

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни “Термічне різання металів”
для студентів напряму підготовки 6.050504
“Зварювання” усіх форм навчання

2016

Конспект лекцій з дисципліни “Термічне різання металів” для студентів напряму підготовки 6.050504 “Зварювання” усіх форм навчання / Укл. О.Є. Капустян, С.П. Бережний. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 34 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, старш. викладач,
С.П. Бережний, канд. техн. наук, доцент.
Рецензент: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 8 від 1.06.2016

Затверджено
на засіданні НМК ІФФ
Протокол № 10 від 21.06.2016

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 КИСНЕВЕ РІЗАННЯ МЕТАЛІВ	4
1.1 Суть процесу	4
1.2 Робочі гази для газокисневого різання	5
1.3 Вплив типу сопел для подачі робочих газів на процес різання ..	5
1.4 Вплив домішок у сталі на процес різання і якість різу	7
1.5 Технологія кисневого різання	8
1.6 Особливості газового різання титанових сплавів	9
1.7 Поверхнєве кисневе різання металів (поверхнєве стругання) ..	10
1.8 Обладнання для кисневого різання	11
1.8.1 Універсальні різакі	11
1.8.2 Машини для кисневого різання	11
2 КИСНЕВО-ФЛЮСОВЕ РІЗАННЯ	21
2.1 Суть процесу киснево-флюсового різання	21
2.2 Апаратура для киснево-флюсового різання	21
2.3 Технологічні особливості киснево-флюсового різання матеріалів	22
2.3.1 Різання високолегованих сталей	22
2.3.2 Різання чавуну	23
2.3.3 Різання міді і її сплавів	23
2.3.4 Різання бетону	23
3 ГАЗОЕЛЕКТРИЧНЕ РІЗАННЯ МЕТАЛІВ	24
3.1 Суть і різновидності процесу газоелектричного різання	24
3.2 Плазмове різання металів	25
4 ПІДВОДНЕ РІЗАННЯ	29
5 РІЗКА ВИБУХОМ	30
5.1 Різка кумулятивним струменем	30
5.2 Різка ударними хвилями розрідження	32
ВИСНОВКИ	34
ЛІТЕРАТУРА	34

ВСТУП

Термічне різання базується на видаленні певних об'ємів матеріалу шляхом випалювання або виплавлення його концентрованим високотемпературним газовим потоком.

У порівнянні з іншими способами різання, які базуються на різноманітних методах механічної, анодно-механічної, електроіскрової обробки, чи використанні абразивного інструмента, термічні способи відзначаються більш широкими технологічними можливостями з точки зору форми і розміру різів, меншими енергозатратами і більшою продуктивністю.

Тому, не дивлячись на такі недоліки термічного різання, як наявність значної за розміром зони термічного впливу, а також відносно невисокої чистоти поверхні різів, різноманітні методи цього процесу знаходять широке застосування у всіх галузях промисловості.

Технологічні процеси термічного різання відзначаються високим рівнем механізації і автоматизації, який перевищує 70 % і є одним із самих високих у зварювальному виробництві.

Всі процеси термічного різання можна розділити на 3 різновиди: кисневі, газоелектричні, газолазерні і вибухові.

Найбільш розповсюдженими є кисневі, газоелектричні і способи різання, за допомогою яких ріжуть металеві матеріали широкого діапазона товщин. Газолазерні способи використовують для високоточного різання як металевих, так і неметалевих матеріалів (наприклад, тканин, шкіри) малої товщини. Через високу вартість технологічного обладнання вони знаходять обмежене використання.

1 КИСНЕВЕ РІЗАННЯ МЕТАЛІВ

1.1 Суть процесу

Кисневе різання - процес, що застосовують для зміни форми і розмірів деталей шляхом спалювання металу в струмені кисню. Окисли, що утворюються при цьому, разом з частками розплавленого металу видаляються із зони різання за допомогою кисню.

Щоб процес різання відбувався, необхідно, щоб температура

горіння металу $T_{гор}$ була нижчою за температуру його плавлення $T_{пл}$ і утворювались легкоплавкі рідкотекучі шлаки. Цим умовам відповідають вуглецеві і низьколеговані сталі, у яких $T_{гор} = 1250-1300^{\circ}C$.

Для початку горіння сталей вони повинні бути підігріті до $1300-1350^{\circ}C$.

Для цього можна використати джоулеве тепло, енергію дуги або газового полум'я. В подальшому процес продовжується за рахунок тепла, що виділяється при згорянні металу.

Найбільш розповсюдженим є газокисневий спосіб різання, в процесі якого для нагріву металу використовують газове полум'я. Цей спосіб ще називають "газовим" або просто "кисневим" способом різання. Електрокисневі способи різання є менш поширеними і будуть розглянуті в розділі "Газоелектричне різання".

1.2 Робочі гази для газокисневого різання

Основними робочими газами є кисень та ацетилен.

Гази замітники ацетилена потребують більшого часу на попередній підігрів до початку різання, але на швидкість і якість різання не впливає.

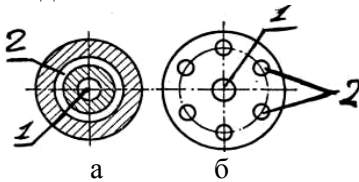
1.3 Вплив типу сопел для подачі робочих газів на процес різання

При газовому різанні підігрів металу здійснюється з використанням щілевидних і багатосоплових мундштуків (рис.1.1). Щілевидні - підплавляють кромку, але стійкі до зворотних ударів. Багатосоплові - більш схильні до зворотних ударів, але є більш економічні і не підплавляють кромку різі.

Для подачі ріжучого кисню використовують мундштуки з каналами циліндричної, ступінчастої форми або у вигляді сопла Лавалля (рис. 1.2).

Струмінь кисню, що виходить із циліндричних каналів має

конічну форму і невелику швидкість, що дозволяє використовувати такі сопла для різання металів товщиною не більше 300 мм. Сопла із ступінчастими каналами застосовують для різання до 450 мм. Сопла Лавалю, якщо тиск газу на вході дорівнює критичному, забезпечують на виході надзвукову швидкість струменю, що зберігає циліндричну форму на значній відстані. Такими соплами можна різати метал товщиною до 2000 мм.



1 - сопло для ріжучого кисню; 2- сопло для горючої суміші
а – шілевидний мундштук; б - багатосопловий мундштук
Рисунок 1.1 – Форма і розташування сопел.

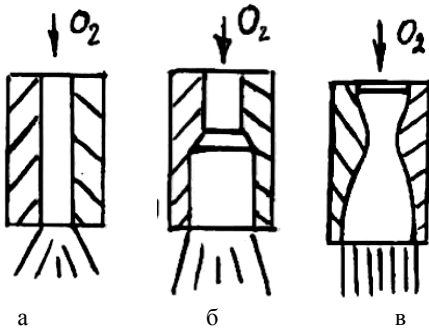


Рисунок 1.2 – Форма потоку кисневого струменю на виході з циліндричного (а), ступінчастого (б) і сопла Лавалю (в).

Діаметри каналів сопел впливають на ширину різку. Чим більша товщина металу, тим більша повинна бути ширина різку для забезпечення можливості швидкого видалення великої маси шлаку.

На інтенсивність процесу кисневого різання впливає також і чистота ріжучого кисню, яка має бути не менше 98,5 %. Зниження чистоти кисню на 1 % зменшує швидкість різання на 20 - 30 % і збільшує витрату газів на 25-35 %.

1.4 Вплив домішок у сталі на процес різання і якість різі

Наявність у сталі вуглецю до 0,4 % майже не впливає на процес різання. Більший вміст вуглецю погіршує процес різання, а при його вмісті більше 1,2 % різання стає неможливим. Це пояснюється з одного боку тим, що при збільшенні вмісту вуглецю в сталі збільшується кількість CO і CO₂ в зоні різання, що знижує чистоту кисню. З другого боку, з підвищенням вмісту вуглецю збільшується температура горіння. Коли температура $T_{гор} \geq T_{пл}$, то процес різання стає неможливим.

Крім цього вуглець сприяє утворенню структур гартування, що збільшує можливість утворення тріщин.

