

# ГАЗОТЕРМІЧНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ

## ЛЕКЦІЇ

### ТЕМА 1.

#### ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ ПРИ ГАЗОЗВАРЮВАННІ

Зварювальний пост – це робоче місце де виконується газополум’яна обробка металів.		
<b>Пересувні (1)</b>	<b>Стационарні (2)</b>	
<p>Для ручних зварювальних робіт, що виконуються в різних місцях на території підприємства, а також на монтажі і на будівельних майданчиках.</p> <p><b>Газопостачання:</b></p> <p>а) від балонів;                  б) від ацетиленового генератора:                  1 – балон з киснем;                  2 – кисневий редуктор;                  3 – балон з ацетиленом;                  4 – рукава;                  5 – пальник;                  6 – ацетиленовий генератор.</p>	<p>Для виконання ручних і механізованих робіт по газовому зварюванню та різанню в умовах цеху, дільниці, майстерні.</p> <p><b>Газопостачання:</b></p> <p>а) від газопроводу, якщо кількість постів перевищує 10;                  б) від індивідуальних балонів:                  1 – ящик для води;                  2 – стіл;                  3 – ящик для присадки;                  4 – кисневий редуктор;                  5 – кришка столу;                  6 – запобіжний затвор;                  7 – пальник.</p>	
<b>ІНСТРУМЕНТ:</b>		
<p>молоток, пасатижі, металева щітка, голки для прочищення мундштуків, ломик для кантівки деталей, вимірювальний інструмент, набір шаблонів, висок.</p> <p>Пристосування для складання.                  Ключі для закріплення редукторів.                  Засоби пожежогасіння.                  Флюси та присадний дріт.                  Система місцевої вентиляції.</p>		
<b>Причини травм</b>	<b>ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:</b>	
Вибухи ацетиленових генераторів	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Працювати без водяного затвору або при несправному затворі.</li> <li>2. Працювати з генератором в приміщеннях, де є речовини, що можуть утворити з ацетиленом вибухонебезпечні з'єднання.</li> <li>3. При замерзанні води в водяному затворі чи генераторі відігрівати відкритим полум'ям чи паяльною лампою.</li> <li>4. Заправляти пиловидний карбід кальцію.</li> <li>5. Відкривати кришку і витягати корзину з гарячим карбідом, який ще не розклався.</li> <li>6. Очищати від мулу сталевими скребками.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Апарат встановлювати на відстані не менше 10 м від місця роботи пальника, а також від любого джерела полум'я.</li> <li>2. При замерзанні води відігрівати гарячою водою чи паром.</li> <li>3. Якщо температура повітря нижча 0° С, водяні затвори заливати незамерзаючими рідинами (60% розчином етиленгліколю у воді або 30% розчином хлористого кальцію).</li> <li>4. Грануляція карбіду 25x80 мм, 3,5 кг.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Підходити до працюючого генератора з запаленим пальником.</li> <li>8. Зберігати карбід кальцію у відкритій тарі на робочому місці.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Відкривати через 2-3 години після охолодження і зниження тиску до 0 через робочий інструмент.</li> <li>6. Скребки для чищення мулу по-</li> </ol>

	<p>9. Переносити заряджений генератор.</p> <p>10. Зливати мул на території будівельного майданчика.</p> <p>11. Використовувати для роботи на ацетилені затвори, що призначені для газів-замінників.</p> <p>12. Розбирати і ремонтувати „сухі” затвори.</p> <p>13. Залишати генератор, що працює без нагляду.</p>	<p>винні бути з латуні чи алюмінію.</p> <p>7. Рівень рідини підтримувати на рівні контрольної пробки. Перевірка рівня води – не рідше 3 р. за зміну.</p> <p>8. Після кожного зворотного удару полум'я водяний затвор розбирати для перевірки зворотного клапана.</p> <p>9. До обслуговування генератора допускаються особи віком не менше 18 років.</p>
--	--	---

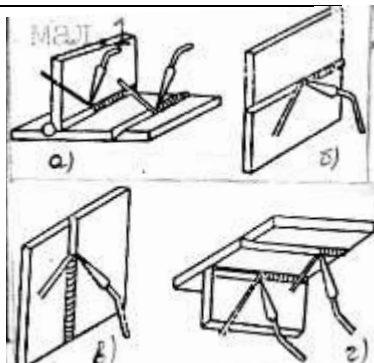
### Матеріали для газового зварювання.

1. Кисень.		2. Горючі гази.	3. Флюси.	4. Присадний метал.		
Назва	Температура полум'я	Специфічні властивості	Спосіб одержання	Спосіб зберігання транспортування	Галузь застосування	Технічні вимоги
Кисень O <sub>2</sub>	--	Не горить, але активно підтримує горіння. Без кольору і запаху. З'єднується з усіма хім. елем.. Вибухонебезпечний при контакті з маслами.	1. З атмосферного повітря методом глибокого охолодження. 2. З води розкладанням її струмом.	В балонах в газоподібному стані під тиском 15-5 МПа. По трубопроводу.	Всі види газополум'яної обробки.	1-й сорт 99,7% O <sub>2</sub> 2-й сорт 99,5% O <sub>2</sub> 3-й – 99,2% O <sub>2</sub>
Ацетилен C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	3100-3200 <sup>0</sup>	Добре розчиняється в рідинах, знижуючи вибуховість (1 об'єм ацетону – 23 об'єми ацетону). Різкий часниковий запах. Вибухає в суміші з повітрям (2,2 – 81%) і з киснем (2,3-93%) Вибухає без присутності кисню при тиску більшому 0,2 МПа і 450-500 <sup>0</sup> С. Вибухає при взаємодії з міддю і сріблом. Отруйний при тривалому вдиханні	1. Із карбїду кальцію при взаємодії з водою: CaC <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> O= C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> - Ca(OH) <sub>2</sub> 1 кг CaC <sub>2</sub> - 230 дм <sup>3</sup> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 2. Піролізний	В балонах в розчиненому стані під тиском 1,9 МПа	-----	
Карбїд кальцію CaC <sub>2</sub>	--	Різкий запах. Жадїбно поглинає воду.	Спінанням вапняку і коксу в електропечах CaO+3C=	В герметично закритих барабанах з дахової сталі масою 50-130 кг.	Для отримання ацетилену.	Грануляція: 2x8, 8x15, 15x25, 25x80 мм Пил

			CaC <sub>2</sub> +Co			(менше 2 мм не більше 3%)
Водень H <sub>2</sub>	2100-2300 <sup>0</sup> C	Без запаху і кольору	Розкладання м води струмом	В балонах під тиском до 15 МПа	Сталь до 2 мм, чавун, латунь, алюміній.	
Пропан	2600-2750 <sup>0</sup> C	Різкий запах	при переробці нафти	В балоні в рідкому стані, тиск до 1,6 МПа	сталь до 6мм, кисневе різання і зварювання кольорових металів	

### ПІДГОТОВКА ДО ЗВАРЮВАННЯ

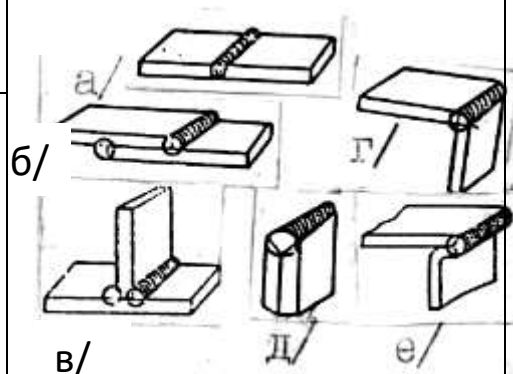
**Зварний шов** – це ділянка зварного з'єднання, що утворилася внаслідок кристалізації зварювальної ванни.

По положенню в просторі мал. 1	По довжині	По кількості швів	По формі зовнішньої поверхні	
а) Нижні б) Горизонтальні в) Вертикальні г) Стельові	а) Переривисті б) Суцільні	а) Одношарові б) Багатошарові	а) Нормальні б) Підсилені в) Послаблені	

#### Типи зварних з'єднань

Зварним з'єднанням називається нероз'ємне з'єднання кількох деталей, виконане зварюванням.

- а) Стикове
- б) Внапуск
- в) Таврове
- г) Кутове
- д) Торцеве
- е) Відбортове



#### Підготовка кромок

Мета підготовки кромки – забезпечити повний провар металу по всій товщині, що необхідно для одержання надійного і міцного з'єднання.

Перед зварюванням кромки повинні бути старанно очищені від масла, фарби, іржі, окалини, вологи і інших забруднень, для чого кромки прогривають полум'ям пальника. Потім кромки зачищають сталюю щіткою.

Кромки повинні правильно розміщуватись по відношенню одна до одної, між ними не повинно бути збільшених зазорів, перекосів та ін.

Накладання прихваток необхідне для того, щоб зберегти положення зварювальних деталей та зазорів між ними.

