його переміщення прутком.
15. При приварюванні відбитих частин у малогабаритних деталях і коли деталі при нагріванні і охолодженні здатні вільно розширяться й стискатись без появи внутрішніх напруг.
16. 120–150 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
17. Для крупногабаритних деталей.
18. Різко відводять полум'я пальника від металу.
19. Вказати неможливо.

Завдання 34

Низькотемпературне паяння-зварювання чавуну

Запитання:

1. Який кут розчищення кромки при товщині металу більше 5 мм?
2. До якої температури нагрівають кромки при паянні-зварюванні чавунними прутками?
3. До якої температури нагрівають кромки для випалювання вуглецю при паянні-зварюванні латунними припоями?
4. Яке полум'я використовують для паяння-зварювання чавуну?
5. Яка потужність ацетиленового полум'я при паянні-зварюванні чавунними прутками?
6. Яка потужність ацетиленового полум'я при паянні-зварюванні латунними припоями?
7. Які марки чавунних прутків використовують для низькотемпературного паяння-зварювання?
8. Які латунні припої використовують для паяння чавунів?

9. Які марки флюсів використовують для паяння-зварювання чавунними прутками?
10. Які марки флюсів використовують для паяння-зварювання чавуну латунними припоями?

Варіанти відповідей:

1. 300–350°C.
2. Нормальне.
3. НЧ-2, УНЧ-2.
4. ФПСН-1, ФПСН-2.
5. ПОС-90, ПОС-61, ПОС-40, ПОС-10.
6. 70–90°.
7. Окиснювальне.
8. 60–75 л/год на 1 мм товщини металу.
9. ПЧ-1, ПЧ-2, ПЧ-3.
10. ФСЧ-1, ФСЧ-2, МАФ-1.
11. 10–20°.
12. 750–900°C.
13. Навуглецьоване.
14. 100–120 л/год на 1 мм товщини металу.
15. ЛОК 59-1-03, ЛОМНА 49-25-10-4-04.
16. Св-АК5, Св-АМг3.
17. БрОЦ8-4, БрА9Ж4.
18. 30–40 л/год на 1 мм товщини металу.
19. 1300–1500°C.
20. 120–130°.

Розділ 9. Технологія газового зварювання кольорових металів та їх сплавів

Завдання 35

Газове зварювання міді

Запитання:

1. Яка температура плавлення міді?
2. Які труднощі зварювання міді?
3. Які способи подолання труднощів при зварюванні міді?
4. Що є основою флюсів для зварювання міді?
5. Які марки присаджувальних матеріалів використовують для зварювання міді?
6. Яка підготовка кромки при зварюванні міді?
7. Яким повинен бути діаметр присадки при зварюванні міді?
8. Яке полум'я використовують для зварювання міді?
9. Яка потужність ацетиленового полум'я для зварювання міді?
10. Як закінчують процес зварювання міді?

Варіанти відповідей:

1. 660°C.
2. Здатність сильно окиснюватись, висока теплопровідність, «воднева хвороба», підвищений коефіцієнт лінійного розширення, велика зона термічного впливу, шкідливий вплив кисню й ацетилену.
3. Бура прокалена і борна кислота.
4. Св-08, Св-08Г2С, Св-АК5, Св-АМг3.
5. До 3 мм – без розчищення, а при більшій товщині – Х-подібне розчищення під кутом 45° з кожної сторони. Притуплення – 0,2 товщини міді.
6. М'яке нормальне полум'я.
7. 150–225 л/год на 1 мм товщини металу.
8. Проковують шов у холодному стані при товщині металу до 5 мм, а при більшій товщині – при 500°C; чистять 2%-вим розчином азотної або сірчаної кислоти і промивають водою. Потім відпалюють при 500–550°C і охолоджують у воді.
9. 1083°C.
10. Висока температура плавлення.
11. Застосування спеціальних флюсів, потужного полум'я, присаджувального матеріалу з розкиснювачами, підігріву, підвищеної швидкості зварювання.
12. Каніфоль.
13. М-0; М-1; МСр-1; МНЖ-5-1; МНЖКТ-5-1-0,2-0,2.
14. Від 1 до 5 мм без скосу кромки, від 5 до 15 мм – V-подібний скіс кромки, а при більшій товщині – Х-подібний скіс кромки.
15. (0,5–0,75)S, але не більше 8 мм.
16. Окиснювальне.
17. 1539°C.
18. БрОЦ 8-4, БрА9Ж4.
19. Навуглецьоване.
20. 100–120 л/год на 1 мм товщини металу.
21. Шов не проковують.

Завдання 36

Зварювання латуні

Запитання:

1. Що таке латунь?
2. Як зменшити вигорання цинку при зварюванні латуні?
3. Які марки присадки використовують для зварювання латуні?
4. Що є основою флюсів №1, №2, №3?
5. Як визначають діаметр присадки для зварювання латуні?
6. Охарактеризуйте підготовку кромки при товщині латуні до 1 мм.

7. Охарактеризуйте підготовку кромок при товщині латуні від 6 до 15 мм.
8. Яка потужність, ацетиленового полум'я при зварюванні латуні?
9. Коли дроводять проковування латуні в гарячому стані при температурі 650°C?
10. Що є ознакою нормального процесу зварювання латуні?

Варіанти відповідей:

1. Використати окиснювальне полум'я, присадки типу ЛК і ЛКБО, лівий спосіб, спеціальні флюси, збільшену відстань від ядра полум'я до ванни.
2. Бура і борна кислота.
3. Азотна кислота.
4. $d = S/2 + 1$ (де S — товщина металу), але не більше 8 мм.
5. Відбортовка кромок.
6. Х-подібний скіс кромок на кут 70–90°.
7. 100–120 л/год на 1 мм товщини металу.
8. При вмісті цинку до 40%.
9. Св-08, Св-08 Г2С, Св-АК5, Св-АМг3.
10. Використати науглецьоване полум'я.
11. Дрібнозернистість.
12. Сплав міді з цинком й іншими легуючими добавками.
13. Л63, ЛК62-05, ЛОК59-1-03.
14. Каніфоль.
15. $d = S + 1$ (де S — товщина металу), але не більше 8 мм.
16. V-подібний скіс кромок на кут 70–90°.
17. Без скосу кромок.
18. 150–225 л/год на 1 мм товщини металу.
19. При вмісті цинку більше 40%.
20. Відсутність видимих парів цинку і наявність на зварній ванні захисної плівки сірого кольору.
21. Використати спеціальні пальники.
22. Сплав заліза з вуглецем.

Завдання 37

Газове зварювання бронзи

Запитання:

1. Що називають бронзами?
2. Яка температура плавлення олов'яних бронз?
3. Які основні труднощі при зварюванні олов'яних бронз?
4. Яка потужність ацетиленового полум'я при зварюванні бронзи?
5. Який повинен бути присаджувальний метал для зварювання бронзи?
6. Яке полум'я використовують для зварювання бронзи?

7. Що є основою флюсів для зварювання бронзи?
8. Які труднощі зварювання алюмінієвих бронз?
9. Які флюси використовують для зварювання алюмінієвих бронз?
10. Яка потужність ацетиленового полум'я при зварюванні алюмінієвих бронз?

Варіанти відповідей:

1. Сплав заліза з вуглецем та іншими елементами.
2. 1539°C.
3. Вигорання цинку.
4. 70–120 л/год на 1 мм товщини металу.
5. Із великим вмістом вуглецю.
6. М'яке нормальне полум'я.
7. Каніфоль.
8. Утворення тугоплавкої оксидної плівки.
9. 120–170 л/год на 1 мм товщини металу.
10. Сплав міді з оловом, алюмінієм, кремнієм та іншими елементами.
11. 900–950°C.
12. Вигорання олова.
13. 150–225 л/год на 1 мм товщини металу.
14. Такої ж марки, що й основний метал.
15. Навуглецьоване полум'я.
16. Бура і борна кислота.
17. Азотна і сірчана кислоти.
18. 950–1080°C.
19. Окиснювальне полум'я.
20. Спеціальні галоїдні флюси, що застосовують для зварювання алюмінію.

Завдання 38

Газове зварювання алюмінію та його сплавів

Запитання:

1. Які труднощі зварювання алюмінію та його сплавів?
2. Які способи подолання труднощів при зварюванні алюмінію?
3. Які марки флюсів використовують для зварювання алюмінію та його сплавів?
4. Які марки присадки використовують для зварювання чистого алюмінію?
5. Які марки присадки використовують для зварювання деформованих сплавів алюмінію?
6. Які марки присадки використовують для зварювання ливарних сплавів алюмінію?
7. Яка підготовка кромок при товщині алюмінію від 5 до 15 мм?
8. Яке полум'я використовують для зварювання алюмінію?

9. Яка потужність ацетиленового полум'я для зварювання алюмінію?
10. Який кут нахилу мундштука і присадки до поверхні при товщині металу до 5 мм?
11. Яка температура попереднього підігріву при зварюванні алюмінію?

Варіанти відповідей:

1. Використання спеціальних флюсів, підбір відповідних марок присадки, застосування спеціальних технологічних прийомів.
2. Бура і борна кислота.
3. Св-АВОО, Св-АГ.
4. Св-АКЗ, Св-АК5, Св-АК10, Св-АК12.
5. Без скосу кромок.
6. Х-подібний скіс під кутом 30–35° і зазором від 4 до 6 мм.
7. М'яке нормальне полум'я.
8. 100–120 л/год на 1 мм товщини металу.
9. 40–60°.
10. 660°C.
11. Травлять в 25%-вому розчині ортофосфорної кислоти і зачищають на ширину 30–40 мм з кожної сторони.
12. Навуглецьоване полум'я.
13. Утворення тугоплавкої оксидної плівки, високий коефіцієнт лінійного розширення, висока теплопровідність, низька температура плавлення, схильність до утворення пор, непомітний момент початку плавлення.
14. АФ-4А, АН-А201, ВАМИ, КМ-1, №1, №2, №3, №4, №5, №6, №7.
15. Св-08, Св-08Г2С.
16. Св-АМг3, Св-АМг5, Св-АМг6, Св-АМг7.
17. V-подібний скіс під кутом 30–35° і зазором від 2,5 до 5 мм.
18. Окиснювальне полум'я.
19. 75 л/год на 1 мм товщини металу.
20. 60–80°.
21. 250°C.
22. Шов проковують, суміщуючи з відпалом при 300–350°C, чистять 2%-вим розчином азотної кислоти, промивають гарячою водою, сушать і забезпечують повільне охолодження.

