

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)  
кафедра інжинірингу машинобудівних технологій  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення трійника  
для водопровідних труб»

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МЗс-41  
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Суда О.П.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Барановський В.М.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Ткаченко І.Г.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Окіпний І.Б.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Ляшук О.Л.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
 (повна назва факультету)  
 Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій  
 (повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Завідувач кафедри  
 \_\_\_\_\_ доц. Окіпний І.Б.  
 (підпис) (прізвище та  
 ініціали)  
 «    » 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я  
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
 (назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»  
 (шифр і назва спеціальності)

студенту Суди Олександру Петровичу  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення трійника для водопровідних труб»

Керівник роботи Барановський Віктор Миколайович, д.т.н., професор  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» 01 2021\_ року № 4/7-36.

2. Термін подання студентом завершеної роботи . 15.06.2021

3. Вихідні дані до роботи 1. Базовий технологічний процес виготовлення зварного виробу.

2. Ескіз трійника для водопровідних труб.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Загально-технічна частина. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Креслення трійника для водопровідних труб, технологічний процес виготовлення трійника для водопровідних труб, креслення процесу ручного дугового зварювання.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	<i>к.т.н, доц. Окіпний І.Б.</i>		

7. Дата видачі завдання 25.01.2021.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічна частина.	Лютий	
2	Технологічна частина	Березень	
3	Конструкторська частина.	Квітень	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Травень	
5	Графічна частина	Червень	
6			

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Суда О.П.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Барановський В.М.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення трійника для водопровідних труб» на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 131 «Прикладна механіка».

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів пояснювальної записки, основний зміст якої виконано на 61 сторінці, списку використаних джерел з 19 джерел і 2 додатків. Робота має 18 рисунків, 2 таблиці та 5 аркушів графічного матеріалу.

Мета роботи: підвищення якості зварювання трійника для водопровідних труб шляхом застосування ручного дугового зварювання методом спирання кутового зварного шва.

Завдання роботи: удосконалити спосіб ручного дугового зварювання та розрахувати основні параметри та режими зварювання.

У роботі наведено обґрунтування вибору способу виготовлення трійника для водопровідних труб шляхом застосування удосконаленого способу ручного електродугового зварювання складових деталей трійника, або патрубків круглого діаметру.

Удосконалення ручного дугового зварювання полягає у застосуванні способу зварювання методом спирання кутового зварного шва.

У технологічній частині роботи описано базову та удосконалену технологію зварювання трійника для водопровідних труб, наведено загальну характеристику процесу та матеріалу для зварювання патрубків трійника для водопровідних труб і характеристику поста зварювання.

У конструкторській частині роботи описано вибір пристосувань для зварювання трійника для водопровідних труб, наведено розрахунок основних параметрів зварювання та технологічних параметрів виготовлення зварного виробу.

У розділі «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці» наведено заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА .....	6
1.1. Основні етапи розвитку процесу зварювання .....	6
1.2. Опис конструкції зварного виробу та технічні вимоги до нього .....	8
1.3. Висновки та постановка задач для виробництва трійника для водопровідних труб .....	12
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	13
2.1. Характеристика процесу та матеріалу для зварювання патрубків трійника для водопровідних труб .....	13
2.2. Опис підготовчих операцій для виготовлення трійника для водопровідних труб .....	16
2.3. Характеристика типу та організаційної форми поста зварювання .....	20
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	27
3.1. Вибір пристосування для проведення зварювання трійника для водопровідних труб .....	27
3.2. Розрахунок параметрів зварювання патрубків трійника для водопровідних труб .....	34
3.3. Розрахунок технологічних показників зварювання деталей трійника для водопровідних труб .....	37
3.4. Вибір методів і схеми контролю параметрів зварного виробу ..	44
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	47
4.1. Основні положення безпеки життєдіяльності та охорони праці ..	47
4.2. Заходи безпеки від дії електричного струму .....	48
4.3. Охорона праці при виконанні зварювальних робіт .....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	62
ДОДАТКИ .....	64

## ВСТУП

Зварювання є одним з провідних технологічних процесів як в області машинобудування, так і в будівельній індустрії.

Зварювання являє собою процес створення нероз'ємного з'єднання металевих деталей, найважливішу операцію складання деталей у вузли і цілі конструкції. Сьогодні в промисловості впроваджено понад 100 способів зварювання, з'являються нові способи, удосконалюються старі. Але перш ніж зварювання зайняла своє місце в сучасній техніці, вона пройшла довгий шлях.