	Товщина деталі мм.	
	Менше 5	Більше 5
Протяжність шва мм	150 – 200	Більше 200
Довжина прихватки мм	Менше 5	20 – 30
Відстань між прихватами мм	50 – 100	300 – 500

Шов	Схема шва	Розміри, мм		
		Товщина металу	Зазор α	Приступлення β
З підбортовкою кромки, без присадного металу		0,5–1	—	1–2
Без скосу кромки	одобічний	1–5	0,5–2	—
	двобічний	3–6	1–2	—
V-подібний		6–15	2–4	1,5–3
X-подібний		15–25	2–4	2–4
V-подібний при листах різної товщини		5–20	2–4	1,5–2,5
X-подібний при листах різної товщини		12–30	3–4	1–4

### ТЕМА 3.

#### Ацетиленовий генератор.

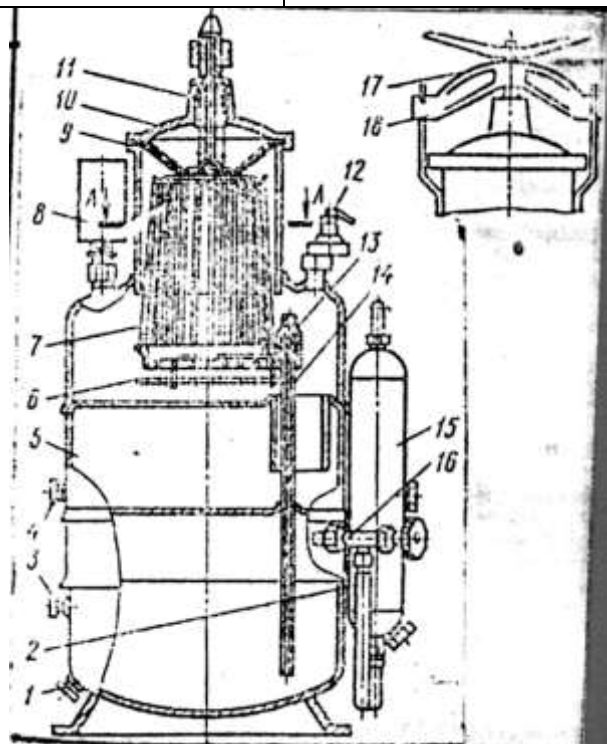
Це апарат, який служить для одержання ацетилену з карбіду кальцію, при його взаємодії з водою.

По продуктивності	По способу використання	По тиску ацетилену	По способу взаємодії з водою
1,25, 3,0	пересувні	низького середнього	витіснення води „ВВ”
5,10,20,40, 80,160,320,640	стаціонарні	високого	вода на карбід „ВК” комбіновані карбід у воду „КВ”

\*Розмір кусків карбіду кальцію 25x80 мм.

#### Основні вузли

- 1, 4 – зливний штуцер
- 2 – шланг
- 3 – контрольна пробка
- 5 - корпус
- 6 – піддон
- 7 – корзина
- 8 – манометр
- 9 – мембрана
- 10 – кришка
- 11 – пружина
- 12 – запобіжний клапан
- 13 – наконечник
- 14 – переливна трубка
- 15 – запобіжний затвор
- 16 – вентиль
- 17 – гвинт
- 18 – траверса

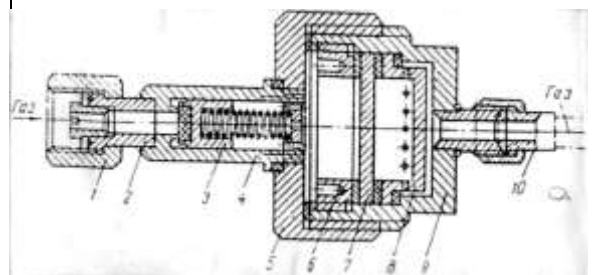
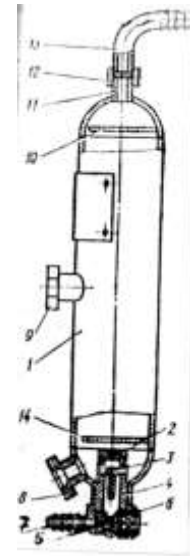


Етапи виконання робіт	Порядок операції
При підготовці до роботи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Впевнитись у відсутності мулу в реторті 1 промивнику.</li> <li>2. Залити водою запобіжний затвор.</li> <li>3. Залити воду в корпус генератора.</li> <li>4. Загрузити корзину карбідом кальцію.</li> <li>5. Корзину вставити в горловину, щільно закрити.</li> <li>6. Плавню відкрити вентиль запобіжного затвору.</li> <li>7. Продути ацетиленом шланги і зварювальний інструмент протягом 1 хв.</li> </ol>
При виконанні робіт	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Слідкувати за тиском газу за манометром.</li> <li>2. В міру витрачання води своєчасно добавляти її.</li> <li>3. При мінусових температурах слідкувати, щоб вода в корпусі не замерзала, для чого зливати її в перервах в роботі.</li> <li>4. Після повного розкладання карбіду кальцію зробити нову зарядку, перевіривши рівень води у водяному затворі.</li> <li>5. Допускається перенесення генератору в зарядженому стані у вертикальному положенні без поштовхів.</li> <li>6. Воду зливати тільки після повного розкладу карбіду, після чого промити і осушити генератор.</li> </ol>

### Засоби вибухозахисту систем газопостачання.

#### Запобіжні затвори.

Призначення	види і типи	основні вузли
пристрої, що захищають ацетиленовий генератор і газопроводи від попадання в них вибухової хвилі при зворотніх ударах полум'я.	а) водяні ЗСП-8-25 ЗСГ- 1,25	ЗСГ-1,25 (а) 16- корпус 2-ковпачок 3-клапан 4-корпус клапана 5-сітка 6-пробка 7-ніпель 8-пробка зливу води 9-контрольна пробка 10-полум'яперегороджувач 11-штуцер 12-накидна гайка 13-ніпель 14-розсікач полум'я
а) центральні (ЗСП-20) б) постові (ЗСП-8, ЗСГ-1,25)	б) сухі ЗСЗ-1 ЗСА-1	ЗСС-2-60(б) 1-накидна гайка 2-штуцер 3-зворотній клапан 4-сідло 5-кришка 6-кільцева гайка 7-пориста вставка 8-розсікач 9-корпус 10-ніпель



## Зворотні клапани

застосовують при роботі апаратури на газах – замінниках ацетилену (крім водню).	А) для горючих газів ЛЗС-1, ЛЗС-3 б) для рідких горючих ЛКО – 1
---	--

## Балони для стиснутих газів.

Служать для зберігання і транспортування стиснутих, зріджених і розчинених газів, що знаходяться під тиском.

Місткість – від 0,4 до 55 дм<sup>3</sup>

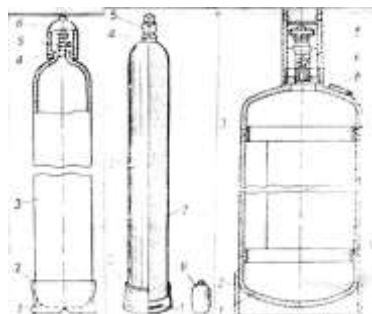
Газ	Тип балону	Стан газу в балоні	Граничний робочий тиск Мпа /кГс/см <sup>2</sup>	Колір балону	Спосіб приєднання
Кисень	150, 150 л.	стиснутий	15/150	синій	4” трубна права
Ацетилен	100	розчинений	2,5/25	білий	хомутом
Пропан	зварні	зріджений	1,6/16	червоний	21.8 мм, 14 ниток на 1”
Водень	150, 150 л.	стиснутий	15/150	темно-зелений	-----
Горючий газ	150, 150 л.	стиснутий	15/150	червоний	-----
метан	150,150 л. 200,200 л.	стиснутий	15/150	червоний	-----

## Основні вузли

а) кисневий; б) ацетиленовий;

в) пропан – бутановий:

- 1- дніще
- 2- опорний башмак
- 3- корпус
- 4- горловина
- 5- вентиль
- 6- ковпак
- 7- пориста маса
- 8- табличка з паспортними даними балону
- 9- підкладки кільця



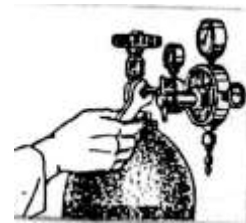
## Вентилі для балонів

вентиль	матеріал	різьба	спосіб ущільнення
кисневий	латунь	права	фіброва прокладка
ацетиленовий	сталь	хомут	шкіряні кільця
пропан – бутановий	сталь	ліва	гумова манжета

## Підготовка балону до роботи

## Порядок операцій:

1. Відкручують ковпак (а)
2. Відкручують заглушку штуцера.
3. Оглядають вентиль, щоб встановити чи немає на ньому слідів жиру, масла.
4. Продути штуцер короткочасним поворотом маховичка (б).
5. Перевірити стан накидної гайки редуктора.
6. Під'єднати редуктор до вентиля балону (в).
7. Ослабити регулювальний гвинт редуктора (г).
8. Повільно обертаючи маховичок, відкривають

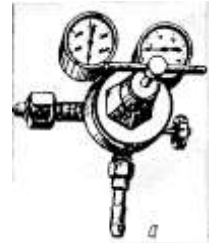


вентиль балону і встановлюють робочий тиск.