Завдання 39

Газове зварювання магнієвих сплавів

Запитання:

1. Які труднощі зварювання магнієвих сплавів?
2. Які марки флюсів використовують для зварювання магнієвих сплавів?

3. Який повинен бути присаджувальний метал для зварювання магнієвих сплавів?
4. Яка підготовка кромки при товщині металу більше 3 мм?
5. Яке полум'я використовують для зварювання магнієвих сплавів?
6. Яка потужність ацетиленового полум'я для зварювання магнієвих сплавів?
7. Яка температура попереднього підігріву при товщині металу більше 5 мм?
8. Який кут нахилу мундштука до поверхні деталі товщиною до 5 мм?
9. Який кут нахилу присадки до поверхні деталі?
10. Який спосіб зварювання використовують при товщині металу до 5 мм?

Варіанти відповідей:

1. АФ-4А, АН-А201, ВАМИ, КМ-1, №1-№7.
2. Однаковий за хімічним складом з основним металом.
3. Без скосу кромки.
4. Навуглецьоване.
5. 75-100 л/год на 1 мм товщини металу.
6. 650-700° С.
7. 30-45°.
8. Лівий.
9. Х-подібний скіс з кутом 30-35°, зазор 1,5-6 мм.
10. Нормальне.
11. 45-60°.
12. Правий.
13. Низька теплопровідність, близькість температур плавлення і спалаху, високий коефіцієнт лінійного розширення, велика спорідненість із киснем, утворення тугоплавкої плівки.
14. ПО, МФ-1, №13, ВФ-156.
15. V-подібний скіс з кутом 30-35°, зазор 1,5-6 мм, притуплення 1,5-2,5 мм.
16. Окиснювальне.
17. 150-225 л/год на 1 мм товщини металу.
18. 300-350° С.
19. Висока теплопровідність, відбілювання, випаровування цинку, висока температура плавлення.
20. МА1, МА2...МА19, МЛ2, МЛ3,... МЛ 19.

Завдання 40

Газове зварювання нікелю

Запитання:

1. Які найбільш шкідливі домішки при зварюванні нікелю?
2. Які труднощі зварювання нікелю?

3. Яка підготовка кромок для зварювання нікелю?
4. Який повинен бути присаджувальний метал при зварюванні нікелю?
5. Чому дорівнює діаметр присадки?
6. Які флюси використовують при зварюванні нікелю?
7. Яке полум'я використовують для зварювання нікелю?
8. Яка потужність полум'я необхідна для зварювання нікелю?
9. Яка потужність полум'я при зварюванні ніхрому?
10. При якій товщині металу використовують правий спосіб зварювання нікелю?

Варіанти відповідей:

1. Сірка і свинець.
2. Низька температура плавлення, висока рідкотекучість, висока хімічна спорідненість із киснем.
3. При товщині металу до 1,5 мм — відбортування кромок; більше 4 мм — V- і X-подібне розчищення кромок з кутом скосу 70°.
4. Половині товщини основного металу.
5. Порошкоподібні №1, 2, 3 і газоподібний БМ-1.
6. Окиснювальне.
7. 50–70 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
8. До 2 мм.
9. ЛК62-05.
10. СВ-08, СВ-08ГА.
11. При товщині металу до 3 мм — без розчищення кромок, а при більшій товщині X-подібне розчищення кромок під кутом 45° з кожної сторони.
12. Нормальне або з надлишком ацетилену.
13. Залізо і вуглець.
14. Висока температура плавлення, утворення тугоплавкого оксиду, зміна розчинності газів при охолодженні.
15. Того ж хімічного складу, що й основний метал, або легований кремнієм, марганцем, титаном.
16. Товщині основного металу.
17. 140–200 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
18. Більше 2 мм.
19. 100–120 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
20. Вказати неможливо.

Завдання 41

Газове зварювання свинцю

Запитання:

1. Які труднощі зварювання свинцю?
2. Яка підготовка кромок при зварюванні свинцю?
3. Який флюс використовують для зварювання свинцю?

4. Який повинен бути діаметр присадки?
5. Яке полум'я використовують для зварювання свинцю?
6. Яка потужність полум'я для зварювання свинцю?
7. Яким способом зварюють свинець?
8. При якій товщині металу використовують багат шарове зварювання?
9. Що є причиною зварювання свинцю в нижньому положенні?
10. Що необхідно використовувати при вертикальному зварюванні свинцю?

Варіанти відповідей:

1. Висока температура плавлення, низька рідкотекучість, висока теплопровідність.
2. При товщині металу до 1,5 мм — відборткування кромки; від 1,5 до 6 мм — без скосу кромки, при більшій товщині — V-подібний скіс під кутом 30–35°.
3. Бура і борна кислота.
4. В 2–2,5 рази більший товщини зварюваного металу, але не більше 10 мм.
5. Нормальне.
6. 100–120 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
7. Правим.
8. Більше 12 мм.
9. Висока рідкотекучість.
10. Пересувні формуючі планки.
11. Низька температура плавлення, висока рідкотекучість, низька теплопровідність, утворення відносно тугоплавкого оксиду свинцю.
12. При товщині металу до 3 мм — без розчищення кромки, а при більшій товщині X-подібне розчищення під кутом 45° з кожної сторони.
13. Стеарин або суміш стеарину з каніфоллю у співвідношенні 1:1.
14. Рівний половині товщини основного металу.
15. Окиснювальне.
16. 15–20 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
17. Лівим.
18. Більше 8 мм.
19. Ливарна усадка.
20. Спеціальну присадку.

Завдання 42

Газове зварювання цинку і срібла

Запитання:

1. Яка температура плавлення цинку?
2. Який хімічний склад флюсу для зварювання цинку?
3. Яка потужність полум'я при зварюванні цинку?

4. Яке полум'я використовують при зварюванні цинку?
5. Який спосіб використовують при зварюванні цинку?
6. Що роблять для підвищення міцності шва після зварювання?
7. Яка температура плавлення срібла?
8. Який присаджувальний дріт використовують для зварювання срібла?
9. Який хімічний склад флюсу для зварювання срібла?
10. Яке полум'я використовують для зварювання срібла?
11. Який спосіб використовують при зварюванні срібла?

Варіанти відповідей:

1. 50 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
2. Окиснювальне.
3. Лівий.
4. Проковують при 500°C з повільним охолодженням.
5. 660°C.
6. 50% хлористого амонію і 50% хлористого цинку.
7. 960,5°C.
8. Св-08, Св-08 ГА.
9. Каніфоль.
10. Нормальне або слабовідновлювальне.
11. Мідний дріт.
12. 419°C.
13. 50% бура і 50% борна кислота.
14. 100–150 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
15. Слабо відновлювальне (з надлишком ацетилену).
16. Правий.
17. Проковують при 100°C з швидким охолодженням водою.
18. Срібний дріт, що містить 0,5–1% алюмінію (розкиснювач).
19. 48% бури, 48% борного ангідриду, 4% флюсу АФ-4А.
20. Вказати неможливо.

Розділ 10. Газополуменеве наплавлення

Завдання 43

Газополуменеве наплавлення кольорових металів

Запитання:

1. Що називають наплавленням?
2. Які латуні добре наплавляються?
3. Які флюси використовують для наплавлення латуні?
4. Яке полум'я використовують для наплавлення латуні?
5. Яка температура підігріву металів перед плавленням?
6. Як запобігти вигоранню графіту з поверхні чавуну при наплавленні латунями?
7. Який кут нахилу пальника до поверхні деталі при наплавленні?

8. Яка повинна бути товщина першого наплавленого шару?
9. Яким способом виконують наплавлення?
10. При якій температурі проковують шов після наплавлення?

Варіанти відповідей:

1. Процес з'єднання матеріалів, при якому основний і присаджувальний метал плавляться та, переміщуючись у рідкому стані, утворюють зварний шов.
2. АФ-4А, АН-А201, ВАМИ, КМ-1.
3. З пониженим вмістом кремнію ЛК62-02 або леговані нікелем – ЛНК56-03-6.
4. Нормальне або науглецьоване.
5. До 400°C, щоб не вигорали легуючі елементи.
6. Поверхню деталі нахилиють під кутом 8–15° до горизонталі для збільшення висоти наплавленого шару.
7. 40–45°.
8. 5–10 мм.
9. 750–800°C.
10. Процес нанесення присаджувального матеріалу на основний метал, який розплавляється на невелику глибину.
11. Висококремністі ЛК62-05, ЛК 80-3 й ін.
12. Порошкові № 1, 2, 3 і газоподібний – БМ-1.
13. Окиснювальне.
14. 900–950°C з порошкоподібними флюсами, 700°C – при газофлюсовому наплавленні.
15. Поверхню спочатку випалюють окиснювальним полум'ям, а потім детально зачищують металевою щіткою.
16. 80–90°.
17. 0,3–0,5 мм.
18. Лівим, у нижньому положенні, зворотноступінчастими валиками з перекриттям попередньої ділянки у місці стику на довжину 15–20 мм.
19. 1000–1200°C.
20. Вказати неможливо.