Спосіб отримання нероз'ємних з'єднань деталей шляхом зварювання і пайки став відомий людям в далекій давнині. Історія не зберегла нам імен перших зварників. Про їх мистецтві ми можемо судити лише по розкопках археологів і гіпотезам вчених.

В єгипетських пірамідах були знайдені золоті вироби, які мали паяні оловом з'єднання, а при розкопках Помпеї виявлені свинцеві водопровідні труби з поздовжнім паяним швом.

Відомі способи та методи сучасного зварювання можна умовно поділити на дві основні групи: зварювання виробів тиском; зварювання виробів плавленням. До першої групи належать: контактне, газопресове та холодне зварювання виробів; зварювання виробів тертям або ультразвуком. До другої групи можна віднести газове, термічне, електродугове, електрошлакове, електронно-променево, лазерне зварювання виробів.

Виробництво зварних різнопланових конструкцій різного призначення та рівень автоматизації технологічних процесів зварювання досягло вагомо технічного удосконалення. Це дозволяє підвищити якість зварних виробів і значно здешевити виробництво зварних конструкцій. Також застосування зварювання сприяє підвищити технології машинобудування та подальшого розвитку передових технологій в галузях ракетобудування, атомної енергетика, радіоелектроніки тощо.

## 1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 1.1. Основні етапи розвитку процесу зварювання

Микола Миколайович Бенардос – один з найбільших російських винахідників другої половини XIX ст., творець електричного дугового зварювання. У 1890 р Н.Н. Бенардос видав каталог своїх винаходів (всього понад 120); транспорт, двигуни різних типів, військова справа, електротехніка, електрозварювання, побутова техніка, станки і механізми – ось напрямки техніки, в яких він працював. Найбільшим винаходом, котрі принесли Н.Н. Бенардосу світову популярність, було відкриття в 1882 р дугового електрозварювання металів, яку він назвав «Електрогефест», по імені давньогрецького бога вогню і ковальського мистецтва Гефеста. Суть відкриття залягає у застосуванні електричної дуги, що виникає між електродом з вугілля і оброблюваним виробом, для з'єднання і роз'єднання металів. «Електрогефест» був відразу підхоплений на заводах за все світу.

У Росії більшості новинок Бенардоса не знаходило застосування, багато його винаходу пройшли ні ким не поміченими на Батьківщині, але були привласнені та використані на Заході.

Але він невтомно продовжував працювати. Розробляючи нові типи акумуляторів, він отруївся свинцем, тяжко захворів. Бенардос помер, так і не дочекавшись визнання.

Тільки в роки Радянської влади дугова електрозварювання металів, винайдена Бенардосом, набула широкого поширення.

Життя і праця Н.Н. Бенардоса – приклад безкорисливого служіння науці і техніці.

Красень міст перекинувся через Дніпро в Києві. У всій цій 1150-метровій громаді немає жодної заклепки. Він суцільнозварний. У цій споруді – творінні Е.О. Патона, як би злилися воедино дві справи, яким він присвятив життя: мостобудування і зварювання.

Євген Оскарівич Патон – видатний радянський інженер і учений, академік, Герой Соціалістичної Праці. Він народився в сім'ї російського консула в Ніцці (Франція), закінчив політехнічний інститут в Дрездені (Німеччина). Але, повернувшись до Петербурга відомим інженером-будівельником, автором проекту Дрезденського вокзалу, Патон знову сів на студентську лаву, через рік склав усі іспити і, отримавши диплом інженера шляхів сполучення, став фахівцем зі спорудження залізничних мостів.

Він поклав початок радянській школі мостобудування і за видатні заслуги в цій області був обраний дійсним членом Академії наук УРСР. А на 60-му році життя змінив професію. «Бажання послужити справі п'ятирічок», говорив він, «після 35 років роботи по мостам штовхнуло мене взятися за нову тоді справу в країні – електрозварювання».

Він став організатором першого в світі Інституту електрозварювання в Києві, в якому розробив нові методи проектування, розрахунків і зведення зварних конструкцій. Швидше, дешевше, надійніше стали будуватися каркаси заводських цехів, цистерни і вагони, парові котли та суду, а в роки Другої світової війни – танки.

У віці 70 років він винайшов новий спосіб зварювання під шаром флюсу. І сьогодні тисячі кілометрів газопроводів зварюються знаменитим методом Патона.

Дивну творчу енергію зберігав учений все життя. У 80 років він керує проектуванням і будівництвом першого в країні суцільнозварного моста в Києві, названого його ім'ям.