### Редуктори для стиснутих газів.

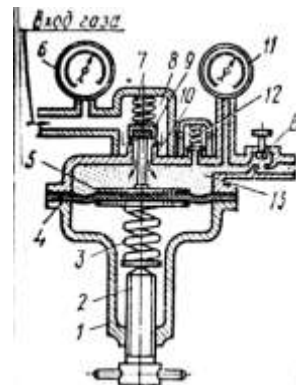
Призначені для зниження тиску від балонного до робочого і підтримання цього тиску сталим, незалежно від тиску газу в балоні.

Редуктор	тип редуктора	колір корпусу	максим. Тиск, Мпа	Спосіб під'єднання
<b>балонні</b>				
кисневий (а)	ДКП-1 ДКД-8	Блакитний	20,0	накидною гайкою, різьба $\frac{3}{4}$ ", трубна права.
Ацетиленовий	ДАП-1 ДАД-1	Білий	2.5	хомут з гвинтом
пропан – бутановий	ДПП-1	Червоний	2.5	накидна гайка, 21.8 мм 14 ниток на 1", ліва
<b>рампові</b>				
кисневий	ДКР-250 ДКР-500	блакитний	20.0	
ацетиленовий	ДАР-1	білий	2.5	
пропан – бутановий	ПДР-1	червоний	26.5	



Основні вузли:

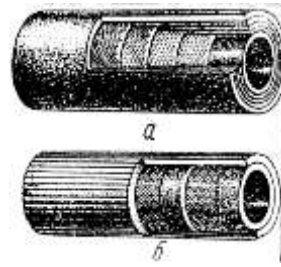
- 1 – корпус
- 2 – регулювальний гвинт
- 3 – притискна пружина
- 4 – мембрана
- 5 – диск
- 6 – манометр камери високого тиску
- 7 – зворотня пружина
- 8 – камера високого тиску
- 9 – редукційний клапан
- 10 – сідло клапану
- 11 – манометр камери низького тиску
- 12 – запобіжний клапан
- 13 – камера низького тиску



### Рукава (шланги)

Служать для підводу газу до пальника або різачка виготовляють з вулканізованої гуми (а) або з обплетенням (б) .

тип	призначення	колір	технічні вимоги
I.	Для подачі ацетилену, пропану, бутану під тиском до 0,63 Мпа.	Червоний	1. Витримувати певний тиск, бути гнучкими і не обмежувати рухи зварника. 2. Мати не менш ніж триразовий запас міцності. 3. Рукава її типу повинні бути бензиностійкими.
II.	Для подачі рідкого топлива (0.63 Мпа).	жовтий	4. Витримувати температуру від -35 <sup>0</sup> до +50 <sup>0</sup> С. При більш низьких температурах рукава виготовляють з морозостійкої гуми (-65)
III.	Для подачі кисню під тиском до 2 Мпа.	синій	5. Зберігати в сухих приміщеннях.



Умови постачання:

Діаметр: 6.3, 8.0, 9.0, 10.0, 12.0, 12.5, 16.0 мм

Довжина: 10, 14 метрів.

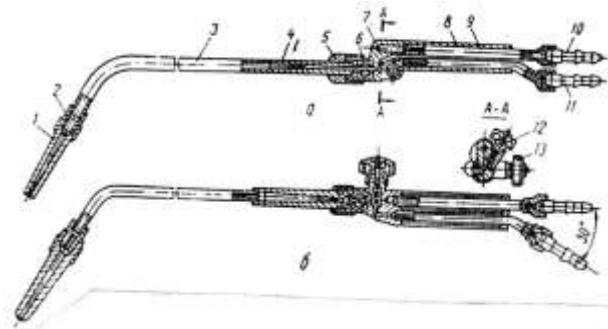
### Зварювальні пальники

Служать для змішування горючого газу або пару горючої рідини з технічно чистим киснем і утворення зварювального полум'я.

Інжекторні	Безіжекторні
ГС-2, ГС-3, ГС-46 ГСМ-3 (а) „Москва”, „Малютка”	ГС-1
Кисень подається під тиском 0.15-0.5 Мпа, ацетилен – 0.001 – 0.12 Мпа	Кисень і ацетилен подають під однаковим тиском 0.05-0.1 Мпа
Наявність інжектору	Інжектор відсутній
Подача горючого газу в змішувальну камеру здійснюється за рахунок підсмоктування його струменем кисню.	Кисень і ацетилен поступають в змішувальну камеру пальника через спеціальні дозуючі канали.
Працюють на ацетилені низького і середнього тисків	Працюють на ацетилені лише середнього тиску, тому є менш універсальні.
Непостійність складу горючої суміші.	Більш постійний склад горючої суміші.

Основні вузли: „Москва” (б), ГСМ-53 (а)

- 1-мундштук
- 2-сполучний ніпель
- 3-трубка горючої суміші
- 4-змішувальна камера
- 5-накидна гайка
- 6-інжектор
- 7-корпус пальника
- 8-рукоятка
- 9-киснева трубка
- 10-кисневий ніпель
- 11-ацетиленовий ніпель
- 12-вентиль для кисню
- 13-вентиль для ацетилену.





	По потужності			
	безінжекторні	інжекторні		
		мікропотужні	малої	середньої
тип пальника	ГС-1	ГС-2, Малютка,	ГС-3	ГС-4
номер наконечників	000, 00, 0.	№0-№3	№1-№7	№8-№9
товщина 9варює мого металу, мм	0.05-0.6	0.2-4.0	0.5-30	30-100
діаметр шлангів	6.3	6.3	9.0	16.0
призначення	зварювання	універсальні	універсальні	зварювання

### ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КИСНЕВОГО РІЗАННЯ

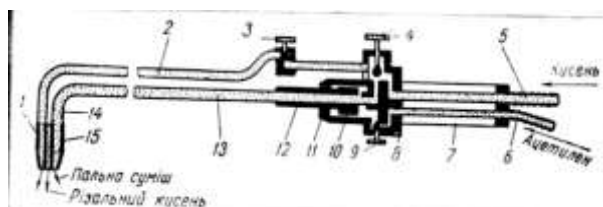
Різаки служать для утворення підігрівуючого полум'я і подачі чистого кисню в зону різання.

за призначенням	для ручного, механізованого різання, спеціальні.
за видом різання	для розділового, поверхневого, киснево – флюсового, різання списом.
за родом горючого газу	для ацетилену, газів – замінників, рідкого горючого
за принципом дії	інжекторні і без інжекторні.
за тиском ріжучого кисню	високого і низького.
за конструкцією мундштуків	щільні і багато соплові.

Ацетиленово – кисневий різак .

Основні вузли:

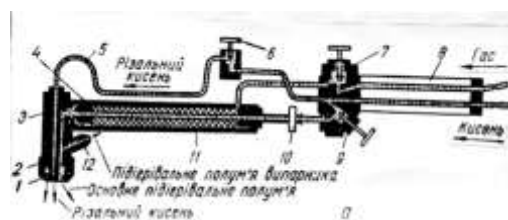
- 1 –головка різача
- 2 –трубка ріжучого кисню
- 3 –вентиль ріжучого кисню
- 4 –кисневий вентиль
- 5 –кисневий ніпель
- 6 –ацетиленовий ніпель
- 7 –рукоятка
- 8 –корпус
- 9 –ацетиленовий вентиль
- 10 –інжектор
- 11 –накидна гайка
- 12 –змішувальна камера
- 13 –трубка пальної суміші
- 14 –внутрішній мундштук
- 15 –зовнішній мундштук



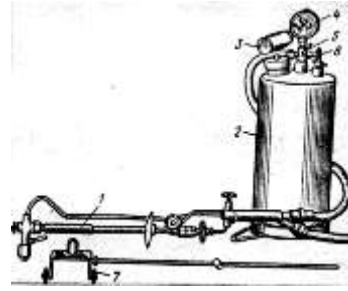
Гасоріз

Основні вузли:

- 1-внутрішній мундштук
- 2-зовнішній мундштук
- 3-головка різача
- 4-інжектор
- 5-трубка ріжучого кисню
- 6-вентиль ріжучого кисню
- 7-вентиль для газу
- 8-рукоятка
- 9-вентиль кисневий



- 10-маховичок
- 11-азбестова набивка випарника
- 12-допоміжний мундштук.



Гасоріз з бачком

- 1-різак
- 2-бачок
- 3-повітряний насос
- 4-манометр
- 5-шланговий ніпель
- 6-запірний вентиль
- 7-візок.