Марганець - до 4 % не впливає, більше 4 % - погіршує, при 14 % Mn - різання неможливе. Сприяє утворенню структур гартування.

Кремній - до 1 % не впливає, більше - погіршує, понад 3 % - процес різання припиняється.

Хром - погіршує процес різання і при вмісті 5 % різання неможливе.

Нікель - до 7 % не впливає, при вмісті 7-34 % - погіршує і коли Ni >34%, процес кисневого різання неможливий. Решта елементів мало впливає на процес різання в кількостях, в яких зустрічаються в сталях.

Сумарний вплив елементів на процес різання визначається еквівалентом вуглецю:

$$C_e = C + 0,16Mn + 0,3(Si + Mo) + 0,4Cr + 0,2V + 0,05(Ni + Cu)$$

В залежності від їх складу і здатності піддаватись процесу кисневого різання всі сталі можна розподілити на 4 групи:

1. Низьковуглецеві сталі з $C \leq 0,3 \%$, $C_e \leq 0,6 \%$ різуться добре і якість різі хороша.

2. Середньовуглецеві сталі з $C = 0,31-0,5 \%$ і $C_e = 0,61-0,8 \%$ різуться задовільно і для забезпечення хорошої якості різі необхідний підігрів деталі до $t = 150-200 \text{ } ^\circ\text{C}$.

3. Високівуглецеві сталі ($C = 0,51-0,8$; $C_e = 0,81-1,1 \%$) - різуться погано і вимагають загального підігріву до $t = 300-350 \text{ } ^\circ\text{C}$.

4. Інструментальні сталі ($C > 0,8 \%$; $C_e > 1,1 \%$) - різуться

погано з підігрівом до 450-600° С.

При різанні змінюється не тільки структура, а й вміст елементів біля поверхні різу. Вміст елементів, які більш активні по відношенню до кисню, біля поверхні знижується, а менш активних (Ni, Cu, Co) - збільшується. Зміни сягають глибини до 0,2-0,3 мм. Вміст вуглецю в нижній частині різу зменшується, а біля верхньої кромки - підвищується за рахунок науглецьовування продуктами згоряння вуглеводів підігрівуючого полум'я. Це може призвести до утворення структур гартування на поверхні різу навіть у маловуглецевих сталей.

1.5 Технологія кисневого різання

Основними параметрами режиму роздільного різання є:

- потужність підігрівуючого полум'я м³/год;
- тиск ріжучого кисню МПа;
- швидкість різання мм/год.

Потужність полум'я вибирається в залежності від товщини деталі δ :

δ , мм	<25	25-50	50-100	>100
V_{as} , м ³ /год	0,3-0,5	0,5-0,75	0,75-1	1-1,25

При різанні нахиленим мундштуком потужність полум'я збільшується.

Тиск ріжучого кисню при використанні циліндричних сопел залежить від δ : $\delta=20-200$ мм - $P_{O_2}=0,3 \div 1$ МПа

При $\delta < 20$ мм і >200 мм – доцільно різати розширюючимися соплами Лавалє при $P_{O_2} = P_{кр}$.

Максимальна можлива швидкість різання дорівнює:

$$W_{\text{рmax}} = 40000/(50+\delta)$$

Швидкість різання повинна відповідати швидкості окислення металу по товщині. Мала W_p - оплавлення кромки, велика W_p - відставання і непрорізи.

Фактична швидкість у порівнянні з $W_{\text{рmax}}$ зменшується на 10-20 % при заготівельному різанні, та на 35-40 % при чистовому різанні.

Перед різанням листи очищують і рихтують. Починати різання слід з краю листа. З середини листа - отвір пробивають нахиленим або рухомим різаком.

Тонкі листи в індивідуальному виробництві ріжуть нахиленим різак, в серійному - пакетним різанням (рис. 1.3). В процесі різання можливі значні деформації заготовок.

Для їх зменшення величина обрізі повинна бути мінімальна, різати деталі слід симетрично з обох кінців листа, проводити різання з непрорізами, закріпляти деталі при різанні, охолоджувати водою. Кращий метод боротьби з деформаціями - їх прогнозування і урахування при виготовленні копіїв.

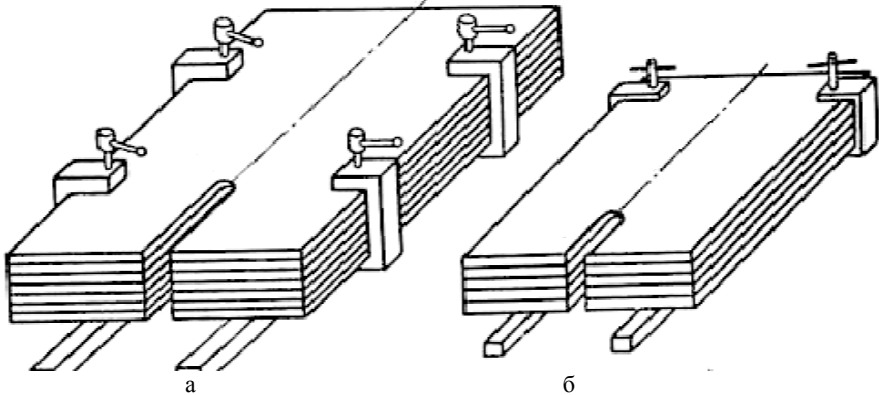


Рисунок 1.3 – Пакетне різання

1.6 Особливості газового різання титанових сплавів

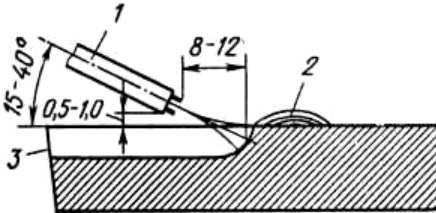
З точки зору здатності піддаватись різанню, титан повністю відповідає умовам газового різання. Має низьку температуру загоряння (1100°C) (при $t_{\text{пл}} = 1600^{\circ}\text{C}$), інтенсивно окислюється з виділенням великої кількості тепла (> 9 кДж/моль) і утворює рідкотекучі шлаки. Тому різання титану проходить з великою швидкістю (в 2-3 рази швидше сталі).

Враховуючи низький коефіцієнт теплопровідності титана використовують полум'я меншої потужності. Титан має малий коефіцієнт лінійного розширення, тому деформації - незначні.

Титан активно поглинає гази - O_2 , N_2 при $t > 450^\circ C$, поверхня різу на значну глибину (0,3 мм) насичується O_2 , N_2 і утворюється ЗТВ з мартенситоподібною фазою. Тому, поверхню різу обробляють абразивним інструментом на глибину не менше 0,3 мм, або фрезерують на глибину приблизно 1,5 мм. Починати процес різання необхідно на вивідних пластинах.

1.7 Поверхнєве кисневе різання металів (поверхнєве стругання)

При поверхневому різанні струмінь кисню направляють на поверхню металу під кутом $20-30^\circ$ (рис. 1.4). Механізм окислення - той же, що і при роздільному різанні. Однак в продуктах різання значно більше неокисленого заліза, так як ширина канавки значно більша діаметру кисневого струменю.



1- ріжуче сопло; 2 – шлак; 3 - канавка.

Рисунок 1.4 - Схема процесу поверхневого різання

Стійкий процес різання має місце, коли різак переміщують в напрямку подачі кисневого струменю. При переміщенні в інших напрямках процес швидко припиняється через слабе прогрівання поверхні деталі.

Форма канавки залежить від кута подачі струменю. Застосовують поверхнєве різання для видалення дефектних ділянок, часом - для U-подібної розробки кромки.

Різаки використовують із збільшеними діаметрами отворів для подачі горючої суміші.

Техніка різання - гріють різак, нахиленим під кутом $70-80^\circ$, а потім нахиляють під потрібним кутом і включають подачу кисню. Для прискорення процесу часом на поверхні деталі в зоні початку різання роблять зазубрини зубилом або подають маловуглецевий дріт.