Значного досконалості в давнину досягла ковальське зварювання. При ковальській зварюванні метал нагрівається до стану пластичності, а потім проковувати в місцях з'єднання. Цим досягається щільне прилягання з'єднуються шматків, утворюється зварне з'єднання.

Зварювання дозволило створити кольчугу – новий засіб захисту воїна, більш досконале, легке і зручне, ніж лати лицарів. У кольчугі, що складається з 10-20 тис. кілець, кільця були зварені.



Але швидкий розвиток зварювання почалося тільки в кінці XIX ст. У 1802 році професор В.В. Петров відкрив явище електричної дуги – один з видів електричного розряду в газовому середовищі. В.В. Петров рекомендував застосовувати електричну дугу як джерело тепла для миттєвого розплавлення металу.

Однак пройшло понад 80 років, перш ніж явище електричної дуги було практично використано. Наші співвітчизники М.М. Бенардос і Н.Г.Славянов першими застосували «дугу Петрова» для зварювання.

Інтенсивна розробка нових способів зварювання і їх впровадження в промисловість почалися пізніше – в середині XX ст. У цей час виникла необхідність поєднувати елементи конструкцій товщиною від кількох мікрометрів до кількох метрів з досить різноманітних матеріалів.

## **1.2. Опис конструкції зварного виробу та технічні вимоги до нього**

Щоб отримати міцне з'єднання твердих тіл, потрібно забезпечити взаємодію їх поверхневих атомів. Для цього їх необхідно зблизити настільки, щоб між ними могли виникнути міжатомні зв'язки, тобто на відстані близько атомних радіусів.

У рідинах таке зближення досягається порівняно легко за рахунок рухливості частинок, але зблизити настільки тверді тіла досить важче. Їх поверхні навіть після самої ретельної обробки мають нерівності – виступи і западини, розміри яких в порівнянні з розмірами атома величезні.

При з'єднанні поверхонь двох тіл їх фактичне зіткнення відбувається лише в окремих точках. Можливість зчеплення атомів дотичних поверхонь металів ускладнюється тим, що в звичайних умовах поверхні завжди вкриті плівками оксидів, адсорбованих газів, всіляких забруднень. Ці плівки, як броня, захищають поверхні металів від зіткнень.

Існуючі в даний час способи зварювання можна поділити на 2 основні групи.

До першої групи належать способи зварювання, при яких метали зварюються в твердому стані при спільній пластичній деформації, часто одночасно з додатковим нагріванням (зварювання тиском).

До другої групи належать способи, при яких метали в місці з'єднання розплавлюються (зварювання плавленням).

Сполучаються зварюванням метали, пластмаси або інші матеріали, як відомо, складаються з атомів, розміщених у певному порядку і скріплених між собою силами міжатомної взаємодії.

Поверхні кожної із з'єднаних частин мають вільні атомні зв'язку, здатні захоплювати атоми або молекули іншої частині. Якщо з'єднуються монокристали мають ідеально чисту і гладку поверхню, то, зблизивши їх на відстань діючих міжатомних сил, здавалося б, можна отримати нероз'ємне з'єднання.

Однак це призведе до зниження вільної енергії системи атомів і тому потребують витрати додаткової енергії активації. Енергія активації – енергія, необхідна для збудження поверхневих атомів, при якому відбуваються порушення вихідного енергетичного стану і перехід в новий стійкий енергетичний стан, тобто з'єднання частин.

На практиці такого роду з'єднання для твердих металів без додаткового впливу будь-яких джерел енергії нездійсненні. Ця пояснюється великою твердістю більшості металів, наявністю окисної плівки і забруднень на з'єднуються поверхнях і неможливістю, незважаючи на хорошу обробку шліфуванням, зближення металевих частин на відстань діючих міжатомних сил.

Мимовільне з'єднання і змішування можливі тільки для однорідних рідин, у яких полегшено зближення атомів з утворенням нових міжатомних зв'язків.

Для з'єднання же металів потрібна значна енергія, яка дозволяє ефективно зближення атомів і подальшого утворення нових міжатомних зв'язків значної міцності між ними.

Метали малої твердості (свинець, олово і ін.) з'єднують здавлюванням порівняно невеликим зусиллям. Для більш твердих металів, як, наприклад, мідь і алюміній, це зусилля значно зростає, і процес такого з'єднання стає неефективним, а іноді неможливим.

Зварним виробом є конструкція, яка має назву трійник для водопроведення. Трійник для водопровідних труб виготовляється з двох труб діаметром 219 мм і зі сталі товщиною 14 мм.