Завдання 44

Наплавлення твердими сплавами

Запитання:

1. Які сталі найкраще наплавляються твердими сплавами?
2. Які сплави необхідно перед наплавленням підігрівати, а після наплавлення повільно охолоджувати?
3. Які тверді сплави використовують у якості присаджувального матеріалу?
4. Які флюси використовують при наплавленні стелітами?
5. Які флюси використовують при наплавленні сормайтуту?
6. Що роблять із загартованими деталями перед наплавленням?

7. Яка температура попереднього підігріву масивних деталей?
8. Яка потужність полум'я для наплавлення твердими сплавами?
9. Який склад полум'я для наплавлення твердими сплавами?
10. Який кут нахилу пальника до поверхні деталі?
11. Який кут нахилу присадки до поверхні деталі?
12. Яка температура плавлення литих твердих сплавів?

Варіанти відповідей:

1. Сталі з вмістом вуглецю до 0,6%, а також хромонікелеві і ванадієві.
2. ЛЦ40С, Л96, БрОЦС-4-4-4, БрА9Ж4.
3. Бура або суміш бури, борної кислоти і плавикового шпату.
4. 500–700°С.
5. 50–60 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
6. З надлишком ацетилену.
7. 30–35°.
8. Каніфоль.
9. ПОС-90, ПОС-61.
10. Загартовують для підвищення твердості.
11. Чавун, високовуглецеві, марганцеві, хромомолібденові сталі.
12. Суміш бури, двовуглекислої соди і кремнезему.
13. 1100–1200°С.
14. 100–120 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
15. Окиснювальне.
16. Стеліт В2К і В3К, сормайт 2 і С27, реліт Т3, а також білий чавун Б4 і Х4.
17. Відпалюють при 750–900°С для зменшення внутрішніх напруг.
18. 60–80°.
19. 1260–1300°С.
20. Вказати неможливо.

Розділ 11. Паяння газовим полум'ям

Завдання 45

Суть процесу паяння. Техніка паяння. Припої, флюси

Запитання:

1. Що називають паянням?
2. Що називають лудінням?
3. Які припої використовують для низькотемпературного паяння?
4. Які припої використовують для високотемпературного паяння?
5. Який хімічний склад флюсу для низькотемпературного паяння сталі, міді, мідних сплавів?
6. Який хімічний склад флюсу для низькотемпературного паяння нержавіючої сталі?
7. Який хімічний склад флюсу для високотемпературного паяння нержавіючої сталі?

8. Який флюс використовують для високотемпературного паяння мідно-цинковими і срібними припоями чавуну, сталі, міді, бронзи, латуні?
9. Який хімічний склад флюсу для низькотемпературного паяння алюмінію?
10. Яке полум'я використовують при паянні мідно-цинковими припоями?
11. Яке полум'я використовують при паянні олов'яно-цинковими та іншими припоями?
12. Яка потужність полум'я для паяння вуглецевої сталі?
13. Яка потужність полум'я для паяння нержавіючої сталі?
14. Яка потужність полум'я для паяння латуні?
15. Який повинен бути діаметр (переріз) присадки?

Варіанти відповідей:

1. Процес одержання нероз'ємного з'єднання шляхом плавлення основного і присаджувального металу.
2. Покриття поверхні виробів тонким шаром припою.
3. Срібні, мідно-цинкові, мідно-фосфорні, кремне-мідно-алюмінієві.
4. Бура 100%.
5. Окиснювальне.
6. 100–200 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
7. 1–3 товщини найбільш тонкого елемента паяних деталей.
8. Половина товщини паяних деталей.
9. Процес одержання нероз'ємного з'єднання металів нагріванням до розплавлення більш легкоплавкого припою, що заповнює зазор між з'єднувальними деталями.
10. Олов'яно-свинцеві, олов'яно-цинкові.
11. Хлористий цинк 25–30%, хлористий амоній 5–20%, вода 50–70%.
12. Насичений розчин хлористого цинку в соляній кислоті.
13. Бура 50%, борна кислота 50%.
14. Хлористий цинк 85%, хлористий амоній 10%, фтористий натрій 5%.
15. Нормальне або з надлишком горючого газу.
16. Не більше 70 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
17. 100–120 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
18. Вказати неможливо.

Розділ 12. Газополуменеве нагрівання

Завдання 46

Поверхнєве гартування, випрямлення, очищення, напилення

Запитання:

1. У чому полягає процес гартування газовим полум'ям?
2. Чим виконують охолодження виробу?
3. Які типи пальників використовують для гартування?

4. Яка швидкість гартування?
5. Яка температура нагрівання нерівностей при випрямленні металів?
6. Яка швидкість переміщення полум'я при випрямленні металів?
7. Яка потужність полум'я для випрямлення?
8. У чому полягає суть очищення металів газовим полум'ям?
9. Якого типу пальники використовують для очищення металів полум'ям?
10. Яке полум'я використовують для очищення?
11. Яка швидкість переміщення пальника при очищенні металів?
12. У чому полягає процес газотермічного напилення?

Варіанти відповідей:

1. НАЗ, ГЗ.
2. 70–150 мм/хв.
3. 300 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
4. Швидке нагрівання поверхневого шару металу, при якому іржа зневоднюється, окалина відшаровується, фарба згорає без значного нагрівання основного металу.
5. Окиснювальне.
6. Від 0,5 до 1 м/хв.
7. Навуглецьоване.
8. 900–1000°C.
9. Швидке нагрівання полум'ям поверхневого шару виробу до температури гартування та інтенсивного його охолодження з метою одержання загартованого шару.
10. Повітрям або водою.
11. Г1, Г2, ГЗ.
12. 250–650°C.
13. 500–600 мм/хв.
14. 50–60 л/год ацетилену на 1 мм товщини металу.
15. ГАО.
16. Нормальне.
17. Нанесення покриття з алюмінію, цинку, сталі та інших металів для підвищення корозієстійкості, жаростійкості, стійкості проти спрацювання і ін.
18. Вказати неможливо.

Розділ 13. Термічне різання

Розділ 14. Апаратура для кисневого різання

Завдання 47

Суть і способи процесів різання. Різаки для кисневого різання

Запитання:

1. У чому полягає суть різання окисненням?

2. У чому полягає суть різання плавленням?
3. Які є види різання окисненням?
4. Які є види різання плавленням?
5. Чим відрізняється різак від пальника?
6. Які бувають мундштуки різаків?
7. Які є типи інжекторних різаків?
8. Яка товщина розрізуваної сталі різакими середньої потужності?
9. Чим відрізняється гасоріз від різака?
10. Що використовують для зберігання і подачі гасу (бензину) до гасоріза?

Варіанти відповідей:

1. Суцільні нерозбірні, багатосоплові і складові.
2. Нагрівання до температури плавлення присадки.
3. АСП-10, ГВР-1,25М.
4. До 300 мм.
5. Плазмодугове, газолазерне, газодугове.
6. Нагрівання місця різання сильним концентрованим джерелом до температури, вищої за температуру плавлення металу, і видудування розплавленого металу з місця різа дугою або газами.
7. До 200 мм.
8. Наявністю випаровувача і підігрівного сопла.
9. Г1, Г2, Г3, Г4.
10. Наявністю запобіжного затвору.
11. Кисневе, киснево-флюсове, киснево-дугове.
12. Бачок обладнаний ручним насосом і запобіжним клапаном.
13. Прямої і зворотної дії.
14. Р1, РВ1, Р2, РВ2, Р3.
15. Інжекторні і безінжекторні.
16. Нагрівання місця різання до температури спалаху металу, згорання його в кисні і видалення продуктів горіння із зони різку струменем кисню.
17. Наявністю окремого каналу для подачі ріжучого кисню і спеціальної головки з двох змінних мундштуків.
18. До 100 мм.
19. Ножівкою, ножицями.
20. Газові балони.

Завдання 48

Правила користування різакими

Запитання:

1. Що необхідно зробити перед початком роботи?
2. Як запалюють різак?
3. Як починають різання?
4. Що необхідно зробити, щоб погасити полум'я?

5. Чим прочищають забруднені канали мундштука?
6. Як розбирають різак?
7. Що є причиною відсутності підсмоктування в газовому каналі різака?
8. Що необхідно зробити при сильному нагріванні наконечника?
9. Як запобігти попаданню води в канали різака при охолодженні?
10. Як усувають витікання газу в різьбових з'єднаннях?

Варіанти відповідей:

1. Мідною або алюмінієвою голкою.
2. Охолодити водою.
3. Нарізають нову різьбу.
4. Перевірити правильність під'єднання шлангів, інжекцію, герметичність з'єднань.
5. Відкривають вентиль ріжучого кисню, нагрівають метал до солом'яного кольору і починають різання.
6. Перекрити кисневий вентиль, а потім вентиль горючого газу.
7. Відкривають вентиль горючого газу, потім кисневий і запалюють горючу суміш.
8. Нагрівають метал до солом'яного кольору, відкривають вентиль ріжучого кисню.
9. Закрити канали мундштука.
10. Сталевим дротом.
11. Від'єднують ствол від корпусу, потім з корпусу відкручують кисневий і газовий вентиля, інжектор і знімають зовнішній і внутрішній мундштуки.
12. Замінити новим.
13. Відкривають вентиль кисню і створюють розрідження, потім відкривають вентиль горючого газу і запалюють суміш.
14. Перекрити вентиль горючого газу, а потім — кисневий.
15. Забруднення інжектора, змішувальної камери, каналів мундштука, погане затягування інжектора і накидної гайки.
16. Закрити тільки вентиль горючого газу, залишаючи кисневий відкритим.
17. Підтягують, а гумові сальники вентилів змащують гліцерином або мастилом ЦІАТІН-221.
18. Вказати неможливо.

Розділ 15. Технологія кисневого різання

Завдання 49

Умови різання, показники й технологія кисневого різання

Запитання:

1. Чому температура горіння металу повинна бути нижча температури його плавлення?