1.8 Обладнання для кисневого різання

1.8.1 Універсальні різак

Різак класифікуються:

- за видом пального (ацетиленові, газові);
- згідно принципу дії (інжекторні, безінжекторні);
- за тиском кисню (високого, низького);
- за призначенням (універсальні, спеціальні)
- за способом використання (ручні, машинні).

Конструктивно різак відрізняється від зварювального пальника наявністю додаткового каналу зі своїм запорним вентилям і мунштуком для подачі чистого ріжучого кисню.

Різак комплектуються внутрішніми (для ріжучого кисню) і зовнішніми (для горючої суміші) мунштуками.

Для ацетилено-кисневого різання випускаються різак “Пламя”, “Факел”, “Маяк”, РГР-100А÷РГР-500А. Для роботи на газах - заміниках РУЗ-77, РЗР-77, РГР-100П; РГР-300П. Вони мають більші розміри каналів для горючої суміші.

Для роботи на рідкому паливі (газі) випускаються різак типу РК-100, РК-200.

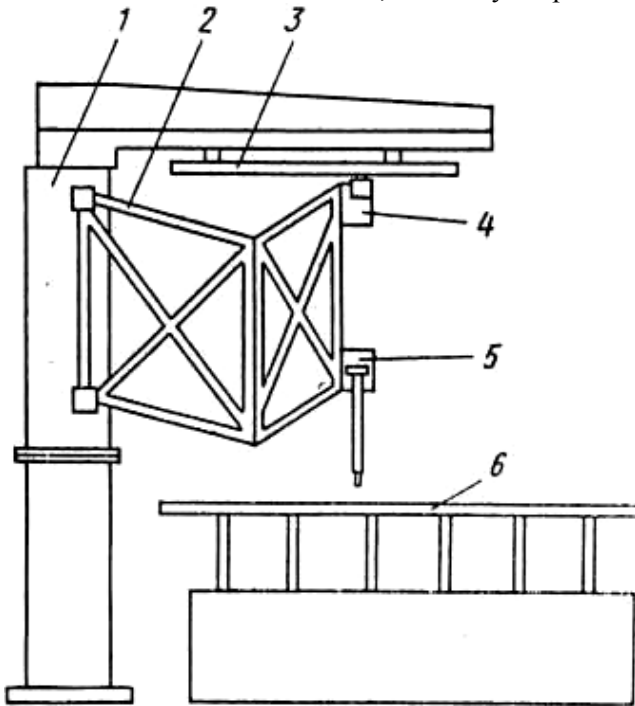
1.8.2 Машини для кисневого різання

Для механізованого різання використовують прямоствольні машинні різак, які встановлюють на різного типу газорізальних машинах.

Машини бувають стаціонарні і переносні. Стаціонарні машини мають різну конструктивну схему виконання: порталні, портално-консольні і шарнірні (рис. 1.5, 1.6, 1.7). В стаціонарних машинах використовують наступні способи копіювання: лінійний, магнітний, фотокопіювання і цифрове програмне управління.

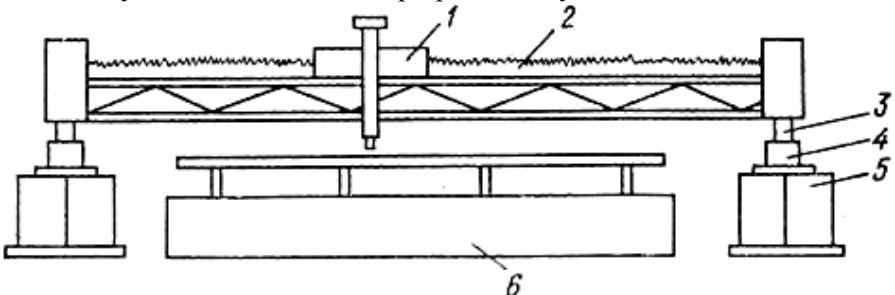
Лінійний спосіб копіювання здійснюється за допомогою механічної головки, яка рухається прямолінійно, або в потрібному напрямку по розмітці. Оператор повертає ведучий ролик в потрібному напрямку за допомогою штурвала. Механічна копіювальна головка

пов'язана з виконавчим механізмом, на якому закріплені різак.



1 - колона; 2 - шарнірна рама; 3 - копір; 4 - ведучий механізм; 5 - супорт з різак; 6 - заготівка.

Рисунок 1.5 - Машина шарнірного типу

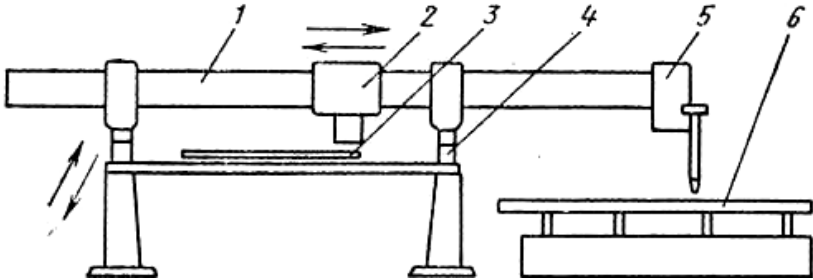


1 - каретка поперечного ходу; 2 - ходовий гвинт; 3 - ведучий ролик поздовжнього ходу; 4 - направляючий рельс; 5 - опора; 6 - стіл для розкрою.

Рисунок 1.6 - Машина портального типу

Магнітне копіювання здійснюється за допомогою електромагнітної головки, яка переміщує магнітний палець по

контур стального копіру. Співвісно з магнітним пальцем закріплений різак, який пересувається по тому ж контуру, що і вісь магнітного пальця.



1 – хобот; 2 – ведучий механізм; 3 – копір; 4 – направляючий рельс; 5 – супорт з різак; 6 – заготівка

Рисунок 1.7 – Машина портально-консольного типу з рухомим хоботом

Як правило копіри виготовляють з листової маловуглецевої сталі $\delta = 5-6$ мм.

При проектуванні копирів враховують спосіб обкочування пальця по контуру (по зовнішньому чи внутрішньому) і який контур деталі вирізають: зовнішній чи внутрішній. Розмір копіра визначають з урахуванням розмірів деталі, діаметра магнітного пальця і ширини різку.

Фотокопіювання здійснюється по кресленнях на прямокутно-координатних і паралелограмних машинах, укомплектованих фотокопіювальними і механічними головками, які пов'язані між собою кінематичними передачами. Фотоголовка автоматично дотримується лінії креслення, повертаючи механічну головку в потрібному напрямку. Механічна головка переміщує в потрібному напрямку всю систему з різакми.

Фотокопіювання здійснюється в масштабі 1:1; 2:1; 5:1; 10:1; 20:1. Недоліки масштабного копіювання - збільшення похибок креслень у відповідному масштабі.

Програмне управління здійснюється за допомогою ЕОМ. Технічними засобами здійснення програмного управління є програмоносії - магнітні диски.

Програмістом складається програма різання: контур деталі у виді відрізків, описаних математичними функціями. На кожному відрізку задається швидкість різання та інші параметри режиму.

Позитивною стороною програмного способу копіювання є висока точність різання і хороша якість розрізу. Недолік - складне обладнання.

Зараз випускається велика кількість різних типів стаціонарних машин для кисневого різання. Вони відрізняються шириною оброблюваних листів і числом різаків супортів.

Для розкрійних робіт випускаються машини: ПКЛ-2,5-1,6-10-У4, ПКЛ-3,5-1,6-10-У4, ПКЛ-5-1,6-10-У4 - (2 супорти); ПКЛ-8-1,6-12-У4 - (2 супорти).

Випускають також машини серії “Днепр”: “Днепр” 2,5-К2, “Днепр” 3,5-К2, “Днепр” 8-К2. Машини цієї серії мають дистанційне включення подачі газів, автоматичне запалювання і плаваючі супорти (автоматично витримується відстань до різаків).

Магнітний спосіб застосовується в машинах АСШ-70 і СГУ1-61. Машина АСШ-70 - шарнірного типу, укомплектована 3 різаків, вирізає деталі в межах розмірів 1х1 м, або 0,75х1,5 м. Машина СГУ-1-61 - консольного типу обробляє листи 2х6 м. Має 1 або 2 різаків.