### ТЕМА 4

#### Зварювальне полум'я

Утворюється внаслідок згорання горючого газу або пару горючої рідини в технічно чистому кисні.

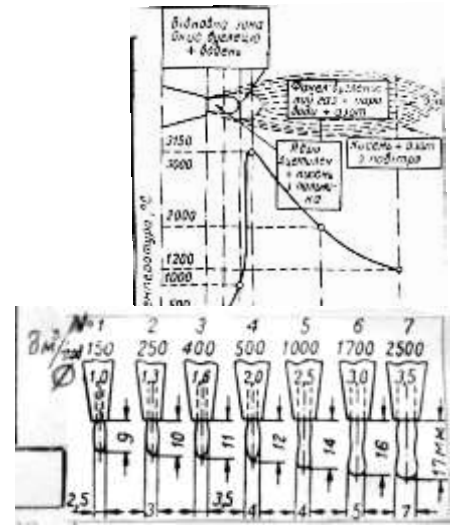
Будова полум'я:

- 1. Ядро
- 2. Відновна зона
- 3. Факел

**Ядро** – має яскраву оболонку чітко окресленої форми, близької до форми циліндра із заокругленим кільцем, що складається з розжарених частинок вуглецю. Розміри ядра залежать від витрати пальної суміші і швидкості її витікання. Діаметр ядра полум'я визначається діаметром каналу мундштука, а довжина – швидкістю витікання газової суміші (б)

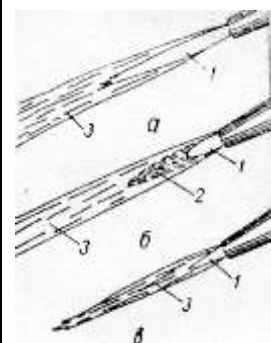
**Відновна зона** – має темніше забарвлення, ніж ядро. Це зона неповного згорання ацетилену. Довжина – до 20 мм від кінця ядра. Даною зоною нагрівають і розплавляють метал у процесі зварювання.

**Факел** – зона повного згорання.



Види полум'я

вид полум'я	подача кисню на один об'єм ацетилену	характеристика полум'я	застосування
нормальне (2)	1.1 - 1.3	має світле ядро, дещо темнішу відновну зону і факел. зони чітко виражені.	зварювання сталі
науглецьовувальне (1)	0.95 – 1 менше	Ядро втрачає різкість окреслення, на його кінці з'являється зелений віночок. Відновна зона набуває жовтуватого кольору. При значному надлишку ацетилену полум'я коптить. Температура нижча, ніж нормального.	зварювання чавуну; наплавка твердими сплавами.
		Ядро набуває конусоподібної форми,	



Окислювальне (3)	>1.3	значно скорочується по довжині, має блідий колір. Все полум'я набуває синювато – фіолетового кольору, скорочується в розмірах, горить з шумом, температура вища, ніж нормального	зварювання латуні, паяння твердими припоями.
------------------	------	--	--

**ВИБІР РЕЖИМІВ ГАЗОЗВАРЮВАННЯ**

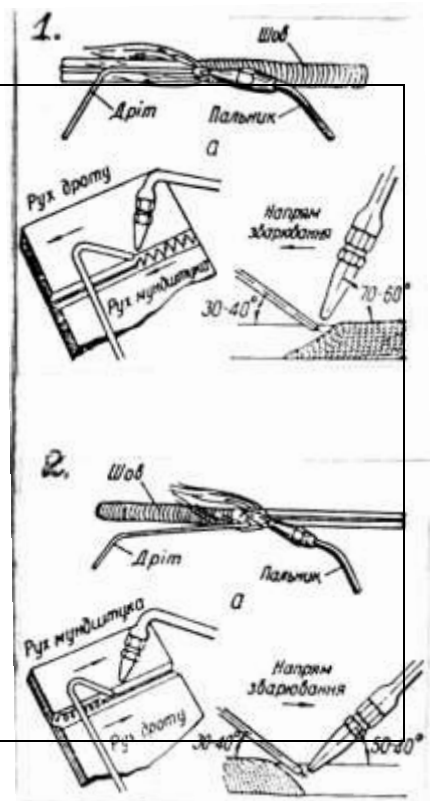
Під режимом зварювання розуміють групу показників, що визначають характер протікання процесу зварювання і впливають на кількість теплоти, що вводиться у виріб. Вибір режимів зварювання залежить від теплофізичних властивостей металу, габаритних розмірів виробу і його форми. Великий вплив має також спосіб зварювання і положення шва у просторі.

Параметри режиму Вибір показників режиму.

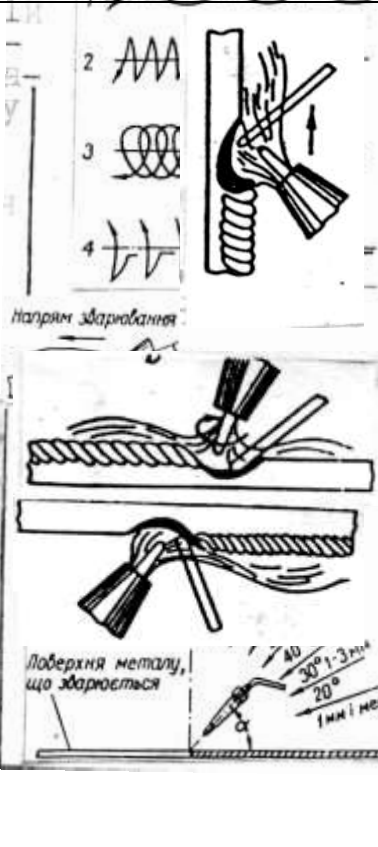
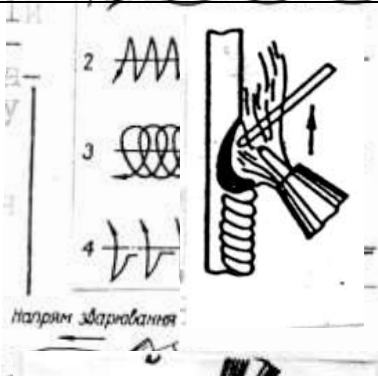



<b>Потужність полум'я</b>	Пропорційна товщині металу $M = k \cdot S$ дм <sup>3</sup> /год. $k$ – витрата ацетилену, необхідна для зварювання даного металу товщиною 1мм. Визначається кількістю ацетилену, що проходить за 1год через пальник, і регулюється наконечником пальника.
<b>Вид полум'я</b>	Залежить від роду зварюемого металу і визначається співвідношенням витрат кисню і ацетилену.
<b>Швидкість зварювання</b>	Залежить від товщини і роду зварюемого металу. Регулюється кутом нахилу мундштука пальника до поверхні виробу.
<b>Діаметр присадного дроту</b>	Залежить від товщини металу і визначається способом зварювання. Для лівого способу: Для правого способу: $d = \frac{S+1}{2}$
<b>Витрата присадного металу</b>	Маса присадного матеріалу, що витрачається на 1 погонний метр шва, пропорційна квадрату товщини зварюемого виробу: $P = k_n \cdot S^2$ $k$ : для сталі – 12, для міді – 18, для латуні – 16, для алюмінію – 6,5 при товщині до 5мм. При товщині більше 5мм ці значення зменшують на 20-25%.

**ТЕХНІКА ВИКОНАННЯ ШВІВ**

показники	лівий спосіб мал. 1	правий спосіб мал. 2
напрямок переміщення пальника	справа наліво	зліва направо
переміщення прутка	перед полум'ям	слідом за пальником по спіралі
напрямок полум'я	на незварені кромки металу	на зварений шов
потужність полум'я	100-130 дм <sup>3</sup> /год	120-150 дм <sup>3</sup> /год
рекомендована товщина металу	до 5 мм	більше 5 мм
рід металу	легкоплавкий	з великою теплопровідністю
діаметр присадки	$d = \frac{S+1}{2}$	$d = \frac{S}{2}$
кут розкриття шва	90°	60-70°



переваги	1. Попередньо підігріваються кромки, що забезпечує добре перемішування зварювальної ванни. 2. Кращий зовнішній вигляд шва	1. Краще використовується теплота полум'я. 2. Вища якість шва. 3. Продуктивність вища на 20-25%. 4. Витрата газу нижча на 15-20%. 5. Зменшена кількість наплавленого металу і жолоблення.	<p>Зварник тримає у правій руці пальник, а в лівій присадний дріт. Полум'я спрямоване так, щоб кромки знаходилися у відновній зоні полум'я на відстані 2-6 мм від кінця ядра. Кінець присадного дроту повинен знаходитись у відновній зоні або бути зануреним у ванну.</p> <p>Колівальні рухи пальника забезпечують одержання шва потрібної ширини і прогрівання кромки основного металу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 – для тонких листів;</li> <li>2-3 – для листів середньої товщини;</li> <li>4 – не рекомендується;</li> </ul> <p>Кутом нахилу пальника регулюють швидкість нагрівання металу. Чим більший кут нахилу, тим більше тепла передаватиметься від полум'я металу, тим швидше він нагріватиметься і тим більше проплавлення металу (провар). Із збільшенням товщини і теплопровідності металу збільшується кут нахилу пальника. Спочатку зварювання кут нахилу майже 90°, а в процесі зварювання його зменшують відповідно до товщини металу.</p> <p>Присадний дріт розміщують під кутом 45° в бік, протилежний нахилу мундштука.</p>
----------	--	---	--