2. Чому алюміній не піддається кисневому різанню?
3. Чому температура плавлення оксидів і шлаків повинна бути нижчою температури плавлення металу?
4. Які оксиди не можуть бути видалені з різа при кисневому різанні?
5. Чому метали повинні мати низьку теплопровідність?
6. Полегшує чи погіршує шорсткість поверхні металу його загорання?
7. Знижує чи підвищує температуру спалаху пухкість металів?
8. Яке полум'я застосовують при різанні сталі товщиною до 300 мм?
9. Від чого залежить тиск ріжучого кисню?
10. Чому повинна відповідати швидкість різання?

Варіанти відповідей:

1. Оксиди алюмінію, хрому, нікелю, міді.
2. Полегшує.
3. Окиснювальне.
4. Швидкості окиснення металу по товщині.
5. Справності різачка.
6. Щоб метал горів у рідкому стані.
7. Температура спалаху його вища за температуру плавлення.
8. Знижує.
9. Навуглецьоване.
10. Товщини металу, форми сопла, чистоти кисню.
11. Щоб метал горів у твердому стані.
12. Оксиди заліза.
13. Щоб зменшити тепловідвід і метал нагрівався до температури спалаху по всій товщині різа.
14. Погіршує.
15. Вказати неможливо.
16. Температура спалаху його нижча за температуру плавлення.
17. Щоб вони стали рідкотекучими і безперешкодно видалялися з різа кисневим струменем.
18. Підвищує.
19. Нормальне.
20. Правильності встановлення металу.

Розділ 16

Апаратура і технологія киснево-флюсового різання

Завдання 50

Суть процесу різання. Флюси, апаратура

Запитання:

1. У чому суть киснево-флюсового різання?

2. Яка теплова дія флюсу?
3. У чому полягає абразивна дія флюсу?
4. Що є основним компонентом флюсів?
5. Як здійснюється однопровідна подача флюсу?
6. Як здійснюється зовнішня подача флюсу під високим тиском?
7. Як працюють установки з механічною подачею флюсу?
8. На які види поділяються флюсоживильники?
9. Чим відрізняються різакі для киснево-флюсового різання від звичайних?
10. Як поділяються різакі залежно від схеми подачі флюсу?

Варіанти відповідей:

1. Галоїдні флюси.
2. Флюс із бака інжектуються киснем і подається до різакі зі спеціальною голівкою. Газофлюсова суміш, виходячи з отвору голівки, засмоктується струменем ріжучого кисню і в суміші з ним поступає у зону різі.
3. Пневматичні і механічні.
4. Каніфоль і соляна кислота.
5. Флюс згорає в щілині, в результаті підвищується температура і тугоплавкі оксиди стають рідкотекучими і легко видаляються.
6. Бура і борна кислота.
7. Флюс із бака флюсоживильника інжектуються безпосередньо струменем ріжучого кисню. Суміш флюсу з киснем рукавом підводиться до різакі через центральний канал мундштука і поступає до місця різі.
8. Плазмові та лазерні.
9. Залізний порошок марки ПЖ з розмірами крупінок від 0,07 до 0,16 мм.
10. Додатковим пристроєм для подачі флюсу.
11. Із зовнішньою подачею флюсу і коли флюс подається в суміші з киснем до центрального каналу мундштука.
12. У щілину різі разом із ріжучим киснем і підігрівним полум'ям вводиться порошкоподібний флюс.
13. Електричні та гідравлічні.
14. Маркою сталі.
15. Інжекторні та безінжекторні.
16. Частинки флюсу мають велику швидкість і ударним тертям стирають із поверхні різі тугоплавкі оксиди.
17. Флюс із бака за допомогою шнекового пристрою подається до голівки різакі, де захоплюється струменем ріжучого кисню.
18. Вказати неможливо.

Завдання 51

Технологія киснево-флюсового різання

Запитання:

1. Що необхідно зробити перед киснево-флюсовим різанням?
2. Чому відстань від кінця мундштука до поверхні металу повинна бути більшою, ніж при звичайному кисневому різанні?
3. Коли необхідно відкривати вентиль подачі флюсу?
4. Як впливає на різання тиск кисню?
5. Що є результатом надмірних витрат флюсу?
6. Чим відрізняється киснево-флюсове різання бетону і залізобетону від різання металів?
7. За якою схемою працюють різакі для різання бетону?
8. Який хімічний склад флюсу для різання бетону та залізобетону?
9. Охарактеризуйте суть різання кисневим списом.
10. Чим відрізняється порошково-списове різання від списового?

Варіанти відповідей:

1. Перед запалюванням підігрівного полум'я.
2. При великому тиску збільшуються витрати флюсу і ширина різа.
3. 100% бура.
4. Очистити лінію різа від бруду, іржі, масла, а флюс просіяти і просушити.
5. На різання тиск кисню не впливає.
6. Непрорізання металу.
7. Тривалість підігрівання металу менша, ніж при кисневому різанні.
8. Рівномірне переміщення різака.
9. Після запалювання підігрівного полум'я.
10. Флюс подається в суміші з ріжучим киснем до центрального каналу мундштука.
11. Замість сталевих прутків дроту використовують залізний порошок, що подається як флюс в порожнину різа.
12. Бетон горить в технічно чистому кисні, тому флюси повинні мати більшу теплову ефективність, ніж флюси для різання високовуглецевих сталей.
13. Щоб частинки флюсу встигли нагрітися до температури спалаху і зменшилось забруднення вихідних каналів підігрівного полум'я.
14. При великому тиску зменшуються витрати флюсу і ширина різа.
15. Перегрівання металу і збільшення ширини різа.
16. Зовнішня подача флюсу. Флюс подається стиснутим повітрям або азотом.
17. 75–85% залізного порошку і 15–25% алюмінію.
18. Пропалювання отвору струменем кисню з допомогою списа — труби, заповненої сталевими прутками, або обмотаної зовні сталевим дротом.
19. Використовують попередній підігрів і наступну термообробку.
20. Вказати неможливо.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Кольори мінливості при нагріванні сталі

Температура, °C	Колір свічення при нагріванні
1300	Сліпучо-білий
1200	Яскраво-жовтий
1100	Світло-оранжевий
1000	Оранжевий
900	Червоний
850	Яскраво-червоний
800	Вишнево-червоний
700	Темно-вишнево-червоний
600	Темно-червоний (початок свічення)

Додаток 2

Визначення хімічного складу сталі за допомогою проби на іскру

Метал	Колір і характеристика іскрового пучка
Низьковуглецева сталь (до 0,2% C)	Світло-жовті рівні світлові лінії, продовговаті краплеподібні іскри
Середньовуглецева сталь (0,5% C)	Світло-жовті світлові полоси, розгалужені з рідким утворенням маленьких зірочок
Вуглецева інструментальна сталь (0,9% C)	Світло-жовті іскри з чисельними променистими зірочками
Тверда вуглецева інструментальна сталь (1,2% C)	Яскраві пучки іскор складаються з ясно-жовтих часто розгалужуваних зірочок
Марганцева сталь (10–14% Mn)	Біло-жовті яскраві пучки променів, сильно розгалужені перпендикулярно до ліній іскор
Швидкорізальна сталь (10% W, 4% Cr, 1% C)	Темно-червоні перервні лінії іскор, розгалужені на більш ясні зірочки
Вольфрамова сталь (1,3% W)	Окремі темно-червоні лінії іскор, розгалужені на більш ясні жовті зірочки
Кремніста сталь	Довгі світло-жовті світлові лінії, закінчуються краплями, розділяються пучками біло-жовтих іскор

Метал	Колір і характеристика іскрового пучка
Хромиста сталь	Темно-жовтий світловий пучок розділений червонуватими лініями іскор з кульоподібними кінцями
Хромо-нікелева конструкційна сталь (3–4% Ni; 1% Cr)	Жовті подовгуваті, краплеподібні лінії іскор із розділяючими пучками шипів

Одиниці вимірювання і перевідні коефіцієнти

Величина	Одиниці СІ		Співвідношення одиниць
	назва	позначення	
Температура	кельвін	К	$T^{\circ}\text{C} = T\text{K} - 273,15$
Маса	грам	г	1 фунт = 453,6 г; 1 т = 1000 кг
Довжина	метр	м	$1\text{Å} = 10^{-10}\text{ м} = 0,1\text{ нм}$ (А-ангстрем); 1 дюйм = 25,4 мм; 1 фут = 30,48 см
Об'єм, місткість	кубічний метр	м ³	1 л = 1 дм ³
Час	секунда	с	1 хв = 60 с; 1 год = 3600 с; 1 доба = 86400 с
Сила	ньютон	Н	1 кгс = 9,807 Н
Ударна в'язкість	–	Дж/см ²	1 Дж/см ² = 0,9807 кгс·м/см ²
Робота, енергія, кількість теплоти	джоуль	Дж	1 Дж = 1 Нм; 1 кгсм = 9,807 Дж; 1 кал = 4,185 Дж
Потужність	ват	Вт	1 Вт = 1 Дж/с; 1 к.с. = 735,5 Вт
Тиск, напруга, границя міцності	паскаль	Па	1 Па = 1н/м ² ; 1 кгс/мм ² = 9,807 МПа; 1 кгс/см ² = 98,07 КПа = 0,09807 МПа = 105 Па = 1 бар; 1 мм вод.ст. = 1 кгс/м ² = 9,807 Па; 1 мм.рт.ст. = 133,3 Па
Сила струму Напруга Частота Опір	ампер вольт герц ом	А В Гц Ом	

Множники і приставки для утворення похідних одиниць СІ

Множник	Приставка	Позначення	
		російське	міжнародне
10^{12}	тетра	т	T
10^9	гіга	г	G
10^6	мега	м	M
10^3	кіло	к	K
10^2	гекто	г	H
10^1	дека	да	Da
10^{-1}	деци	д	D
10^{-2}	санти	с	C
10^{-3}	мілі	м	M
10^{-6}	мікро	мк	μ
10^{-9}	нано	н	N
10^{-12}	піко	п	P