Найбільш розповсюджені машини порталного типу з фотокопіювальними головками і дистанційно-масштабним способом копіювання. Вони мають пристрій для автоматичного виконання технологічних команд. Випускаються машини серії ПКФ 2,5-1,6-10У4, ПКФ 3,5-1,6-10У4 - (2 різаків), ПКФ5-1,6-10У4, ПКФ8-1,6-12У4 - (4 різаків).

Широке розповсюдження знайшли також машини цього типу серії “Юг”: (Юг-2,5К1, 6; Юг-5К4; Юг-8К4) з масштабом копіювання від 5:1 до 20:1 і машина “Одеса” порталного типу з фотокопіювальним дистанційним способом управління (2:1; 5:1; 10:1).

Портально-консольні і порталні машини. Такі машини використовують в стаціонарних умовах в промисловості. Маса цих машин від 900 до 4500 кг.

Технічна характеристика газорізальної машини «Комета-М»:

- діапазон товщини листів, що розрізають низьковуглецеві сталі:
 - 1) одним різаків 3-300 мм,
 - 2) двома різаків одночасно 3-100 мм;
- максимальна швидкість переміщення різаків 12000 мм / хв;
- точність відтворення контуру (ГОСТ5614-74) $\pm 0,35$ мм;

- напруга живлення трифазної мережі частотою 50 Гц - 380 В.

Горючі гази - природний газ, ацетилен, пропан-бутан

Тиск горючих газів 0,08-0,12 МПа

Машини термічного різання портального типу для фігурного розкрою листового металопрокату характеризують висока жорсткість і прецизійність механічних вузлів, використання сучасної системи ЧПУ і високоякісної технологічної оснастки. В основному всі машини розраховані на два методи різання: кисневий і плазмовий. Типова машина термічного різання «Комета-М» дозволяє виконувати оброблення крайок.

Машина «Інтертех» має двосторонній синхронізований привід порталу з передачею шестерня-рейка. При цьому ведені супорти фіксують до сталевій стрічки з двох сторін електромагнітами, що дає можливість виконувати дзеркальні різи. Є також термостійка система стабілізації становища різача над листом. Можна виконувати як кисневу (1-8 різаків з автоматичним підпалом і гасінням), так і плазмове різання (використовують плазмові апарати). Для нанесення маркування на вирізані деталі, розмітки ліній згину і отворів для свердління застосовують плазмовий розмітник ArcWriter. Управління здійснюють за допомогою ЧПУ й електроприводу.

Технічна характеристика машини термічного різання «Інтертех»:

- ширина листа, що розрізається 2500/3200/3600/6300/7600 мм;
- довжина листа, що розрізається стандартно 8000 мм;
- товщина металу, що розрізається (залежить від застосовуваної технології різання) 0,5-250 мм;
- вертикальний хід переміщення різача 250 мм;
- ЧПУ (трикоординатних) CNC 7000;
- швидкість 50-12000 мм / хв;
- точність позиціонування 0,35 мм;
- напруга живлення машини (50 Гц) 3х380 В.

Машина для кисневого та плазмового різання листової сталі «Кристал-МПЛК» (НПП «Кристал-Сервіс +») призначена для автоматизованого розкрою листового металу товщиною 2,5 м і довжиною 10 м (3,2х 16 м) з виконанням кисневої (з ацетиленом або

газами-замінниками) і плазмового різання. Кисневе різання із застосуванням ацетилену або газів замінників забезпечує розкрій вуглецевих і низьколегованих сталей товщиною від 5 до 100 мм (можлива поставка машини з різакми, що забезпечують різання листів товщиною до 200 мм). Плазмова різка дозволяє розкроювати листи з сталей (в тому числі і нержавіючих), міді, алюмінію і їх сплавів товщиною від 5 мм до 60 мм. Машина оснащена ЧПУ.

Технічна характеристика машини «Кристал МППЛК»:

- клас точності по ГОСТ 5614-74;
- граничні відхилення розмірів заданої окружності діаметром 500 мм по ГОСТ 5614-74 $\pm 0,35$ мм;
- швидкість переміщення каретки різака 0-0,067 м / с (4 м / хв);
- нерівномірність швидкості переміщення каретки різака $\pm 2,5$ %.

Товщина листів при автоматичному кисневому пробиванні і різанні 5-40 мм, при кисневого різання з кромки - до 100 мм, то ж при плазмовому різанні - відповідно 5-28 мм і до 60 мм.

Комбінована багатокареточна машина «Ритм ППЛКП» призначена для кисневого та плазмового різання деталей довільної форми з листового металопрокату. Система ЧПУ дозволяє вводити програми розкрою безпосередньо з клавіатури.

Технічна характеристика машини «Ритм ППЛКП»:

- Швидкість переміщення різака, м / хв:
 - 1) максимальна 12,5;
 - 2) мінімальна 0,07;
- Точність відтворення програми, мм 0,5;
- Діапазон товщини листа, що розрізається мм:
 - 1) при плазмовому різанні:
 - з пробивкою в точці 5-16;
 - з пробивкою в русі до 60;
 - з краю листа до 80;
 - 2) при мікроплазмовому різанні 1-16;
 - 3) при кисневому різанні 6-200;
- плазмоутворюючий газ - кисень, повітря;
- межа регулювання сили робочого струму ріжучої дуги 100-400 А;

- горючі гази - ацетилен, гази-замінники;
- кількість різаків, шт:
 - 1) плазових 1
 - 2) кисневих 2
- споживана потужність 15-105 кВА.

Машина оснащена пристроєм для захисту різача від поломок при наїздах на перешкоду.

Машина термічного різання «Альфа ПКП» призначена для кисневого різання сталевих листів, забезпечує підвищену точність і якість різу, високу продуктивність. Оснащена автоматичним управлінням режимом подачі кисню в процесі різання, системою ЧПУ і приводами.

Технічна характеристика машини «Альфа ПКП»:

- товщина листа, що розрізається 4-260 мм;
- кількість різаків 1-4 шт;
- швидкість переміщення різача 0,1-12 м / хв;
- напруга живильної мережі 380 В.

Машина термічного різання «Альфа ППлКП» призначена для кисневого та плазового різання сталевих листів, забезпечує підвищені точність і якість різу, високу продуктивність. Машина оснащена джерелами живлення дуги, пристроєм стабілізації висоти плазмотрона над поверхнею листа, щорозрізається системою автоматичного управління режимом подачі кисню в процесі різання, сучасних системами ЧПУ і приводами.

Технічна характеристика машини «Альфа ППлКП»:

- товщина листа, що розрізається мм:
 - 1) при кисневому різанні 4-200
 - 2) при плазовому різанні 1-60
- максимальна сила струму різання 400 А;
- швидкість переміщення різача 0,1-12 м / хв;
- напруга живильної мережі, В 380 (50 Гц);
- шарнірні машини для кисневого різання.

Ріжучий блок в цих машинах повертається на шарнірах навколо вертикальної осі і має двокоординатне переміщення в горизонтальній площині. Основне призначення шарнірних машин - фігурна вирізка деталей і заготовок великих розмірів за сталевим шаблоном. Товщина таких деталей може сягати 100 мм при швидкості різання до 1600 мм /

хв. Такі машини ефективні в індивідуальному виробництві.

Машини АСШ-В і АСШ («Вогник») забезпечують перший клас точності при роботі одним різакком. Маса цих машин становить не більше 390 кг. Машина АСШ 70М має три одночасно працюючих різакка і, відповідно, більшу продуктивність (швидкість переміщення різакка 100-1600 мм/хв). Діапазон товщин розрізання низьковуглецевої сталі 5-100 мм, точність відтворення контуру $\pm 0,5$ мм. Машину можна використовувати для вирізки готових деталей типу фланців, косинок, планок.

З програмним управлінням випускаються машини портального типу “Кристал 2,5”, “Кристал 3,5”. Довжина листів 10 і 16 м відповідно.

Переносні машини “Смена 2М”, “Мікрон-2” - для прямолінійного механізованого різання, а також виконання круглих різів по циркулю 2-ма різакками.