Особливості виконання різних швів			
класифікаційна ознака	вид шва	особливості техніки зварювання	
розміщення в просторі	вертикальний	Використовується переважно для тонколистового металу (до 4-5мм). Зварювання виконується знизу вгору лівим способом з наданням пальнику такого нахилу і переміщення, щоб розплавлений метал не зміг стікати, і дуттям полум'я підтримувати в зазорі ванночку металу. Зварювання зверху вниз вимагає високої кваліфікації зварника.	
	нижній	Зварювання виконується як правим так і лівим способом в залежності від товщини металу.	
	стельовий	Найважчий по виконанню. Зварювання ведуть правим способом в декілька шарів з мінімальною товщиною кожного шару. Присадний дріт тримають полого, щоб запобігти стіканню по ньому рідкого металу.	
розміщення з'єднувальних	стиковий	<p>Метал товщиною від 1 до 5 мм зварюють без скосу кромки з зазором між кромками 0,5-2 мм.</p> <p>Метал товщиною 5-10 мм зварюють зі скосом кромки однієї сторони під кутом 45° і зазором між кромками 1,5-3 мм.</p> <p>Метал товщиною більше 10 мм зварюють з двостороннім скосом кромки під кутом 35-45° і зазором 2-4 мм.</p>	

	кутовий	Зазор між кромками встановлюється 1-2 мм. При товщині металу більше 6 мм виконується одно- або двосторонній скіс кромки під кутом 50-60°.	
	внапуск	Використовується тільки у випадках крайньої необхідності (за виключенням свинцю), із-за жолоблення листів.	
	Зварювання окислювальним полум'ям	Застосовують для маловуглецевої сталі, $O : C H = 1,4$ потужність полум'я 200 дм/год на 1 мм товщини. Для розкислення оксидів заліза використовують зварювальний дріт Св-12ГС, Св-0,8Г, Св-08Г2С. Діаметр присадки 6-8 мм, зварювання ведуть правим способом. Продуктивність вища на 10-15%.	
	Багатошарове зварювання	Переваги: менша зона нагрівання металу, можливість проковування швів перед накладанням наступних. Виконують короткими ділянками, стики валиків не повинні співпадати.	

### ТЕМА 5

#### Умови кисневого різання

Умови різання окисленням	Приклади	Не піддаються
1. Температура загорання металу повинна бути нижча, ніж температура його плавлення.	Залізо і вуглецеві сплави (сталі) Т. гор. = 1050-1350 °С Т. пл. = 1539° С	Алюміній і його сплави Т. гор. = 900° С Т. пл. = 660° С
2. Температура плавлення оксидів і шлаків повинна бути нижча температури плавлення металу	Т. гор. = 1350 °С Т. пл. = 1400° С	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 2050° С C <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 2270° С Na <sub>2</sub> O = 1985° С Cu O = 1230° С
3. Метали повинні мати невелику теплопровідність	Залізо, сталь	мідь алюміній } <i>сплави</i>

#### Розрізаємість сталі

Група	Вміст вуглецю	Марки сталі	Умови різання
I Добре	Вуглецеві до 0.3 низькоколігвані до 0.2	10-25, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, 15Г, 20Г, 10Г2, 15М, 15НМ	Ріжуться добре в будь яких умовах і не потребують термообробки
II Задовільно	вуглецеві 0.3-0.4 леговані 0.2-0.3	30, 35, 30Г, 35Г, 40Г, 15Х, 20Х6, 20ХФ	Ріжуться з обмеженнями: температура – не нижче -5°С, при товщині більше 100 мм – підігрівання до 120 °С
III Обмежено	вуглецева 0.4-0.5 легована 0.3-0.4	50-70. 50Г-70Г, 12М, 35ХМ, 18Х1М, 20ХГС	Схильні до загартовування і утворення тріщин. Необхідне підігрівання до 200-300°С
IV Погано	вуглецева < 0.5 легована < 0.4	25ХГС-50ХГС, 33ХС-40ХС, 40Х, 50ХГА	Підігрівання до 300 – 400° С

#### Показники режиму різання

1. Тиск ріжучого кисню – залежить від товщини розрізаемого листа, розміром ріжучого сопла і чистоти кисню. При збільшенні тиску кисню збільшується його витрати.

Товщина металу, мм	5-20	20-40	40-60	60-100
Тиск кисню, МПа	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.7	0.7-0.9

2. Швидкість різання – повинна відповідати швидкості горіння металу. Мала швидкість приводить до оплавлення розрізаємих кромки, а велика – до появи не прорізаних до кінця ділянок різку. Швидкість різання залежить від :
- від чистоти кисню
  - від ступені механізації процесу (ручне чи машинне);
  - від форми лінії різку (прямолінійне чи фігурне);
  - від якості поверхні різку (заготовча чи чистова);
  - від властивостей металу.

Швидкість різання можна визначити по характеру викиду шкали з лінії різку.

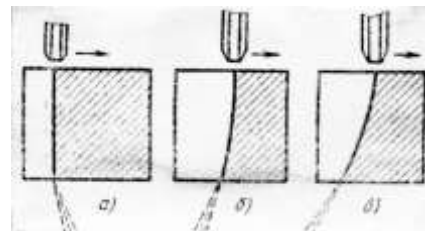
Якщо швидкість мала, то спостерігається відхилення пучка іскор по напрямку різку (мал. а).

При завищеній швидкості різання відхилення іскор відбуваються в сторону, протилежну напрямку різання. Швидкість вважається нормальною, якщо пучок іскор буде виходити майже паралельно кисневому струменю.

### 3. Потужність підігрівуючого полум'я.

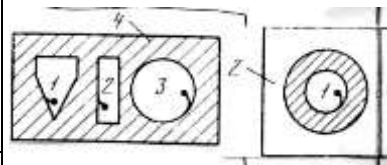
Характеризується витратою горючого газу за одиницю часу і залежить від товщини розрізаємого металу.

Для різання металу до 300мм використовують нормальне полум'я. При більших товщинах - науглецьовувальне.

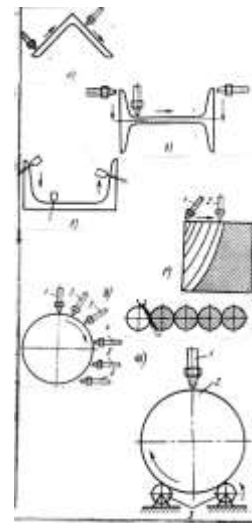
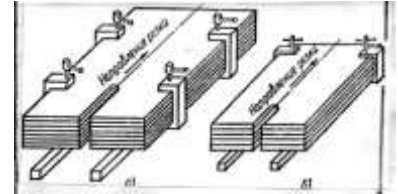


## ТЕХНІКА КИСНЕВОГО РІЗАННЯ

Етапи роботи	Порядок операцій
Підготовка до різання	<ol style="list-style-type: none"> <li>Листи вкладають на підкладки так, щоб забезпечити видалення шкалів з зони різку. Зазор – не менше 100-150мм.</li> <li>Поверхню металу очищають, розмічають.</li> <li>Встановлюють необхідний тиск на редукторах, підбирають номери мундштуків, перевіряють полум'я мундштука.</li> </ol>
Процес різання	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нагрівають метал до температури загорання металу (3-10секунд).</li> <li>Пускають ріжучий кисень.</li> <li>Починають різ біля кромки виробу.</li> <li>При вирізання внутрішніх частин просвердлюють отвір, або пробивають його різком (при товщині до 10мм). Прийоми різання в середині контура виконують в послідовності 1,2,3,4.</li> <li>Різак спочатку розміщують перпендикулярно, а по мірі заглиблення в масу металу нахиляють вперед до напрямку руху.</li> </ol>
Різання сталі малих товщин	Супроводжується перегріванням, оплавленням кромки і жолобленням. Тому різання ведуть з максимальною швидкістю і мінімальною потужністю полум'я. Нахил мундштука 15-45° до поверхні різку; номери мундштуків: № 0-внутрішній, № 1-зовнішній.
Різання сталі середніх товщин 10-100мм	Не викликає утруднень. Виконується ручним і механізованими способами. Тиск кисню – 0.25-0.6 МПа.
Різання сталі великої товщини	Висота вільного простору 300-350мм. Полум'я з помітним надлишком ацетилену. Кращі результати дає воднево – кисневе полум'я. Тиск ріжучого кисню – до 2.5 МПа. Заготовки великих товщин (більше 300мм) розрізають спеціальними різками при