Фізичні властивості неметалів

Неметали	Температура плавлення, °C	Температура кипіння, °C	Густина, г/см ³	Умовні позначення в марках металів і сплавів	
				чорних	кольорових
N азот	-210	-195,5	1,0	A	
B бор	2075	3860	3,33	P	
Br бром	-7,3	59	3,12		
H водень	-259,4	-252,8	–		
C вуглець	3500	–	3,51 (алмаз)	У	
I йод	137	183	4,93		
O кисень	-218,8	-183	1,12		
Si кремній	1415	2600	2,4	C	Kp(K)
Se селен	170	688	4,6		
S сірка	112,8	444,5	1,96		
Te телур	453	1012	6,25		
P фосфор	44,2	280	1,82	П	Ф
Cl хлор	-101,3	-34	1,57		
F фтор	-223	-188,1	1,11		

Властивості хімічних елементів

Елемент	Символ	Умовне позначення в марках металів і сплавів		Температура, °С		Густина, г/см ³	Теплопровідність, Вт/мк	Теплоємність, Дж/кгк	Питомий електричний опір, мкОм · м	Температурний коефіцієнт		Твердість, Нв·107 Па	Границя міцності, δ·107 Па
		чорних	кольорових	плавлення	кипіння					електроопору, 10 ⁻³ /к	лінійного розширення, 10 ⁻⁶ /к		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Срібло	Ag	–	Ср	960,8	2163	10,5	4255	234	0,0163	4,1	19,1	25	18
Алюміній	Al	Ю	А	660	2520	2,70	2,38	917	0,0267	4,5	23,5	15	5
Золото	Au	–	Зл	1063	2860	19,3	315,5	130	0,0220	4,0	14,1	25	14
Барій	Ba	–	–	729	2130	3,5	–	285	0,60	–	18		
Берилій	Be	Л	В	1287	2470	1,85	194	2052	0,033	9,0	12		
Бісмут	Bi	–	–	271	1564	9,80	9	124,8	11,7	4,6	13,4	9,4	1,7
Кальцій	Ca	–	–	839	1484	1,54	125	624	0,037	4,57	22		
Церій	Ce	–	–	798	3430	6,75	11,9	188	0,854	8,7	8		
Кадмій	Cd	Кд	Кд	321	767	8,64	103	233,2	0,073	4,3	31	20	6,8
Кобальт	Co	К	К	1492	2930	8,9	96	427	0,0634	6,6	12,5		
Хром	Cr	Х	Х	1860	2680	7,1	91,3	461	0,132	2,14	6,5	112	41
Цезій	Cs	–	–	28,5	670	1,87	36,1	234	0,20	4,8	97		
Мідь	Cu	Д	М	1083,4	2560	8,96	397	386	0,0169	4,3	17	45	23
Залізо	Fe		Ж	1536	2860	7,84	78,2	456	0,101	6,5	12,1	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Галій	Ga			29,7	2205	5,91	41,0	377	–	–	18,3	2,5	3,5
Германій	Ge			937	2830	5,32	56,4	310	-890	–	5,75	–	–
Гафній	Hf			2227	4600	13,1	22,9	147	0,322	4,4	6,0	145	42
Ртуть	Hg			-38,87	357	13,55	8,65	138	0,959	1,0	61	–	–
Індій	In			156,4	2070	7,3	80,0	243	0,088	5,2	24,8	0,9	0,3
Іридій	Ir			2454	4390	22,4	146,5	130,6	0,051	4,5	6,8	212	22
Калій	K			63,2	759	0,86	104	754	0,068	5,7	83	–	–
Літій	Li			181	1342	0,534	76,1	3517	0,0929	4,35	56	–	–
Магній	Mg	Ш	Мг	649	1090	1,74	155,5	1038	0,042	4,25	26,0	30	12
Марганець	Mn	Г	Мц	1244	2060	7,4	7,8	486	16,0(a)	–	23	–	–
Молибден	Mo	М		2615	4610	10,2	137	251	0,057	4,35	5,1	181	98
Натрій	Na			97,8	883	0,97	128	1227	0,047	5,5	71	–	–
Ніобій	Nb	Б	Нб	2467	4740	8,6	54,1	268	0,160	2,6	7,2	73,5	34
Нікель	Ni	Н	Н	1455	2915	8,9	88,5	452	0,069	6,8	13,3	90	38
Осмій	Os			3030	5000	22,5	87,5	130	0,088	4,1	4,57	350	–
Свинець	Pb		С	327,4	1750	11,68	34,9	129,8	0,206	4,2	29,0	5	1,4
Паладій	Pd			1552	2960	12,0	75,5	247	0,108	4,2	11,0	40	14
Платина	Pt		Пл	1769	3830	21,45	71,5	134,4	0,1058	3,92	9,0	30	15
Радій	Ra			700	1500	5	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Рубідій	Rb			38,8	688	1,53	58,3	356	0,121	4,8	9,0	–	–
Реній	Re			3180	5690	21,0	47,6	138	0,187	4,5	6,6	200	111
Родій	Rh			1966	3700	12,4	149	243	0,047	4,4	8,5	136	55
Рутеній	Ru			2310	4120	12,2	116,3	234	0,077	4,1	9,6	216	50
Сурма	Sb		Cy	630,5	1590	6,68	23,8	209	0,401	5,1	8-11	–	–
Кремній	Si	C	Kp	1412	3270	2,34	138,5	729	10-10000	–	7,6	–	–
Олово	Sn		O	231,9	2625	7,3	73,2	22,6	0,126	4,6	23,5	5,1	2,75
Стронцій	Sr			770	1375	2,6	–	737	0,23	–	100	–	–
Тантал	Ta		TT	2980	5370	16,6	57,55	142	0,135	3,5	6,5	123	39
Торій	Th			1755	4290	11,5	49,2	100	0,14	4,0	11,2	–	–
Титан	Ti	T	Tи	1667	3285	4,5	21,6	528	0,54	3,8	8,9	207	45
Талій	Te			304	1473	11,85	45,5	130	0,166	5,2	30	2,6	1,2
Ванадій	V	Ф	Вам	1902	3410	6,1	31,6	498	0,196	3,9	8,3	63	22
Цинк	Zn		Ц	419,5	911	7,14	119,5	394	0,0596	4,2	31	40	14
Вольфрам	W	B	B	3400	5555	19,3	174	138	0,054	4,8	4,5	250	147
Цирконій	Zr			1852	4400	6,49	22,6	289	0,44	4,4	5,9	67	22

**Орієнтовні співвідношення значень твердості,
визначеної різними методами**

HV	HB	HRC	HRB	HRA	HV	HB	HRC	HRB	HRA
1234	-	72	-	84	228	229	20	100	61
1116	-	70	-	83	222	223	19	99	60
1022	-	68	-	82	217	217	17	98	60
941	-	66	-	81	213	212	15	97	59
868	-	64	-	80	208	207	14	95	59
804	-	62	-	79	201	201	13	94	58
746	-	60	-	78	197	197	12	93	58
694	-	58	-	78	192	192	11	92	57
650	-	56	-	77	187	187	9	92	57
606	-	54	-	76	183	183	8	90	56
587	-	52	-	75	179	179	7	90	56
551	-	50	-	74	174	174	6	89	55
534	477	49	-	74	171	170	4	88	55
502	461	48	-	73	166	167	3	87	54
474	444	46	-	73	162	163	2	86	53
460	429	45	-	72	159	159	1	85	53
435	415	43	-	72	155	156	-	84	-
423	401	42	-	71	152	152	-	83	-
401	388	41	-	71	149	149	-	82	-
390	375	40	-	70	148	146	-	81	-
386	363	39	-	70	143	143	-	80	-
361	352	38	-	69	140	140	-	79	-
344	341	36	-	68	138	137	-	78	-
334	331	35	-	67	134	134	-	77	-
320	321	33	-	67	131	131	-	76	-
311	311	32	-	66	129	128	-	75	-
303	302	31	-	66	127	126	-	74	-
292	293	30	-	65	123	123	-	73	-
285	285	29	-	65	121	121	-	72	-
278	277	28	-	64	118	118	-	71	-
270	269	27	-	64	116	116	-	70	-
261	262	26	-	63	115	114	-	68	-
255	255	25	-	63	113	111	-	67	-
249	248	24	-	62	110	110	-	66	-
240	241	23	102	62	109	109	-	65	-
235	235	21	101	61	108	107	-	64	-

**Водогазопровідні труби. Розміри (мм) і маса (кг)
водогазопровідних труб найвживаніших типорозмірів**

Умовний прохід D_y	Зовнішній діаметр D_3	Легкі		Звичайні		Підсилені	
		товщ. стінки	маса 1 м	товщ. стінки	маса 1 м	товщ. стінки	маса 1 м
6	10,2	1,8	0,37	2,0	0,4	2,5	0,47
8	13,5	2,0	0,57	2,2	0,61	2,8	0,74
10	17,0	2,0	0,74	2,2	0,8	2,8	0,98
15	21,3	2,35	1,10	–	–	–	–
15	21,3	2,35	1,16	2,8	1,28	3,2	1,43
20	26,8	2,35	1,42	–	–	–	–
20	26,8	2,5	1,50	2,8	1,66	3,2	1,86
25	33,5	2,8	2,12	3,2	2,39	4,0	2,91
32	42,3	2,8	2,73	3,2	3,09	4,0	3,78
40	48,0	3,0	3,33	3,5	3,84	4,0	4,34
50	60,0	3,0	4,22	3,5	4,88	4,5	6,16

Арматурна сталь. Номери профілю, площі поперечного перерізу, маса 1 м довжини арматурної сталі

Номер профілю (номінальний номер стрижня d_{II})	Площа поперечного перерізу стрижня, см^2	Маса 1 м профілю, кг
6	0,283	0,222
8	0,503	0,395
10	0,785	0,617
12	1,131	0,888
14	1,540	1,210
16	2,010	1,580
18	2,540	2,000
20	3,140	2,470
22	3,800	2,980
25	4,910	3,850
28	6,160	4,830