Машина “Спутник-3” для обрізування труб діаметром 194-1620 мм, $\delta=5-75$ мм. Машина рухається по поверхні труби за допомогою ланцюгового механізму. “Орбіта 2” - також для труб, але пересувається по гнучкому поясу. Має копіювальний пристрій, що дозволяє різати під кутом $1-6^\circ$ до осі труби.

Переносні машини для кисневого різання мають невеликі розміри і встановлюються на метал, що розрізається. Вони мають привід від електродвигуна, пружинного механізму або газової турбіни. Напрямок їх руху по лінії розрізу здійснюють від руки, по лінійці, циркулем або за шаблоном.

Створено переносні машини для кисневого різання листової низьковуглецевої сталі одним або двома різакками: «Спутник-3», «Орбіта-2», «Гугарк», «Веселка», «Веселка-М» Мікрон. Перші дві можуть різати метал товщиною 75 мм, «Гугарк» - до 100 мм. Основне призначення машин «Спутник-3», «Орбіта-2», «Гугарк» - різання труб.

Машини використовуються для розкрою листів, полос, вирізання фланців та простих деталей з прямолінійними, круговими та іншими контурами. Маса машин «Спутник-3», «Орбіта-2» — по 21 кг, «Гугарк» — 18 кг.

Найбільш дешевою і простою показала себе конструкція пристрою АДК-334, який використовується не тільки для газотермічного різання, але і для зварювання у монтажних та цехових

умовах. Пристрій призначено для переміщення у всіх просторових положеннях різаків, голівки для різання або зварювання чи наплавлення.

Направляючу рейку у пристрої машини виготовлено з необробленого прокатного кутника 50x50 мм або сталевій стрічки перерізом 68x6 мм. Її закріплюють на виробі за допомогою магнітів або прихвачених зварюванням круглих кронштейнів. Ходовий візок пристрою має три колеса, які мають глибоку V-подібну проточку, що дозволяє використовувати візок на прямих та кільцевих рейках.

Переносна газорізальна машина «ДОНМЕТ» 974 призначена для прямолінійного кисневого різання: листового прокату з низьковуглецевої сталі з можливістю підготовки крайок під зварювання за один прохід одним або двома різаків, а також вирізки смуг; відрізки ливникових прибутків сталевих виливків. Товщина металу, що розрізається 5-300 мм, швидкість різання 70-950 мм/хв.

Направляючу на магнітних стійках можна встановлювати як в горизонтальній, так і у вертикальній площинах. Як прямолінійна направляюча використаний необроблений куточок перетином 50x50 мм. У комплект додатково може входити різак РМ2 «ДОНМЕТ», РМ3 «ДОНМЕТ» або РМ «ДОНМЕТ» 350.

Переносна газорізальна машина «Смена-Ефект» призначена для кисневого та киснево-флюсового різання вуглецевих і легованих листових сталей. Товщина металу, що розрізається 3-400 мм.

Переносна газорізальна машина «Зміна-2М» (НЛП «Кристал Сервіс +», Миколаїв) призначена для кисневого різання листової сталі, може виконувати прямолінійні, кругові, контурні і похилі (під зварювання) різи, різання фасок і оброблення крайок під зварювання. Машина складається з ходової частини, різаків, пристосування для різання по колу і різання фасок, копіює пристосування.

Товщина вирізаних деталей 1,5-300 мм, кількість різаків ризиків «Ефект-М» 1-2 шт, довжина прямолінійного різаків 4000 мм, радіус різання по циркулю 150-1500 мм.

Різниці різаків, що входять в комплект машин для різання на ацетилені або газах-замінниках, полягає в прохідних перетинах деталей інжектора і конструкції мундштуків.

Газовий секатор PYROTOME F (фірма Air Liquide Welding, Франція) призначений для ручного фігурного високоякісного кисневого різання листового металу, простий в застосуванні і

надійний в роботі. Для застосування секатора необхідне джерело ріжучого газу і електроенергії.

Оператор за допомогою ручки направляє секатор уздовж лінії різі і здійснює різання. Його швидкість регулюється плавно з панелі управління секатора. За рахунок плавного переміщення ріжучої головки і однакової відстані між пальником і листом якість практично не відрізняється від машинного різання.

Товщина металу, що розрізається 8-150 мм, швидкість різі до 1 м / хв, вхідна напруга 220 В при частоті 50 Гц, вторинна напруга 42 В.

Технічна характеристика газорізальної машини «Зміна-2М»:

- товщина вирізаних деталей, мм 1,5-300;
- кількість різаків 1-2;
- довжина прямолінійного різі, мм 4000;
- радіус різання по циркулю, мм 150-1500.

Трактор PYROTOME SE (фірма Air Liquide Welding, Франція) призначений для автоматизованої прямолінійного високоякісного кисневого та плазмового різання листового металу, а також для зварювання. Трактор можна експлуатувати тільки всередині робочих приміщень, він дуже простий у застосуванні і надійний в роботі. Для застосування трактора необхідне джерело ріжучого газу або стисненого повітря, а також електроенергії.

Трактор автоматично переміщується по напрямній рейці і здійснює різання за якістю і зі швидкістю, порівнянної тільки з механізованою різкою. Швидкість різі регулюється плавно з панелі керування трактором.

Товщина металу, що розрізається 3-250 мм, швидкість різі до 1,25 м/хв, вхідна напруга 220/380 В при частоті 50 Гц, вторинна напруга 24 В, 160 ВА.

2 КИСНЕВО-ФЛЮСОВЕ РІЗАННЯ

2.1 Суть процесу киснево-флюсового різання

Для різання металів, що утворюють тугоплавкі окисли і густі шлаки, а також які не горять в кисні, в зону різання подають спеціальний порошок (флюс), який очищує зону різання від шлаку і підвищує температурний градієнт. Такий спосіб різання називають киснево-флюсовий. Його застосовують при різанні високолегованих сталей, чавуну, кольорових металів.

Основним компонентом флюсів для різання є залізний порошок. При його згорянні виділяється велика кількість тепла (1380 кДж/кг), що веде до підвищення температурного градієнту в зоні різання, розрідженню шлаків і їх легкому видаленню із зони різання.

Разом із залізним порошком у флюси вводять окиси заліза (окаліну), порошок алюмінію і феросплави.

Окалина потрібна для створення абразивної дії флюсу на поверхні різання. Однак загальна кількість кисню у складі флюсу не повинна перевищувати 6 %, так як при цьому істотно знижується ефективність процесу різання. Додавання до залізного порошку 10-15 % алюмінієвого порошку (АПВ) забезпечує отримання рідкотекучих шлаків з $t_{пл} < 1300^{\circ} \text{C}$ і підвищує термічний градієнт в зоні різання. Часом у порошок додають феросиліцій, силікокальцій, ферофосфор і інші феросплави.

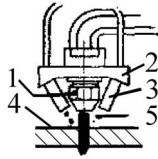
Грануляція порошоків 0,07-0,16 мм. При різанні залізобетону використовують флюси з більшою кількістю алюмінію (до 25 %) і більш дрібнозернисті, щоб виділялась значня кількість тепла.

2.2 Апаратура для киснево-флюсового різання

Установки для киснево-флюсового різання складаються з різача і флюсоживильника. За конструкцією флюсоживильники діляться на інжекторні, циклонні і з механічною подачею. Різачи тепер переважно мають зовнішню подачу флюсу (рис. 2.1).

Для киснево-флюсового різання металів випускають установки

УРХС-4, УРХС-5, УРХС-6.



1 – зовнішній мундштук; 2 – колодка; 3 – трубка для подачі порошку; 4 – заготівка; 5 – флюс

Рисунок 2.1 - Схема зовнішньої подачі флюсу в установках для киснево – флюсового різання.

Установка УРХС-4 має різак із зовнішньою подачею флюсу і флюсоживильник інжекторного типу на 20 кг флюсу, ріже товщини до 200 мм.

УРХС-5 - зовнішня подача флюсу і флюсоживильник циклонного типу на 20 кг.

УРХС-6 - з зовнішньою подачею флюсу і флюсоживильник циклонного типу на 35 кг. Ріже метали $\delta \leq 300$ мм.