(до 300мм і більше).	низькому тиску кисню (0.05-0.3МПа). Мундштуки мають збільшені прохідні перерізи для ріжучого кисню без розширення на виході. На початку різак встановлюють з невеликим нахилом (2-3). Швидкість переміщення різака повинна бути достатньою для прогрівання нижніх шарів металу. В кінці різання необхідно нахилити різак в сторону, протилежну напрямку його руху.
Пакетне різання	Використовують для заготовки великої кількості однакових деталей. Листи складають в пакет, стягують струбцинами або затискними пристроями і розрізають за один прохід різака. Товщина листа - 4-6мм, пакету – 100мм. Рекомендується низький тиск кисню. Різ починається з нижньої кромки, потім різак піднімають по торцю пакета і коли він дійде до верхньої кромки, починають вести його по лінії різі. Напливи, що утворюються на нижній кромці, зрубують зубилом.
Швидкісне різання	Струмінь різального кисню напрямлений до поверхні металу під кутом 30-60°. В цьому випадку повніше використовується кисень, що дає можливість значно підвищити швидкість переміщення різака. Із мундштука витікає 3 струмені кисню: центральний – різальний і два бічні – що зачищають. Спосіб дозволяє різати сталь товщиною 3-50мм. Різання виконується на переносних різальних машинах.
Різання профільного металу	Кутник (а) – прорізають одну полицку, розвертають, встановлюють різак перпендикулярно другій. Двотаврова балка (б) – в місцях потовщення металу швидкість різання знижують, щоб повністю прорізати метал. Швелер (в) – різак можна розміщувати як на внутрішній так і на зовнішній стороні. Квадратна сталь(г) – починають різати з кута. Щоб прорізати нижній кут, різак нахиляють на 5-10° в сторону, протилежну напрямку різання. Круглі заготовки (д) – підвищити продуктивність можна за рахунок беззупинного процесу. В місцях переходу на послідуочу ділянку – пруток треба нахилити різак в сторону, зворотню напрямку різання. Труби (е) – рекомендовано використання роликів стэндів: 1-різак, 2-труба, 3-опорні ролики.



### Якість кисневого різання

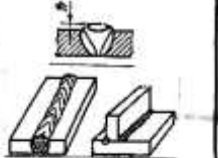
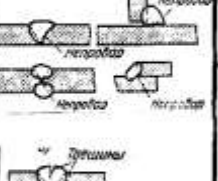
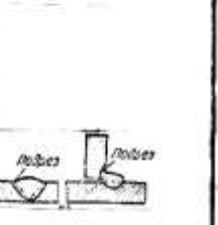
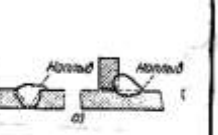

Точність різі	Якість поверхні різі
Відхилення лінії різі від заданого контуру залежить від типу управління машиною, довжини, стану поверхні листа, товщини, форми заготовки, кваліфікації зварника.	Характеризується не перпендикулярністю і шорсткістю поверхні різі; рівномірністю ширини різі по всій товщині листа; наявністю гранту і підплавлення відповідно на нижній і верхній кромці. Не перпендикулярність утворюється при зміні кута нахилу різака до поверхні листа, а також від розширення ріжучого струменя кисню. Шорсткість визначається кількістю і глибиною борозен, що залишає струмінь ріжучого кисню. Причина – запізнення горіння металу в нижніх

шарах в наслідок забруднення кисню, розширення струменя кисню.

## ТЕМА 6

### ДЕФЕКТИ ЗВАРНИХ ШВІВ

Дефектами зварних швів називають відхилення від норм, передбачених ГОСТами і технічними вимогами на зварні з'єднання. Вони зменшують міцність зварних швів і можуть привести до руйнування зварних з'єднань.

дефект	причини виникнення	спосіб усунення	
<b>ЗОВНІШНІ ДЕФЕКТИ</b>			
<b>відхилен-ня швів за-даних роз-мірів</b>	1. Неправильна підготовка кромки. 2. Невірне переміщення пальника і присадного дроту. 3. Невідповідність розмірів стику і дроту	Вирубати або виплавити зварний шов. Виконати у відповідності з вимог.	
<b>непровар</b>	1. Не сплавлення основного металу з металом шва із-за недостатньої потужності полум'я, неповного прогрівання кромки або невірної її розробки. 2. Малий зазор. 3. Погано зачищені кромки.	Вирубати дефект-не місце і заварити	
<b>тріщини (подовжені, поперечні; гарячі, холодні; в металі шва або в ЗТВ)</b>	1. Порушення режимів зварювання і охолодження. 2. Непридатність присадного дроту по хімічному складу. 3. Жорстке закріплення деталей.	Вирубати наплавлений метал на всю довжину тріщини. Засвердлити кінці тріщини. Заварити знову, виконуючи вимоги технології.	
<b>підріз</b>	1. Надлишкове розплавлення кромки і недостатня кількість наплавленого металу. 2. Підвищена потужність полум'я і занижений діаметр присадки.	Усунути дефект підваркою	
<b>напливи</b>	1. Невірний режим і техніка зварювання, швидке розплавлення присадного металу при недостатньому нагріванні і розплавленні верхньої кромки основного металу. 2. Неправильне маніпулювання пальником.	Вирубати напливи і місце непровару підварити	
<b>ВНУТРІШНІ ДЕФЕКТИ</b>			
<b>газові пори</b>	1. Наявність забруднень на кромках металу. 2. Невідповідність хімічного складу основного і присадного металу.	Розварити шов і заварити знову	
<b>шлакові включення і оксиди</b>	1. Використання окислювального полум'я. 2. Погана зачистка кромки і присадного металу. 3. Надлишок флюсу.	Виплавити дефект-не місце, заварити знову. Допускається 5-6 шт. на 1 см <sup>2</sup> шва.	

## 3 розряд

### Зварюваність сталі

Якісне утворення зварного з'єднання визначається властивостями зварюваних металів, їх хімічним складом, вибором електродного й присаджувального металу, режимами зварювання, температурою нагрівання та ін. На зварюваність значно впливає хімічний склад сталі. Зварюваність сталі змінюється залежно від вмісту вуглецю та легуючих елементів. Вплив окремих елементів проявляється по-різному, особливо в поєднанні з вуглецем.



Основні ознаки, що характеризують зварюваність сталей, – схильність до утворення тріщин і механічні властивості зварного з'єднання, які визначаються за допомогою зварювання контрольних зразків.

Знаючи хімічний склад сталі, можна визначити її зварюваність за еквівалентним вмістом вуглецю, який визначають за формулою:

де цифри 20, 15 і 10 є постійними величинами, а символи кожного елемента означають максимальний вміст його в даній марці сталі у відсотках.

Одержаний за цією формулою еквівалентний вміст вуглецю вказує про зварюваність сталей, які умовно поділяються на чотири групи (див. підрозділ 4. 7) :

- добре зварювані сталі (Секв не більше 0, 25%) ;
- задовільно зварювані сталі (Секв = 0, 25-0, 35%) ;
- обмежено зварювані сталі (Секв= 0, 35-0, 45%) ;
- погано зварювані сталі (Секв більше 0, 45%).

Добра зварюваність низьковуглецевих сталей характеризується міцним зварним з'єднанням з основним металом без зниження пластичності в біляшовній зоні і без тріщин у металі шва.

Газове зварювання – зварювання плавленням, при якому кромки, що з'єднуються, нагрівають полум'ям газів, що спалюють на виході пальника для газового зварювання.

Газове зварювання відноситься до групи зварювання плавленням. Цей метод зварювання простий, не вимагає складного обладнання і джерела електричної енергії. До недоліків зварювання відносяться менша швидкість і велика зона нагрівання, ніж при дуговому зварюванні.

Для здійснення процесу зварювання можливе застосування різних горючих, відповідно чому можна розрізнити зварювання воднево-кисневе, бензино-кисневе тощо. Переважне значення має ацетилено-кисневе зварювання; інші види горючих мають обмежене застосування.

### **Зварювання сталі**

Зварювання **низьковуглецевих** сталей виконується без попереднього підігріву і наступної термообробки. При зварюванні низьковуглецевих сталей з верхньою межею вмісту вуглецю (0, 27%) можуть виникати кристалізаційні тріщини в кутових швах, однобічних швах з повним проваром кромки, першому шарі багат шарових стикових швів. У таких випадках використовують попередній підігрів до 100-150°C, особливо при виконанні перших шарів на товстому металі (більше 15 мм) і температурі повітря нижче мінус 5°C. Необхідність попереднього підігріву і можливої термообробки має визначитися у кожному конкретному випадку. У конструкцій з кутовими перервними швами всі види термообробки, крім гартування, призводять до зниження міцності й підвищення пластичності металу шва. Відпуск або відпал добре зварюваних сталей використовують як виключення для зняття внутрішніх напруг, уникнення жолоблення конструкції після зварювання та механічної обробки.