Продовження додатку 9

Номер профілю (номінальний номер стрижня d_{II})	Площа поперечного перерізу стрижня, см^2	Маса 1 м профілю, кг
32	8,040	6,310
36	10,180	7,990
40	12,570	9,870
45	15,000	12,480
50	19,630	15,410
55	23,760	18,650
60	28,270	22,190
70	38,480	30,210
80	50,270	39,460

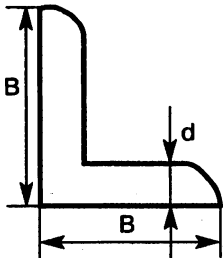
Додаток 10

Довжина профілів кутової сталі

Номер профілю		Довжина, м	
рівнобічна	нерівнобічна	від	до
2-4	2,5/1,6-5/3,2	4	9
4,5-8	5,6/3,6-9/5,6	4	12
9-14	10/6,3-16/10	4	19
16-25	18/11-25/16	6	19

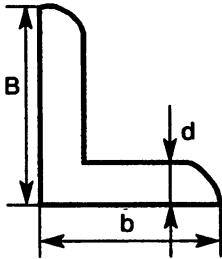
Додаток 11

Кутова рівнобічна прокатна сталь
(ГОСТ 8509-72)



Номер профілю	Ширина, B , мм	Товщина d , мм	Площа профілю, см^2	Маса 1 пог. м, кг
2	20	3;4	1,13;1,46	0,89;1,15
2,5	25	3;4	1,43;1,86	1,12;1,46
3,6	36	3;4	2,10;2,75	1,63;2,16

Номер профілю	Ширина, В, мм	Товщина d, мм	Площа профілю, см ²	Маса 1 пог. м, кг
4	40	3;4	2,35;3,08	1,85;2,42
4,5	45	3;4;5	2,65-4,29	2,08-3,37
5	50	3;4;5	2,96-4,80	2,32-3,77
6,3	63	4;5;6	4,96-7,28	3,90-5,72
7	70	4;5;6;7;8	6,20-10,7	4,87-8,37
7,5	75	5;6;7;8;9	7,39-12,8	5,80-10,1
8	80	5;6;7;8	8,63-12,3	8,63-12,3
9	90	6;7;8;9	10,6-15,6	8,33-12,2
10	100	6;7;8;10;12;14;16	12,8-29,7	10,1-23,3
11	110	7;8	15,2;17,2	11,9;13,5
12,5	125	8;9;10;12;14;16	19,7-37,8	15,5-29,6
14	140	9;10;12	24,7-38,5	19,4-25,5
16	160	10;11;12;16;18;20	31,4-60,4	24,7-47,4
18	180	11;12	38,8;42,2	30,5;33,1
20	200	12;13;14;16;20;25;30	47,1-115,5	37,0-87,6



Додаток 12

**Кутова нерівнобічна прокатна сталь
(ГОСТ 8510 – 72)**

Номер профілю	Висота, в	Ширина, b	Товщина, d	Площа профілю, см ²	Маса 1 пог. м, кг
2,5/1,6	25	16	3	1,16	0,91
3,5/2	35	20	3;4	1,49;1,94	1,17;1,52
4/2,5	40	25	3;4	1,89;2,47	1,48;1,94
5/3,2	50	32	3;4	2,42;3,17	1,90;2,49
5,6/3,6	56	36	3;4;5	3,16-4,41	2,48-3,46

Номер профілю	Висота, В	Ширина, в	Товщина, d	Площа профілю, см ²	Маса 1 погон. м, кг
6,3/4,0	63	40	4;5;6;8	4,04–7,68	3,17–6,03
7/4,5	70	45	4;5	5,07;5,59	3,98;4,39
8/5	80	50	5;6	6,36;7,55	4,99;5,92
9/5,6	90	56	5;6;8	7,86–11,18	6,17–8,77
10/6,3	100	63	6;7;8;10	9,59–15,5	7,53–12,1
11/7	110	70	6;7;8	11,4–13,9	8,98–10,9
12,5/8	125	80	7;8;10;12	14,1–23,4	11,0–18,3
14/9	140	90	8;10	18,0;22,2	14,1;17,5
16/10	160	100	9;10;12;14	22,9–34,7	18,0–27,3
18/11	180	110	10;12	28,3;33,7	22,2;26,4
20/12,5	200	125	11;12;14;16	34,9–49,8	27,4–39,1
25/16	250	160	12;16;18;20	48,3–78,5	37,9–61,70

Додаток 13

Сортамент прокату

Гарячокатана круга (ГОСТ 2590-71):

- діаметр, мм: 6, 8, 10, ..., 34, 36, 40, 45, ..., 105, 110, 120, 130, ..., 190, 200;
- маса 1 м відповідно, кг: 0,222; 0,395;...; 246, 26.

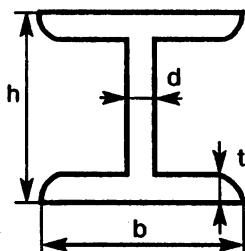
Гарячокатана квадратна (ГОСТ 2591-71):

- сторона квадрата, мм: 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 60;
- маса 1 м відповідно, кг: 0,785; 1, 13; ...; 28,26.

Гарячокатана шестигранна (ГОСТ 2879-69):

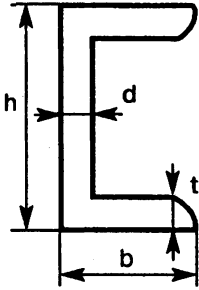
- діаметри вписаного кола, мм: 8, 10, 12, 14, 17, 19, 21, 22, 24, 27, 30, 32, 34, 36, 40, 45, 50, 53, 60, 65, ..., 100;
- маса 1 м відповідно, кг: 0,435; 0,680, ..., 67,98.

Двутаврові балки (ГОСТ 8239-72)



Номер профілю	h	b	d	t	Площа перерізу, см ²	Маса 1 погон. м, кг	Момент опору, см ³
10	100	55	4,5	7,2	12	9,46	39,7
12	120	64	4,8	7,3	14,7	11,5	58,4
14	140	73	4,9	7,5	17,4	13,7	81,7
16	160	81	5,0	7,8	20,2	15,9	109
18	180	90	5,1	8,1	23,4	18,4	143
18a	180	100	5,1	8,3	25,4	19,9	159
20	200	100	5,2	8,4	26,8	21,0	184
20a	200	110	5,2	8,6	28,9	22,7	203
22	220	110	5,4	8,7	30,6	24,0	232
22a	220	120	5,4	8,9	32,8	25,8	254
24	240	115	5,6	9,5	34,8	27,3	289
24a	240	125	5,6	9,8	37,5	29,4	317
27	270	125	6,0	9,8	40,2	31,5	371
27a	270	135	6,0	10,2	43,2	33,9	407
30	300	135	6,5	10,2	46,5	36,5	472
36	360	145	7,5	12,3	61,9	48,6	743
40	400	155	8,0	13,0	71,4	56,1	947
45	450	160	8,6	14,2	83,0	65,2	1220
50	500	170	9,5	15,2	97,8	76,8	1570
55	550	180	10,3	16,5	114	89,8	2000
60	600	190	11,1	17,8	132	104	2510
65	650	200	12,0	19,2	153	120	3120
70	700	210	13,0	20,8	176	138	3840

Швелери (ГОСТ 8240-72)



Номер профілю	h	b	d	t	Площа перерізу, см ²	Маса 1 погон. м, кг	Момент опору, см ³
5	50	32	4,4	7,0	6,16	4,84	9,10
6,5	65	36	4,4	7,2	7,51	5,90	15,0
8	80	40	4,5	7,4	8,98	7,05	22,4
10	100	46	4,5	7,6	10,9	8,59	34,8
12	120	52	4,8	7,8	13,3	10,4	50,6
14	140	58	4,9	8,1	15,6	12,3	70,2
14a	140	62	4,9	8,7	17,0	13,3	77,8
16	160	64	5,0	8,4	18,1	14,2	93,4
16a	160	68	5,0	9,0	19,5	15,3	103
18	180	70	5,1	8,7	20,7	16,3	121
18a	180	74	5,1	9,3	22,2	17,4	132
20	200	76	5,2	9,0	23,4	18,4	152
20a	200	80	5,2	9,7	25,2	19,8	167
22	220	82	5,4	9,5	26,7	21,0	192
22a	220	87	5,4	10,2	28,8	22,6	212
24	240	90	5,6	10,0	30,6	24,0	242
24a	240	95	5,6	10,7	32,9	25,8	265
27	270	95	6,0	10,5	35,2	27,7	308
30	300	100	6,5	11,0	40,5	31,8	387
40	400	115	8,0	13,5	61,5	48,3	761

**Тонколистова гарячокатана і холоднокатана сталі
мають розміри, мм**

Ширина листа	600	710	750	800	1000
Товщина листа	Довжина				
0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6	1200	1420	1500	1500	1500
0,7	2000	1420	1500	1500	1500
0,8; 0,9	2000	2000	2000	2000	2000
1,0; 1,1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0	2000	2000	2000	2000	2000
2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 4,0	2000	1420	1500	1500	2000

Бура

Тетроборат натрію $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — сіль тетраборної кислоти $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, не виділеної у вільному стані. У природі бура зустрічається у вигляді мінералів, міститься у мінеральних нафтових водах, у виділеннях болотних вулканів. Бура утворює великі безбарвні прозорі кристали, які на повітрі вивітрюються і мутніють; середньорозчинна у воді. Буру одержують із борної кислоти, з мінералів тинкаля, керніту та з води соляних озер. З оксидами різних металів бура утворює забарвлені сполуки — борати («перли бури»), розчинні у воді, що використовують для переведення нерозчинних сполук металів у розчинні. Буру широко застосовують при приготуванні емалей, у виробництві оптичного і кольорового скла, при зварюванні, різанні металів, у металургії, паперовій, фармацевтичній і шкіряній промисловості, при фарбувальній справі, гальванотехніці, як дезінфікуючий і консервуючий засіб, і добриво та ін.