Живлення від кисневої і ацетиленової рампи.

Установка УФР-5 - для різання залізобетону. Складається з флюсоживильника циклонного типу, з списодержака, ручного і машинного різаків, кисневої і повітряної рампи для подачі флюсу. Для механізованого різання-установка ПМР - 1000.

2.3 Технологічні особливості киснево-флюсового різання матеріалів

2.3.1 Різання високолегованих сталей

Високолеговані сталі мають низький коефіцієнт теплопровідності і високий коефіцієнт лінійного розширення.

Тому при різанні легованих сталей виникають великі внутрішні напруження. Це призводить до утворення значних деформацій і навіть утворення тріщин.

ЗТВ при киснево-флюсовому різанні має значні розміри (порівняно з кисневим). Перед різанням деталі очищують від бруду, мастил, флюс прожарюють.

Потужність підігрівачого полум'я при киснево-флюсовому різанні на 15-25 % вище, ніж при кисневому різанні таких же товщин.

Відстань від мундштука до поверхні деталі більша ніж при газовому різанні, щоб встигали нагріватись частинки флюсу.

Тиск кисню - як і при кисневому різанні. Витрату флюсу підбирають експериментально. Швидкість різання - як і при кисневому різанні.

2.3.2 Різання чавуну

Через великий вміст вуглецю чавун погано горить в кисні. Попадання залізного порошку на поверхню різу розбавляє вміст вуглецю в поверхневих шарах і поліпшує їх горіння.

Для розрідження шлаків в склад флюсу вводять ферофосфор і кварцовий пісок.

При різанні без підігріву утворюється відбілений шар.

Потужність підігрівуючого полум'я і тиск ріжучого кисню - як при різанні високолегованих сталей, а швидкість різання в 3 рази менша.

2.3.3 Різання міді і її сплавів

Для початку різання Cu необхідно підігріти до $t = 800-900^{\circ}\text{C}$. Листи невеликого розміру гріють із застосуванням загального підігріву. Потужність підігрівуючого полум'я в 5-6 разів більша, ніж для сталей. Мідні сплави можна гріти до більш низьких температур ($450-500^{\circ}\text{C}$). Швидкість різання - в 3 рази менша, ніж при різанні сталей. Флюс - з Al і ферофосфором.

2.3.4 Різання бетону

Киснево-флюсовим різанням можна різати залізобетон. Для цього використовують різак з зовнішньою подачею флюсу. Флюс - з підвищеною кількістю Al (15-20 %). Для забезпечення циліндричної

форми кисневого струменю використовують сопла з конічними звужуючими каналами ($\leq 6^\circ$). Для нормальної роботи звужуючого сопла необхідно, щоб тиск кисню був рівний 0,08-0,15 МПа, а циліндричний канал перед соплом повинен мати довжину > 500 мм для забезпечення стабільного ламінарного потоку.

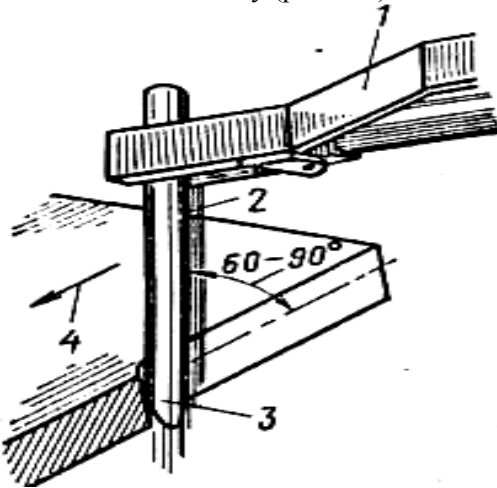
Швидкість струменю - невелика для найкращого прогрівання виробу згоряючим порошком. Потужність полум'я - як при різанні сталей.

Для пробивання отворів використовують киснево-порошковий спосіб. Кінець труби підігрівають до 1470°C і вмикають подачу суміші. При пробиванні отворів - трубу повертають.

3 ГАЗОЕЛЕКТРИЧНЕ РІЗАННЯ МЕТАЛІВ

3.1 Суть і різновидності процесу газоелектричного різання

Газоелектричне різання здійснюється шляхом виплавлення металу енергією електричної дуги і видування його із зони різі струменем стисненого газу (рис. 3.1).



1 – електрододержак; 2 – струмінь повітря; 3 – електрод; 4 – напрямок різання

Рисунок 3.1 - Роздільне повітряно – дугове різання.

Існують декілька різновидностей процесу газоелектричного

різання, які відрізняються принципом виконання, застосовуваними матеріалами і обладнанням, а також техніко-економічними показниками процесу.

Найбільше застосування знайшло повітряно-дугове різання. Здійснюється з використанням вугільних (графітових) електродів. Дуга горить на зворотній полярності між електродом і виробом, а уздовж електрода в зону різання подають стиснене повітря під тиском 0,4-0,6 МПа. Для здійснення цього різання використовують різакі РВД1, РВД4. Вони складаються з держака з затискачем для кріплення електроду, до якого по шлангу підведено стиснене повітря.

За джерело струму використовують будь-які зварювальні джерела постійного струму, які дозволяють довготривало споживати струм > 500 А.

Повітряно-дугове різання використовують для видалення дефектів литва, обрізання ливників, різання шихти, стругання поверхні деталей з високолегованих сталей і чавуну.

При електрокисневому різанні дуга горить між трубчатим електродом (діаметром 8 мм), по якому подають струмінь чистого кисню. Застосовують для пробивання отворів і різання деталей із різноманітних матеріалів.

Електроди - сталі, графітові або карборундові. Сталі електроди мають стабілізуюче покриття - внутрішнє або зовнішнє.

Найбільш поширеним є плазмове-дугове різання, яке відзначається більш високою продуктивністю і ефективністю у порівнянні з іншими способами різання. При цьому спосіб метал виплавляється стисненою плазмовою дугою і видається плазмовим струменем. Розглянемо більш детально цей спосіб різання.

3.2 Плазмове різання металів

Плазмове різання полягає в наскрізному проплавленні металу по лінії різання електричною дугою, стабілізованою суцільним потоком газу, що набуває властивості плазми при проходженні скрізь стиснений стовп дугового розряду.

В залежності від плазмоутворюючого газу і ступеня обтискання плазмової дуги, її температура по центру стовпа складає 14-50 тисяч

градусів.

Можливість різання металу різних товщин залежить від того, наскільки може бути розтягнута плазмова дуга. Останнє залежить від величини напруги на дузі, ступеню її обтискання і типу плазмоутворюючого газу. Чим вище напруга на дузі, тим більша напруженість електричного поля в плазмовому стовпі і тим більше буде обтиснутий і стабілізований стовп дуги, тим більша буде її проникаюча здатність і тим більшу товщину можна різати.

В залежності від конструкції плазмотрону, типу джерела живлення для різання застосовують наступні плазмоутворюючі гази: аргон, азот, водень і повітря.

Аргон - добре захищає електрод від руйнування, забезпечує легке загоряння дуги завдяки малій теплопровідності, добре захищає сопло від руйнування.

Однак напруженість поля дугового стовпа в аргоні - мала; енерговміст аргону при високих температурах низький, бо газ - одноатомний.

Крім цього через малу теплопровідність аргон погано проводить тепло від дугового стовпа до металу.

Враховуючи високу вартість аргону використання його самого в якості плазмоутворюючого газу є недоцільне.

Азот - має велику теплоємність (бо спочатку дисоціює на атоми, а потім іонізується) і досить хорошу теплопровідність, що забезпечує ефективну тепловіддачу від дуги до металу. Однак азот високої чистоти - дорогий, а технічний - руйнує електрод.

Водень - добре захищає електрод плазмотрону. Є кращим газом для перетворення електричної енергії в теплову і передачі її металу, що розрізається бо має велику ентальпію і високу теплопровідність.

Однак запалити дугу в чистому водні важко, і складні умови роботи сопел. Тому частіше водень використовують як добавку до аргону і азоту. Краща суміш – 75 % аргону + 25 % водню.

Повітря - ефективний енергоносіє, який за своїми характеристиками перевищує азот. Недолік - окислює електроди.