При товщині сталі понад 25 мм попередній підігрів обов'язковий у всіх випадках, незалежно від температури навколишнього середовища.

Зварювання сталі товщиною понад 20 мм виконують способами, що забезпечують зменшення швидкості охолодження: секціями, каскадом, гіркою.

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

Леговані сталі гірше проводять тепло ніж низько вуглецеві сталь, і тому більше коробляться при зварюванні.

Низьколеговані сталі (наприклад ХСНД) добре зварюються газовим зварюванням. При зварюванні застосовують нормальне полум'я і дрiт СВ-0.8, СВ-08А або СВ-10Г2

Хромонікелеві нержавіючі сталі зварюють нормальним полум'ям потужністю 75дм3 ацетилену на 1 мм товщини металу. Застосовують дрiт СВ-02Х10Н9, СВ-06-Х19Н9Т. При зварюванні жароміцної нержавіючої сталі, застосовують дрiт містить 21% нікелю 25% хрому. Для зварювання корозійностійкої сталі містить молібден 3%, 11% нікелю, 17% хрому.

### **Зварювання чавуну**

Чавун зварюють при виправленні дефектів виливків, а так само відновлення і ремонт деталей: заварці тріщин, раковин, при варінні відкололися, і пр.

Зварювальне полум'я повинне бути нормальним або насичуватися вуглецем, так як окисне викликає місцеве вигорання кремнію, і в металі шва утворюються зерна білого чавуну.

### **Зварювання міді**

Мідь має високу теплопровідність, тому при її зварюванні до місця розплавлення металу доводиться проводити велику кількість тепла, ніж при зварюванні сталі.

Однією з властивостей міді утрудняє зварювання, є її підвищена плинність у розплавленому стані. Тому при зварюванні міді не залишають зазору між кромками. У якості присадочного металу використовують дріт з чистої міді. Для розкислення міді і видалення шлаку застосовують флюси.

#### **Зварювання латуні.**

Газове зварювання широко використовують для зварювання латуні, яка важче піддається зварці електричною дугою. Основне утруднення при зварюванні полягає в значному випаровуванні з латуні цинку, яке починається при 900С. Якщо латунь перегріти, то внаслідок випаровування цинку, шов вийде пористим. При газовому зварюванні може випаруватися до 25% міститься в латуні цинку.

Для зменшення випару цинку зварювання латуні ведуть полум'я з надлишком кисню до 30-40%. У якості присадочного металу використовують латунну дріт. Як флюси застосовують прокалену буру або газоподібний флюс БМ-1

#### **Зварювання бронзи**

Газове зварювання бронзи застосовують при ремонті литих виробів із бронзи, наплавленні працюють на тертя поверхонь деталей шаром антифрикційних бронзових сплавів та ін.

Зварювальне полум'я повинне мати відновлювальний характер, тому що при окисному полум'ї збільшуються вигорання з бронзи олова, кремнію, алюмінію. У якості присадочного матеріалу використовують прутки або дріт, близькі за складом до зварюваного металу. Для розкислення в присадні дріт вводять до 0,4% кремнію.

## **Тема 2.**

### **Киснево-флюсове 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, 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.

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. 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. 2).

**Табл. 1. Хімічний склад залізних порошків (ГОСТ 9849-80)**

Марки залізних порошків	Вміст елементів, %						
	залізо, не менше	вуглець не більше	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. 2. Флюси для різання

Різання	Склад флюсів, %						
	залізний порошок	алюмінієвий порошок	алюмінієво-магнієвий порошок	силікокальцій	феросиліцій	ферофосфор	кварцовий пісок
<i>Для корозієстійких сталей</i>							
	100	20-10	-	-	-	-	-
Роздільне	80-90	20-10	-	-	-	-	-
	-	-	60-80	-	40-20	-	-
Поверхневе	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							

Для киснево-флюсового різання використовують спеціалізовані установки, які складаються з флюсоживильника і різача. Існує три схеми установок:

**1. Із зовнішньою подачею флюсу** (рис. 1, а). Флюс з бака інjektується киснем і подається до різача зі спеціальною голівкою. Газофлюсова суміш, виходячи з отвору голівки, засмоктується 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. 1, б). залізний порошок, кварцовий пісок з бака флюсоживильника інjektується 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. 1, в). Флюс із суміші алюмінієво-магнієвого порошку з бака за допомогою шнекового пристрою подається до голівки різача, де захоплюється струменем ріжучого кисню.

### 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 різачи, 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 вдуеться в ріжучий струмінь кисню. Режими різання залізобетону наведені в табл. 3.

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. 3. Режими різання залізобетону

Параметри	Товщина матеріалу, мм				
	90	100	150	200	300
Швидкість різання, мм/хв	150	100	60	50	40
Витрати кисню, м <sup>3</sup> /год	10	10	15	35	60
Витрати флюсу, кг/год	20	22	24	30	42
Витрати пропан-бутану, м <sup>3</sup> /год	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Діаметр сопла, мм	4	4	5	6	8

### Різання кисневим списом

Суть різання полягає в пропалюванні отвору струменем кисню з допомогою списа (рис. 5).

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 дм<sup>3</sup> бетону йде

3,5-5 кг трубки і 2-3 м<sup>3</sup> кисню. Живлення списа киснем виконують від 5- або 10-балонної рампі 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 обертний і зворотно-поступальний рухи.

### Тема 3.

Поверхнева кисневе різання застосовується, наприклад, для грубої строжки і обточування. При строжке різак здійснює поступальні прямолінійні рухи, в результаті яких з поверхні вирізується канавкаокруглої форми. Зняття шару з поверхні металу може вироблятися як за кілька проходів одного різака, так і за один прохід декількох ризиків, укріплених в супорті механізованого пристрою. Глибина і ширина канавки можуть бути різні, в залежності відзастосовуваного режиму різання і нахилу різака до поверхні металу.

Поверхневакисневе різання може дати значний виробничий ефект у разі її правильного застосування, зокрема, натомість пневматичної вирубки.

Поверхнева кисневе різання використовується для зняття шару металу з поверхні оброблюваної деталіза допомогою ріжучої струменя кисню, спрямованої під кутом 10 - 30 до цієї поверхні.

Поверхнева кисневе різання відрізняється від розділового різання тим, що замість наскрізного розрізу на поверхні оброблюваного металу утворюється канавка. Профіль її залежить від форми і розмірів вихідного каналу для ріжучого кисню в мундштуці, а також режимів різання і розташування (кута нахилу) різака щодо листа. Сутність процесів розділової та поверхневої різання однакова. Джерелом нагріву металу є не тільки підігріває полум'я різака, але і розплавлений шлак, який, розтікаючись по поверхні аркуша вздовж лінії різі, підігріває нижележащие шари металу. Отже, при поверхневій різанні краще використовується теплота, що виділяється в результаті оксидуваннязаліза, ніж при розділової різанні.

Поверхнева кисневе різання відрізняється від розділового різання тим, що замість наскрізного розрізу на поверхні оброблюваного металу утворитьсяканавка. Профіль її залежить від форми і розмірів вихідного каналу для ріжучого кисню в мундштуці, а також режимів різання і розташування (кута нахилу) різака щодо листа. Сутність процесів розділової та поверхневої різання однакова. Джерелом нагрівуметалу є не тільки підігрівають полум'я різака, але і розплавлений шлак, який, розтікаючись по поверхні аркуша вздовж лінії різі, підігріває нижележащие шари металу. Отже, при поверхневій різанні краще використовується теплота, що виділяється в результатіоксидування заліза, ніж при розділової різанні.

Поверхнева кисневе різання може бути використана для зачистки дефектів на поверхні високолегованих сталей.

У цьому випадку слід використовувати киснево-флюсового різання в поєднанні з поверхневоюрізкою. Для цих цілей застосовують різакитипуРПА або інші з киснево-флюсового оснащенням і установкою типу УГПР.

Поверхнева кисневе різання є ефективним методом обробки сталі, який широко застосовується в промисловості та з кожним роком отримуєвсе більшого поширення, особливо на металургійних заводах при зачистці чорногового прокату.

Поверхнева кисневе різання знайшла велике поширення в металургійній промисловостідля видалення поверхневих дефектів литва, в зварювальному виробництві для вирізки дефектних ділянок швів і при виконанні ремонтних робіт. Процес поверхневої кисневого різання протікає стійко тільки в тому випадку, якщо напрямок переміщення різака збігається знапрямоком кисневої струменя. При рівномірному переміщенні різака в напрямку утворюваної канавки підігрівають полум'я може бути вимкнено.