Пемза

Пемза — це пориста, губчаста вулканічна гірська порода. Утворюється під час вулканічних викидів при швидкому застиганні кислих лав (68–70% SiO_2), насичених водяною парою і газами. Колір пемзи, залежно від вмісту і валентності заліза, змінюється від білого до жовтого, бурого або чорного. Для пемзи характерна низька тепло- і звукопровідність, добра газопроникливість. Пемза вогнестійка та хімічно інертна. Застосовується як абразивний ма-

теріал для полірування дерева й металевих виробів, у будівництві, скловиробництві, хімічній промисловості. З пемзи виготовляють фільтри, сушильні апарати, їх використовують як основу для каталізаторів, як добавки до цементів, у якості наповнювачів тощо.

Стеарин

Стеарин — органічний продукт, який одержують із жирів. Складається зі стеаринової кислоти з домішками пальмітинової, олеїнової та інших кислот. Стеарин — тверда, напівпрозора маса, жирна на дотик, температура плавлення — 70°C .

Хімічні сполуки, які використовуються у зварювальних матеріалах:

цементит	— Fe_3C (карбід заліза);
окалина	— Fe_2O_3 (оксид заліза);
кремнезем	— SiO_2 (оксид кремнію);
плавиковий шпат	— CaF_2 (фтористий кальцій);
силікат марганцю	— $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$;
силікат заліза	— $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$.

Додаток 18

Ключі відповідей до завдань для контролю знань

Завдання 1	1-16; 2-5; 3-13; 4-1; 5-20; 6-2; 7-14; 8-11; 9-19; 10-6; 11-3; 12-17.
Завдання 2	1-12; 2-7; 3-22; 4-1; 5-14; 6-4; 7-15; 8-8; 9-2; 10-10.
Завдання 3	1-14; 2-7; 3-18; 4-1; 5-15; 6-8; 7-2; 8-9; 9-19; 10-3.
Завдання 4	1-14; 2-19; 3-1; 4-8; 5-2; 6-20; 7-9; 8-22; 9-3; 10-12.
Завдання 5	1-18; 2-7; 3-1; 4-14; 5-23; 6-15; 7-9; 8-2; 9-10; 10-20; 11-4; 12-11.
Завдання 6	1-19; 2-1; 3-13; 4-25; 5-20; 6-4; 7-22; 8-6; 9-23; 10-8; 11-9; 12-10.
Завдання 7	1-16; 2-9; 3-21; 4-1; 5-22; 6-15; 7-2; 8-17; 9-4; 10-8; 11-5; 12-19.
Завдання 8	1-14; 2-1; 3-17; 4-3; 5-11; 6-10; 7-4; 8-2; 9-12; 10-7; 11-18; 12-8.
Завдання 9	1-19; 2-11; 3-7; 4-1; 5-16; 6-2; 7-12; 8-3; 9-13; 10-8.
Завдання 10	1. а) стикові, б) кутові, в) таврові, г) внапуск, д) торцеві. 2. а) непереривчасті, б) переривчасті, в) переривчасті ланцюгові, г) переривчасті шахові. 3. а) одношарові, б) багатошарові.

4. а) нормальні, б) увігнуті, в) випуклі.
 5. а) робочі стикові, б) робочі кутові, в) флангові, г) лобові, д) комбіновані, е) косі, є) зв'язуючі.
 6. а) короткі, б) середні, в) довгі.
 7. а) односторонні, б) двосторонні.
 8. а) нижні, б) горизонтальні, в) вертикальні, г) стельові, д) у човник.
 9. а) прямолінійні, б) криволінійні (фігурні), в) кільцеві, г) кільцеві спіральні.
 10. а) у висячому положенні, б) на підкладці.
- Завдання 11 1-6; 2-29; 3-28; 4-7; 5-2; 6-24; 7-14; 8-19; 9-15; 10-3; 11-20; 12-8.
- Завдання 12 1-7; 2-22; 3-10; 4-1; 5-17; 6-18; 7-23; 8-12; 9-2; 10-8; 11-3.
- Завдання 13 1-8; 2-15; 3-20; 4-12; 5-16; 6-2; 7-9; 8-13; 9-3; 10-14; 11-10; 12-4.
- Завдання 14 1-3; 2-18; 3-10; 4-19; 5-11; 6-1; 7-15; 8-4; 9-16; 10-20; 11-2; 12-5; 13-17.
- Завдання 15 1-13; 2-3; 3-17; 4-9; 5-1; 6-14; 7-10; 8-4; 9-15; 10-2.
- Завдання 16 1-3; 2-10; 3-14; 4-7; 5-15; 6-5; 7-1; 8-16; 9-12; 10-17.
- Завдання 17 1-9; 2-5; 3-2; 4-12; 5-1; 6-3; 7-6; 8-10; 9-4; 10-8; 11-11.
- Завдання 18 1-3; 2-16; 3-9; 4-6; 5-11; 6-17; 7-13; 8-5; 9-2; 10-14.
- Завдання 19 1-15; 2-5; 3-6; 4-7; 5-11; 6-16; 7-8; 8-1; 9-17; 10-10.
- Завдання 20 1-3; 2-17; 3-10; 4-18; 5-4; 6-11; 7-19; 8-5; 9-12; 10-1.
- Завдання 21 1-13; 2-8; 3-3; 4-16; 5-14; 6-9; 7-4; 8-10; 9-15; 10-5; 11-11.
- Завдання 22 1-5; 2-11; 3-1; 4-8; 5-6; 6-12; 7-2; 8-9; 9-13; 10-7; 11-3; 12-10.
- Завдання 23 1-2; 2-11; 3-7; 4-5; 5-3; 6-4; 7-8; 8-1; 9-6; 10-9.
- Завдання 24 1-13; 2-14; 3-5; 4-9; 5-6; 6-10; 7-4; 8-11; 9-7; 10-1; 11-15.
- Завдання 25 1-5; 2-11; 3-16; 4-12; 5-6; 6-9; 7-17; 8-7; 9-13; 10-1.
- Завдання 26 1-14; 2-6; 3-18; 4-7; 5-2; 6-19; 7-15; 8-8; 9-3; 10-13; 11-9; 12-16.
- Завдання 27 1-7; 2-10; 3-14; 4-9; 5-2; 6-1; 7-3; 8-17; 9-4; 10-11; 11-6; 12-18; 13-16; 14-12; 15-13; 16-5; 17-15; 18-8.
- Завдання 28 1-3; 2-5; 3-9; 4-4; 5-10; 6-6; 7-2; 8-8; 9-11; 10-1; 11-7.
- Завдання 29 1-19; 2-13; 3-8; 4-1; 5-20; 6-23; 7-9; 8-15; 9-4; 10-10; 11-5.
- Завдання 30 1-1; 2-20; 3-7; 4-17; 5-12; 6-13; 7-21; 8-2; 9-8; 10-3; 11-18; 12-9.
- Завдання 31 1-13; 2-6; 3-7; 4-15; 5-1; 6-16; 7-11; 8-3; 9-8; 10-21.
- Завдання 32 1-12; 2-5; 3-14; 4-3; 5-15; 6-10; 7-6; 8-16; 9-1; 10-8.
- Завдання 33 1-3; 2-12; 3-4; 4-13; 5-6; 6-1; 7-11; 8-14; 9-7; 10-15.
- Завдання 34 1-6; 2-1; 3-12; 4-6; 5-14; 6-8; 7-3; 8-15; 9-10; 10-4.