В залежності від виду плазмоутворюючого газу використовують різні типи електродів.

Для плазмотронів, що працюють з неокислювальними плазмоутворюючими газами, електроди виготовляють з вольфраму, який має дуже високу температуру плавлення (3620°C), кипіння

(5970° C) і високий коефіцієнт теплопровідності. Це робить його найбільш придатним для роботи при високих температурах.

З метою полегшення запалювання дуги (зниження роботи виходу електронів) вольфрамові електроди легують лантаном та ітрієм.

Для роботи в окислювальних плазмотворюючих середовищах (повітрі) використовують цирконієві або гафнієві електроди $t_{пл} = 2140^{\circ} \text{C}$, $t_{кип} = 4673^{\circ} \text{C}$.

Матеріали мають низький коефіцієнт теплопровідності (в 7 раз менше ніж W), тому електроди короткі інтенсивно охолоджуються (діаметр 2-3 мм, довжина 8-12 мм).

При роботі в окислювальних середовищах робоча поверхня електрода захищена плівкою оксидів і нітридів. Плівка електропровідна, що дозволяє підтримувати процес горіння дуги.

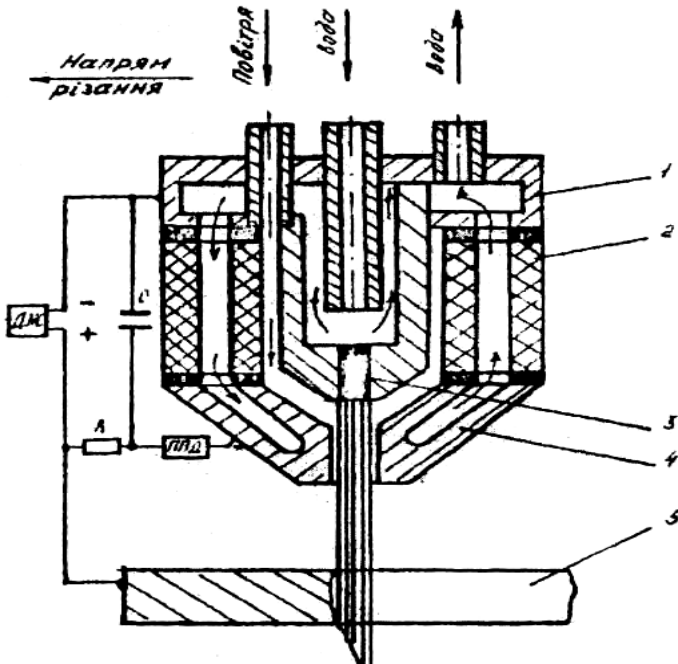
Процес різання здійснюється за допомогою різальних головок, підключених до джерела живлення (рис. 3.2).

Різальні головки (плазмотрони) представляють собою пристрій для збудження, формування і направлення ріжучої плазмової дуги. Головка складається з верхнього струмопідводу (катодного вузла), в якому закріплений електрод, і анодного вузла з формуючим соплом. Катодний і анодний вузли розділені ізолятором. Головка має газові і електричні комунікації, систему охолодження і пристрої для кріплення і регулювання електрода. Формуючі сопла і електрод повинні мати ідеальну центрівку. Сопла мають бути змінні і виготовлені з червоної міді, БрХ-08 або мідно-вольфрамових сплавів.

Конструкція головки передбачає тангенційну подачу плазмотворюючого газу, бо завихрення плазмового потоку краще стабілізує дугу і збільшує ресурс роботи сопел.

Для живлення плазмотронів використовують джерела постійного струму з крутопадаючою характеристикою і високою напругою холостого ходу ($> 160 \text{ В}$). Головка підключається до джерела живлення таким чином, що на електрод подають від'ємний потенціал, на сопло і виріб - позитивний. В установках застосовують переважно ступеневий спосіб запалювання ріжучої дуги. Спочатку за допомогою блоку підпалювання (осцилятора) збуджують допоміжну дугу між електродом і соплом, а коли факел допоміжної дуги торкається виробу, виникає ріжуча дуга, яка плавить метал.

Для плазмового різання металів випускається ряд установок, технічні дані яких наведені в табл. 3.1.



1 - катодний вузол; 2 - ізолятор; 3 - катод; 4 - формуюче сопло; 5 - виріб;

ДЖ - джерело живлення; R - баластний опір; ППД - пристрій підпалу дуги;

С - фільтр захисту джерела

Рисунок 3.2 - Схема підключення плазмотрона для повітряно-плазмового різання

Таблиця 3.1 - Технічні дані установок для плазмового різання

Назва	Технічні дані установки			
	Максимальна товщина деталі, мм	Робочий газ	Напруга U_{xx} , В	Потужність, кВт
Київ 1	5	повітря	190	8.5
Київ 2	15	повітря	150	8.5
Київ 8; Київ 4	60	повітря	180	54
УВІР-2001	80	повітря	200	87
ОПР-6-3М	250	N_2+H_2	340	160

З метою механізації процесу плазмового різання, для переміщення плазмотрона використовують тіж типи машин, що і для кисневого різання.

З метою поліпшення санітарно-гігієнічних умов є розробки по

здійсненню процесу плазмового різання під тонким шаром води. Ця технологія механізованого різання покращує екологічні умови та суттєво зменшує шум.

4 ПІДВОДНЕ РІЗАННЯ

Різнання під водою використовують при здійсненні аварійно-рятувальних, будівельних і суднопідйомних робіт.

Для підводних робіт застосовують електрокисневий і газовий спосіб різання. Електрокисневий є більш небезпечним з точки зору техніки безпеки через можливість ураження електричним струмом, особливо в морській воді.

Газовий спосіб різання здійснюють переважно різаками, що працюють на бензині, бо таку горючу речовину можна подати на значну глибину під великим тиском. Ацетилен при великих тисках може вибухнути, тому не використовується. Потужність підігрівачого полум'я при підводному різанні в 10-15 раз перевищує потужність полум'я для різання на повітрі. Горить полум'я під водою в газовому пухирі, що утворюється продуктами згоряння бензину, або шляхом подачі повітря навколо головки різача для відтиснення води. Підпалювання полум'я здійснюється електрозапалом, що підключений до батареї акумуляторів. Тиск в бензинових бачках створюється азотом. В різаках бензин розприскується в завихрювальних головках і при цьому випаровується.

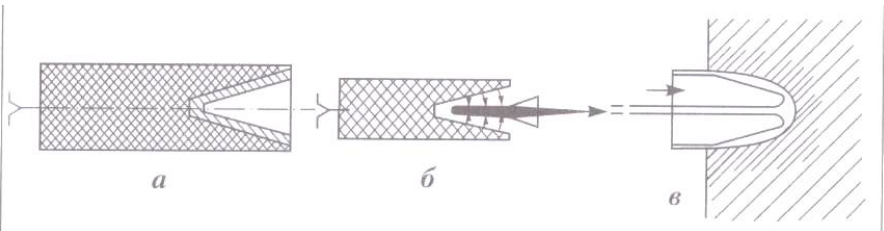
5 РІЗКА ВИБУХОМ

Розрізняють технології різання, засновані на вибуху в контакті з матеріалом (контактні) і засновані на роботі продуктів вибуху (різка на відстані).

5.1 Різка кумулятивним струменем

Один з основних методів різання вибухом матеріалів заснований на використанні явища освіти кумулятивних струменів. Схема кумулятивного заряду з конічною виїмкою і металевим облицюванням приведена на рис. 5.1 а. Схема формування металевого кумулятивного струменя - на рис. 5.1 б. При сходженні металу до осі заряду виникають величезні (до декількох десятків ГПа) тиску у вузькій зоні (явище кумуляції), розплавлений метал у виді тонкого струменя з великою швидкістю «вихлюпується» по осі заряду із зони вибухового впливу. При взаємодії цього струменя з перешкодою відбувається пробивання останньої на велику глибину. Схема пробивання перепони струменем показана на рис. 5.1 в.