Поверхнева кисневе різання технічно чистого заліза (типу АРМК) і маловуглецевих киплячих сталей із вмістом вуглецю до 0 1% утруднюється тим,що утворюється шлак, розплавляючи метал у крайок різі, міцно приварюється до них і може бути відокремлений лише з великими труднощами. Заходи боротьби з цим явищем в даний час в достатній мірі не розроблені. Для всіх інших сталей, включаючи високохромистого (прикиснево-флюсового різання) поверхнева кисневе різання протікає цілком успішно і дає високий економічний ефект.

Поверхнева кисневе різання технічно чистого заліза (типу АРМК) і маловуглецевих киплячих сталей із вмістом вуглецю до 0 1%утруднюється тим, що утворюється шлак, розплавляючи метал у крайок різі, міцно приварюється до них і може бути відокремлений лише з великими труднощами. Заходи боротьби з цим явищем в даний час в достатній мірі але розроблені. Для всіх інших сталей, включаючивисокохромистого (при киснево-флюсового різання) поверхнева кисневе різання протікає цілком успішно і дає високий економічний ефект.

Поверхневу кисневу різання застосовують тоді, коли потрібно зняти шар металу з оброблюваної

поверхні. Знімається метал згоряє та видаляється у формі рідкого шлаку. Режущая киснева струмін направляє під малим кутом до оброблюваної поверхні (зазвичай близько 10) і не прорізає металу наскрізь, а лише ковзає по його поверхні.

Поверхневу кисневу різку застосовують для зняття великої кількості металу або видалення поверхневих дефектів литва і прокату. Використовувані для цього спеціальні ручні або машинні різакі відрізняються збільшеним перетином каналів для виходу підігрівальні суміші та ріжучого кисню. Привиконанні поверхневої різання кут нахилу осі ріжучого мундштука по відношенню до оброблюваної поверхні виробу не перевищує 30; тому наскрізного пропалювання не відбувається, а утворюється лише канавка з плавними обрисами. Кількість видаляється при цьому металу може досягати до 4 - 4 5 кг /хв.

Поверхневої кисневої різкою називається процес зняття шару металу з поверхні оброблюваної деталі, виконуваний за допомогою кисневої струменя.

Поверхневої кисневої різкою називається процес зняття кисневої струменем шару металу. Незважаючи на зовнішню відмінність поверхонь і розділовій кисневого різання сутність цих способов одна і та ж.

Процес поверхневої кисневого різання, як і процес розділового різання, заснований на здатності заліза і залізовуглецевих сплавів, нагрітих до високої температури (порядку 1300 - 1400), горіти в струмені кисню.

Процеси поверхневої кисневого різання залежно від розташування і руху різакі щодо оброблюваної поверхні можна розділити на три основні групи: стругання, обточування і свердління.

Процес поверхневої кисневого різання відрізняється великою витратою ріжучого кисню, що досягає 80 м<sup>3</sup> /годину. У зв'язку з цим при живленні різакі киснем від трубопроводу звичайні балонні вентиля при їх використанні як постових на відгалуженнях трубопроводів мають незадовільну характеристику.

Процес поверхневої кисневого різання протікає стійко тільки в тому випадку, якщо напрямок переміщення різакі співпадає з напрямком кисневої струменя.

Процес поверхневої кисневого різання протікає тільки в тому випадку, якщо напрямок переміщення різакі співпадає з напрямком кисневої струменя. При рівномірному переміщенні різакі в напрям - лені утвореною канавки підігрівають полум'я може бути вимкнено.

При поверхневій кисневого різання зменшення чистоти кисню призводить до зменшення розмірів одержуваної канавки і погіршення її поверхні. Чисельна характеристика впливу чистоти кисню в цьому випадку вельми близька до наведеної вище для розділового різання.

При поверхневій кисневого різання практично все тепло реакції окислення металу концентрується на оброблюваної поверхні, тоді як при розділній різко значна частина тепла відразу ж віддається з розрізу відходять газами і шлаком.

При поверхневій кисневого різання зменшення чистоти кисню призводить до зменшення розмірів одержуваної канавки і погіршення її поверхні. Чисельна характеристика впливу чистоти кисню в цьому випадку вельми близька до наведеної вище для розділового різання.

## ПЕРЕЛІК ТЕМ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ

Професія: Електрогазоварник

Рівень кваліфікації: 2 розряд

Код модуля	Назва теми ( компетентності)	Кількість годин	
		всього	З них ЛПР
ЕГЗ 2.1.1	Підготовка робочого місця	4	
ЕГЗ 2.1.2	Охорона праці газозварників	2	
ЕГЗ 2.2.1	Будова та експлуатація газозварювального та газорізального обладнання	8	
ЕГЗ 2.3.1	Технологія газового зварювання простих деталей, вузлів та конструкцій з вуглецевих сталей в нижньому положенні шва	8	
ЕГЗ 2.3.2	Технологія ручного кисневого різання	8	
ЕГЗ 2.3.3	Дефекти зварних швів та їх усунення	2	
	Директорська контрольна робота	1	
	Підсумковий урок	1	
<b>Разом:</b>		<b>34</b>	

Рівень кваліфікації: 3 розряд

Код модуля	Назва теми ( компетентності)	Кількість годин	
		всього	З них ЛПР
ЕГЗ 3.1.1	Технологія газового зварювання та наплавлення вузлів, конструкцій та трубопроводів з сталей, чавуну та кольорових металів в нижньому та вертикальному положеннях шва	7	
ЕГЗ 3.2.1	Технологія кисневого різання вуглецевих, легованих сталей та кольорових металів та сплавів в усіх просторових положеннях	5	
ЕГЗ 3.3.1	Технологія поверхневого кисневого різання	3	
	Директорська контрольна робота	1	
	Підсумковий урок	1	
<b>Разом:</b>		<b>17</b>	

## ІНТЕРНЕТ-ПОСИЛАННЯ

Тема 1.

<http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/1585/1/M05839.pdf>  
<https://svyatik.org/ua/view.php?id=90>  
<https://svyatik.org/ua/view.php?id=50>  
<http://bibliograph.com.ua/svarka-rezka-metalla/12.htm>  
<https://uk.wikipedia.org/wiki/>  
[https://studopedia.com.ua/1\\_122318\\_obladnannya-dlya-gazovogo-zvaryuvannya.html](https://studopedia.com.ua/1_122318_obladnannya-dlya-gazovogo-zvaryuvannya.html)

Тема 2.

<https://studfiles.net/preview/5585132/page:3/>  
<http://oppb.com.ua/news/vymogy-bezpeky-do-vykonannya-gazozvaryvalnyh-ta-gazorizalnyh-robit>

Тема 3.

<https://ukrbukva.net/117093-Oborudovanie-dlya-gazovoij-svarki.html>  
[http://svweld.com.ua/ua/product/gazosvarochnoe\\_oborydovanie/](http://svweld.com.ua/ua/product/gazosvarochnoe_oborydovanie/)  
[https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00150583\\_0.html](https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00150583_0.html)  
[https://studopedia.com.ua/1\\_122318\\_obladnannya-dlya-gazovogo-zvaryuvannya.html](https://studopedia.com.ua/1_122318_obladnannya-dlya-gazovogo-zvaryuvannya.html)

Тема 4.

<https://svyatik.org/ua/view.php?id=25>  
[http://4exam.info/book\\_110\\_glava\\_43\\_3.7\\_Zvarjuvalne\\_polum'ja.html](http://4exam.info/book_110_glava_43_3.7_Zvarjuvalne_polum'ja.html)  
<http://bibliograph.com.ua/svarka-rezka-metalla/17.htm>  
<https://leksii.org/5-1325.html>  
<https://ukrbukva.net/page,5,31723-Tehnika-i-tehnologiya-gazovoij-svarki.html>

Тема 5.

<https://ukrbukva.net/page,5,31723-Tehnika-i-tehnologiya-gazovoij-svarki.html>  
<http://obrobka.pp.ua/1526-kisneve-rzannya.html>  
<http://poradum.com/remont/gazova-kisneva-rizannya-metalu-texnologiya-ta-obladnannya.html>  
<http://ua.textreferat.com/referat-1158-1.html>

Тема 6.

<https://studopedia.org/5-37517.html>

### 3-й розряд

Тема 1.

<http://studcon.org/gazove-zvaryuvannya-nyzkovuglecevoyi-stali?page=2>  
<http://www.ukrtechno.info/index.php?mod=text&uitxt=259>  
[https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635b2ad78b4c43a88521216c26\\_1.html](https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635b2ad78b4c43a88521216c26_1.html)

Тема 2.

<http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/1592/1/M05602.pdf>  
<http://uapatents.com/3-47138-sposib-kisnevo-flyusovogo-rizannya-metalu.html>  
[https://allref.com.ua/uk/skachaty/Rizannya\\_betonu\\_i\\_zalizobetonu](https://allref.com.ua/uk/skachaty/Rizannya_betonu_i_zalizobetonu)

Тема 3.

<http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=14732>  
<http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/1592/1/M05602.pdf>  
<http://jak.bono.odessa.ua/articles/poverhneve-kisneve-rizannja-1.php>