- Завдання 35 1-9; 2-2; 3-11; 4-3; 5-13; 6-5; 7-15; 8-6; 9-7; 10-8.
- Завдання 36 1-12; 2-1; 3-13; 4-2; 5-15; 6-5; 7-16; 8-7; 9-19; 10-20.
- Завдання 37 1-10; 2-11; 3-12; 4-4; 5-14; 6-6; 7-16; 8-8; 9-20; 10-9.
- Завдання 38 1-13; 2-1; 3-14; 4-3; 5-16; 6-4; 7-17; 8-7; 9-19; 10-9;
11-21.
- Завдання 39 1-13; 2-14; 3-2; 4-15; 5-10; 6-5; 7-18; 8-7; 9-11; 10-8.
- Завдання 40 1-1; 2-14; 3-3; 4-15; 5-4; 6-5; 7-12; 8-17; 9-7; 10-18.
- Завдання 41 1-11; 2-2; 3-13; 4-4; 5-5; 6-16; 7-17; 8-18; 9-9; 10-10.
- Завдання 42 1-12; 2-6; 3-1; 4-15 5-3; 6-17; 7-7; 8-18; 9-19; 10-10;
11-3.
- Завдання 43 1-10; 2-3; 3-12; 4-4; 5-14; 6-15; 7-7; 8-17; 9-18; 10-9.
- Завдання 44 1-1; 2-11; 3-16; 4-3; 5-12; 6-17; 7-4; 8-14; 9-6; 10-18;
11-7; 12-9.
- Завдання 45 1-9; 2-2; 3-10; 4-3; 5-11; 6-12; 7-13; 8-4; 9-14; 10-5;
11-15; 12-6; 13-16; 14-17; 15-7.
- Завдання 46 1-9; 2-10; 3-1; 4-2; 5-12; 6-13; 7-3; 8-4; 9-15; 10-5;
11-6; 12-17.
- Завдання 47 1-16; 2-6; 3-11; 4-5; 5-17; 6-1; 7-14; 8-7; 9-8; 10-12.
- Завдання 48 1-4; 2-13; 3-8; 4-14; 5-1; 6-11; 7-15; 8-2; 9-16; 10-17.
- Завдання 49 1-11; 2-7; 3-17; 4-1; 5-13; 6-2; 7-8; 8-19; 9-10; 10-4.
- Завдання 50 1-12; 2-5; 3-16; 4-9; 5-2; 6-7; 7-17; 8-3; 9-10; 10-11.
- Завдання 51 1-4; 2-13; 3-9; 4-2; 5-15; 6-12; 7-16; 8-17; 9-18; 10-11.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Амигуд Д. З.* Справочник молодого газосварщика и газорезчика. — М.: Высшая школа, 1977.
2. *Глізманенко Д. Л.* Газове зварювання та різання металу. — К.: Техніка, 1971.
3. Сварщик. — 1999–2003. — №№ 1–6.
4. *Казаков Ю. В.* Сварка и резка материалов. — М.: АСАДЕ-МІА, 2002.
5. *Китаев А. М., Китаев Я. А.* Справочная книга сварщика. — М.: Машиностроение, 1985.
6. *Коновалюк Дмитро.* Російсько-український технічний словник. — Луцьк: Візор, 1993.
7. *Малаховский В. А.* Руководство для обучения газосварщика и газорезчика. — М.: Высшая школа, 1990.
8. *Некрасов Ю. И.* Справочник молодого газосварщика и газорезчика. — М.: Высшая школа, 1984.
9. *Никифоров Н. И., Нешумова С. Н., Антонов И. А.* Справочник молодого газосварщика и газорезчика. — М.: Высшая школа, 2002.
10. Правила техники безопасности и гигиены труда при производстве ацетилена и газопламенной обработке металлов. — М., 1989.
11. *Рыбаков В. М.* Дуговая и газовая сварка. — М.: Высшая школа, 1981.
12. *Соколов И. И.* Газовая сварка и резка металлов. — М.: Высшая школа, 1986.
13. *Стеклов О. I.* Основы зварювального виробництва. — К.: Вища школа, 1990.
14. *Степанов В. В.* Справочник сварщика. — М.: Машиностроение, 1982.
15. *Хананетов М. В.* Сварка и резка металлов. — М.: Стройиздат, 1987.
16. *Шебеко Л. П.* Производственное обучение электрогазосварщиков. — М., 1984.
17. *Шебеко Л. П.* Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки. — М.: Высшая школа, 1981.
18. *Шинкарев Б. М.* Электро- и газосварочные работы. — К.: Урожай, 1991.
19. *Шустик А. Г., Савченко В. П., Табуничик А. М., Побрус Н. И.* Справочник по газовой резке, сварке и пайке. — К.: Техника, 1986.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
------------------------	----------

Розділ 1. МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТА РІЗАННЯ

1.1. Кисень	5
1.2. Ацетилен	5
1.3. Гази — замітники ацетилену	6
1.4. Карбід кальцію	9
1.5. Зварювальний дріт	9
1.6. Флюси	10

Розділ 2. ОБЛАДНАННЯ ТА АПАРАТУРА ДЛЯ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

2.1. Організація робочого місця газозварника	12
2.2. Ацетиленові генератори	13
2.2.1. Генератор середнього тиску АСМ-1,25-3	15
2.2.2. Ацетиленовий переносний генератор ГВР-1,25 М	16
2.2.3. Ацетиленовий генератор АНВ-1,25-72	17
2.2.4. Ацетиленовий генератор АСП-10	19
2.3. Правила обслуговування пересувних ацетиленових генераторів	27
2.4. Запобіжні затвори і зворотні клапани	28
2.5. Полум'ягасник	31
2.6. Хімічні очисники	32
2.7. Балони	32
2.7.1. Балонні вентиля	34
2.7.2. Зберігання і транспортування балонів	35
2.8. Редуктори	35
2.8.1. Користування редукторами	42
2.9. Рукави (шланги)	42
2.10. Манометри	43
2.11. Зварювальні пальники	43

2.12.	Спеціалізовані пальники.	48
2.12.1.	Правила користування пальниками	51

Розділ 3. ТЕХНІКА Й ТЕХНОЛОГІЯ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

3.1.	Зварні з'єднання. Основні поняття та визначення . .	53
3.2.	Класифікація швів	54
3.3.	Умовні позначення швів на кресленнях	56
3.4.	Зварювальне полум'я	57
3.5.	Металургійні процеси при газовому зварюванні	59
3.6.	Вплив зварювального полум'я на структуру шва і зону термічного впливу	60
3.7.	Способи зварювання.	61
3.8.	Переміщення пальника й прутка	62
3.9.	Підготовка та складання деталей під зварювання.	63
3.10.	Режими зварювання	65
3.11.	Особливості техніки зварювання швів у різних просторових положеннях	66
3.12.	Зварювання листового матеріалу	67
3.13.	Зварювання труб.	68
3.14.	Зварювання ємностей і газопроводів. Газопресове зварювання	70
3.15.	Ремонтне зварювання	71
3.15.1.	Термічні олівці	73
3.16.	Деформації та напруги при зварюванні.	73
3.17.	Термічна обробка при зварюванні	75

Розділ 4. ДЕФЕКТИ ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАННЯ

4.1.	Дефекти зварних швів	76
4.2.	Методи контролю зварних з'єднань.	78

Розділ 5. ОСНОВИ ТЕХНІЧНОГО НОРМУВАННЯ ГАЗОЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

5.1.	Нормування ацетилено-кисневого зварювання	81
5.2.	Нормування наплавлювальних робіт	83

Розділ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1.	Вимоги безпеки праці.	84
6.2.	Вимоги безпеки при газополуменевих роботах	85

6.3.	Проведення монтажних газозварювальних робіт	86
6.4.	Виконання робіт у ємностях, тунелях, колодязях	86
6.5.	Виконання газополуменевих робіт із застосуванням рідкого палива	87

Розділ 7. ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ СТАЛЕЙ

7.1.	Характеристики сталей	88
7.2.	Зварюваність сталей	89
7.3.	Вплив основних елементів на властивості сталей	90
7.4.	Підготовка кромок при газозварюванні сталей. Сталевий зварювальний дріт	91
7.5.	Зварювання низьковуглецевих сталей	93
7.6.	Зварювання середньо- і високовуглецевих сталей	94
7.7.	Зварювання легованих сталей	95

Розділ 8. ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНІВ

8.1.	Характеристики чавунів	97
8.2.	Особливості зварювання чавунів	98
8.3.	Присаджувальний матеріал, флюси і нагрівальні пристрої для зварювання чавунів	100
8.4.	Гаряче зварювання чавунів	105
8.5.	Холодне зварювання чавунів	106
8.6.	Низькотемпературне паяння-зварювання чавунів чавунними прутками	107
8.7.	Низькотемпературне паяння-зварювання чавунів латунними припоями	109

Розділ 9. ТЕХНОЛОГІЯ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ ТА ЇХ СПЛАВІВ

9.1.	Газове зварювання міді	111
9.2.	Зварювання латуні	114
9.3.	Газове зварювання бронзи	117
9.3.1.	Газове зварювання алюмінієвих бронз	120
9.4.	Газове зварювання алюмінію та його сплавів	120
9.5.	Газове зварювання магнієвих сплавів	126
9.6.	Газове зварювання нікелю	129
9.7.	Зварювання свинцю	131
9.8.	Зварювання цинку	132
9.9.	Зварювання срібла	133

Розділ 10. ГАЗОПОЛУМЕНЕВЕ НАПЛАВЛЕННЯ

10.1. Суть процесу наплавлення	134
10.2. Наплавлення кольорових металів	134
10.3. Наплавлення твердими сплавами	137
10.4. Газопорошкове наплавлення	139

Розділ 11. ПАЯННЯ ГАЗОВИМ ПОЛУМ'ЯМ

11.1. Суть процесу паяння. Припої, флюси	142
11.2. Техніка паяння	145

Розділ 12. ГАЗОПОЛУМЕНЕВЕ НАГРІВАННЯ

12.1. Поверхнєве гартування газовим полум'ям	148
12.2. Випрямлення металів газовим полум'ям	149
12.3. Очищення металів газовим полум'ям	150
12.4. Газотермічне напилення	151

Розділ 13. ТЕРМІЧНЕ РІЗАННЯ

13.1. Суть і способи процесів різання	154
13.2. Особливості термічного різання металів	155

Розділ 14. АПАРАТУРА ДЛЯ КИСНЕВОГО РІЗАННЯ

14.1. Різаки для кисневого різання (ГОСТ 5191-79Е)	158
14.2. Правила користування різаками	165
14.3. Машини для кисневого різання (ГОСТ 5614-80)	166

Розділ 15. ТЕХНОЛОГІЯ КИСНЕВОГО РІЗАННЯ

15.1. Основні умови різання металів окисненням	168
15.2. Розрізуваність металів	169
15.3. Вплив легуючих елементів на розрізуваність сталей при кисневому різанні	170
15.4. Показники режиму різання	171
15.5. Техніка кисневого різання	172
15.6. Роздільне кисневе різання листів	174
15.7. Різання металу різного профілю	176
15.7.1. Різання труб	176
15.7.2. Різання сортового прокату	177
15.7.3. Різання профільного прокату	179
15.8. Поверхнєве кисневе різання	179
15.9. Точність і якість різання	181

Розділ 16. АПАРАТУРА І ТЕХНОЛОГІЯ КИСНЕВО-ФЛЮСОВОГО РІЗАННЯ

16.1. Суть процесу різання	183
16.2. Флюси для киснево-флюсового різання	183
16.3. Апаратура для киснево-флюсового різання	185
16.4. Вплив легуючих елементів на різання високолегованих сталей	188
16.5. Розрізуваність легованих сталей при киснево-флюсовому різанні.	189
16.6. Технологія киснево-флюсового різання	189
16.6.1. Режими різання.	190
16.7. Киснево-флюсове різання бетону та залізобетону.	191
16.8. Різання кисневим списом.	191
16.9. Порошково-списове різання	193
16.10. Підводне різання металів	193
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ	195
ДОДАТКИ	249
ЛІТЕРАТУРА	266