Невеликі заряди такого типу використовують для пробивання отворів на великій глибині в трубах (перфорації) при видобутку нафти і газу (такі заряди називаються перфораторами). Кумулятивні заряди також використовують для руйнування великогабаритних залізобетонних масивів і кам'яних монолітів.



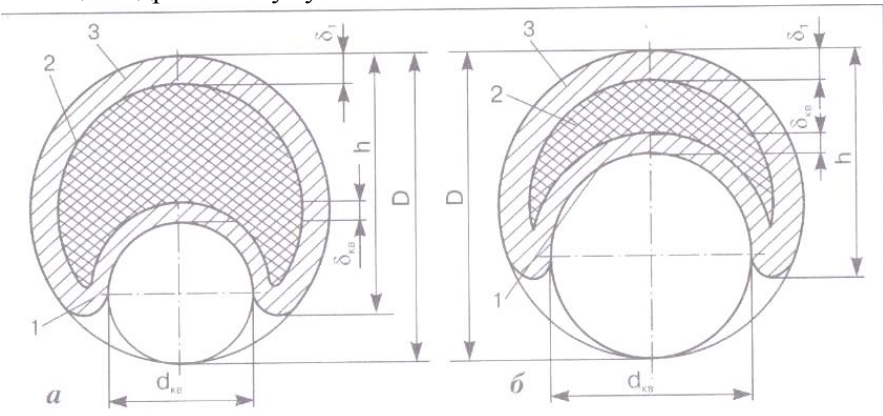
а - схема кумулятивного заряду з конічною виїмкою і металевим облицюванням цієї виїмки; б - схема формування кумулятивного струменя; в - схема пробиття перешкоди кумулятивної струменем

Рисунок 5.1 - Дія кумулятивного заряду

Якщо заряд зробити не осесиметричним, а подовженим в одному напрямку (такі заряди і отримали назву подовжених кумулятивних зарядів - ПКЗ), то утворюється у виді лека ножа кумулятивний струмінь дозволяє розрізати листи металу товщиною до 100 мм. Зазвичай такі ПКЗ виготовляють із застосуванням пластичних вибухових речовин (ВР), що дозволяє розташовувати заряди на будь-якій криволінійній поверхні.

Різання металів вибухом з використанням ПКЗ з успіхом використовують для оброблення техніки, що відслужила, великогабаритних об'єктів, мостів. Причому в останньому випадку ці операції можна проводити під водою. Дана технологія, як і інші види вибухової обробки, не вимагає дорогого устаткування, а вартість вибухових речовин відносно невелика. Різка за допомогою ПКЗ, коли плоский кумулятивний струмінь здатен робити довгі розрізи складної конфігурації в товстих плитах, виявляється набагато ефективніше кисневого різання.

Конструкції ПКЗ, розроблені в Інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона є профільованою мідною трубкою, наповнену ВР (гексогеном). На рис. 5.2, а показана схема такого заряду з напівциліндричною кумулятивною виїмкою.



1 - оболонка кумулятивної виїмки; 2 - бризантна ВР; 3 - оболонка заряду; h - висота кумулятивного заряду

Рисунок 5.2 - Конструктивні параметри ПКЗ з напівциліндричною (а) і серповидною (б) кумулятивною виїмкою

Мідна оболонка ПКЗ знаходить більш широке застосування завдяки високій пластичності і деформованості міді, а також її

порівняно великий щільності, в результаті чого такі системи характеризують висока ефективність і прийнятна вартість. Однак такі заряди мають один суттєвий недолік - їх не можна встановлювати в агресивних середовищах на конструкції з алюмінієвих сплавів при їх тривалому терміні експлуатації, так як між зарядом і алюмінієвої перепорою виникає гальванічна пара, що викликає корозію металу. Для її усунення розроблений типоряд ПКЗ в алюмінієвій оболонці, що отримали позначення АПКЗ.

Пробиття перепони відбувається, якщо тиск при зіткненні струменя з перешкодою буде приблизно перевищувати 20 ГПа. При однакових конструктивних параметрах УКЗ в мідній оболонці мають велику ефективність, ніж заряди в алюмінієвій, оскільки щільність міді в три рази більше щільності алюмінію. Шляхом зміни форми і параметрів кумулятивного заряду (діаметра заряду і кумулятивної виїмки, товщини її облицювання і шару ВР) вдається домогтися такої форми, при якій ефективність дії АПКЗ близька до ефективності стандартних ПКЗ в мідній оболонці. Наприклад, ПКЗ 6 в мідній оболонці стандартної форми з навішуванням ВВ 20,0 г / м забезпечує глибину різку по АМг6, рівну 12,0 мм, а ПКЗ 7 в алюмінієвій оболонці з навішуванням ВР 18,9 г / м - 11,5 мм.

Найбільш перспективне використання вибухових технологій в нафтовій і газовій промисловості для пробивання отворів у трубопроводах, цистернах та інших ємностях, а також при врізанні нових відводів в діючі трубопроводи (рис. 5.3).

5.2 Різка ударними хвилями розрідження

Для різання масивних сталевих конструкцій товщиною багато більше 100 мм застосовують метод, заснований на взаємодії так званих ударних хвиль розрідження (УХР) в залізі і сталі, з тиском, що перевищує тиск фазового переходу в залізі.

У ряді матеріалів, зокрема в залозі, при тиску приблизно 130 ГПа відбувається миттєва перебудова кристалічної решітки заліза з кубічної в гексагональну, що призводить до значної зміни щільності заліза. При знятті тиску у хвилі розрідження відбувається, відповідно, зворотний фазовий перехід. Це призводить до того, що утворюється

область стрибкоподібного зменшення тиску, тобто формується ударна хвиля розрідження.

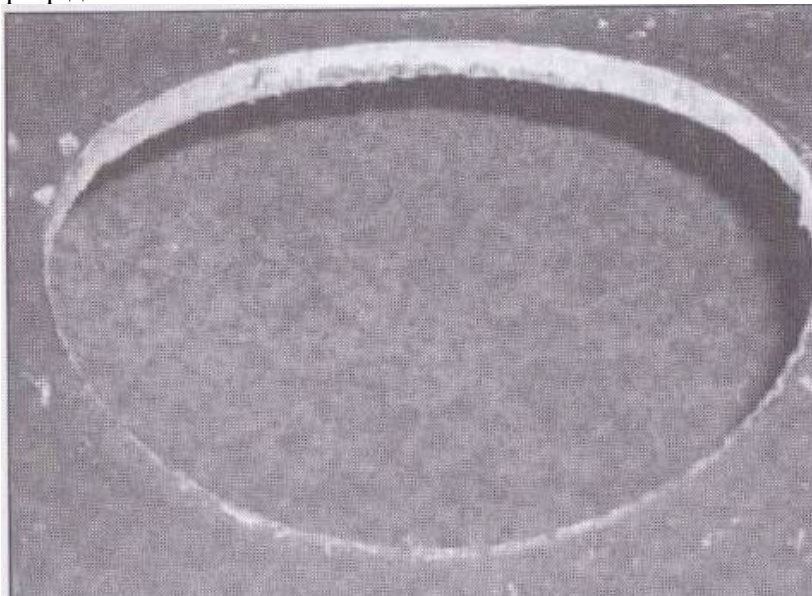


Рисунок 5.3 - Загальний вид вирізаного вибухом отвору на магістральному газопроводі

При цьому в дуже вузькій зоні шириною кілька мікрометрів виникають напруження розтягу, що значно перевищують міцність заліза і сталі. Відбувається руйнування сталевих конструкцій на дві частини з дуже рівними поверхнями руйнування. Такий метод практично не має обмежень по товщині металу.

ВИСНОВКИ

Вибір конкретного способу вирізання заготовок з різних матеріалів залежить в першу чергу від технічних можливостей кожного способу різання, наявного обладнання і техніко-економічних затрат на виконання процесу.

Обґрунтований вибір технологічного процесу різання і обладнання для його здійснення забезпечує досягнення поставленої мети з мінімальними економічними затратами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Быков В.В., Файзулина Г.С., Газовые резаки. - М: Машиностроение, 1974 - 65 с.
2. Соколов И.И. Газовая сварка и резка металлов. - М.: Высшая школа, 1986. - 303 с.