Схема (ескізний проект) трійника для водопровідних труб наведена на рис. 1.1, на рис. 1.2 – робоче креслення виробу.

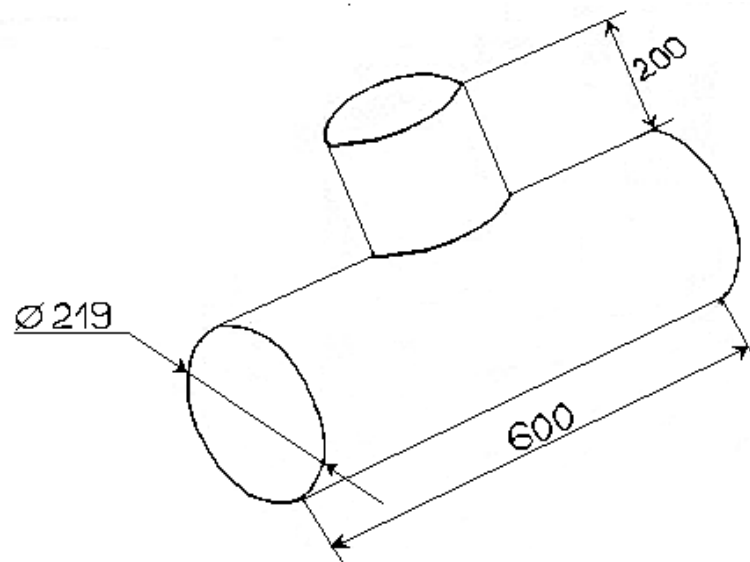


Рисунок 1.1 – Ескізний проект трійника для водопровідних труб

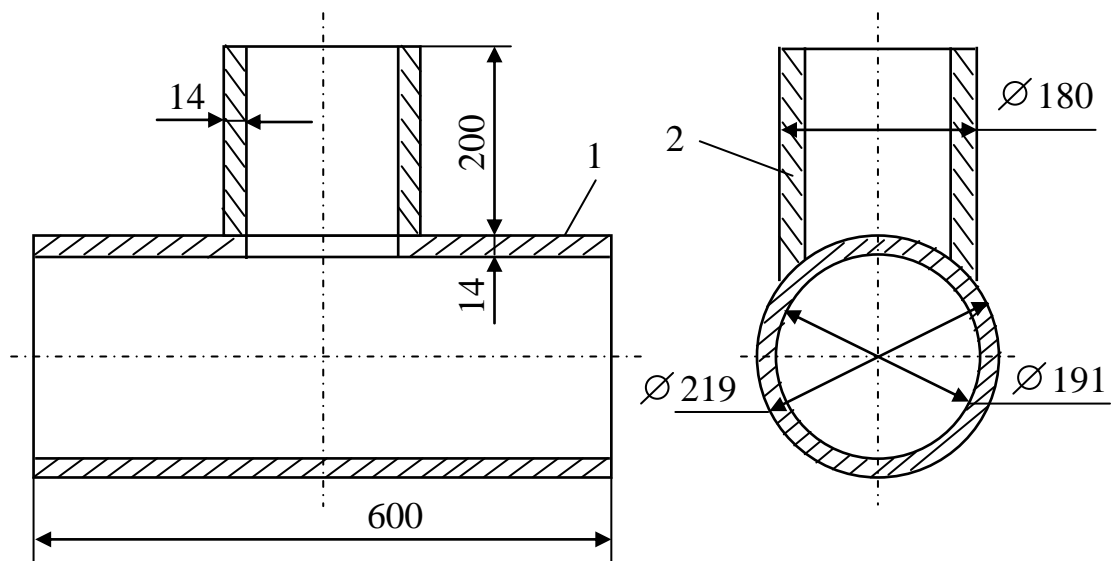


Рисунок 1.2 – Робоче креслення трійника для водопровідних труб

Складовими частинами трійника для водопровідних труб є два патрубки 1 (рис. 2.1) та 2. Патрубки 1 і 2 являють собою дві труби з товщиною стінки 14 мм.

Діаметр патрубка 1 становить 219 мм, а діаметр патрубка 2 – 180 мм. Висота виступу патрубка 2 по відношенню зовнішньої сторони патрубка 1 дорівнює 200 мм.

Патрубки 1 та 2 трійника для водопровідних труб зварюються кутовим з'єднанням і довгими багат шаровими кільцевими швами.

Приклад кутового зварного з'єднання наведено на рис. 1.3.

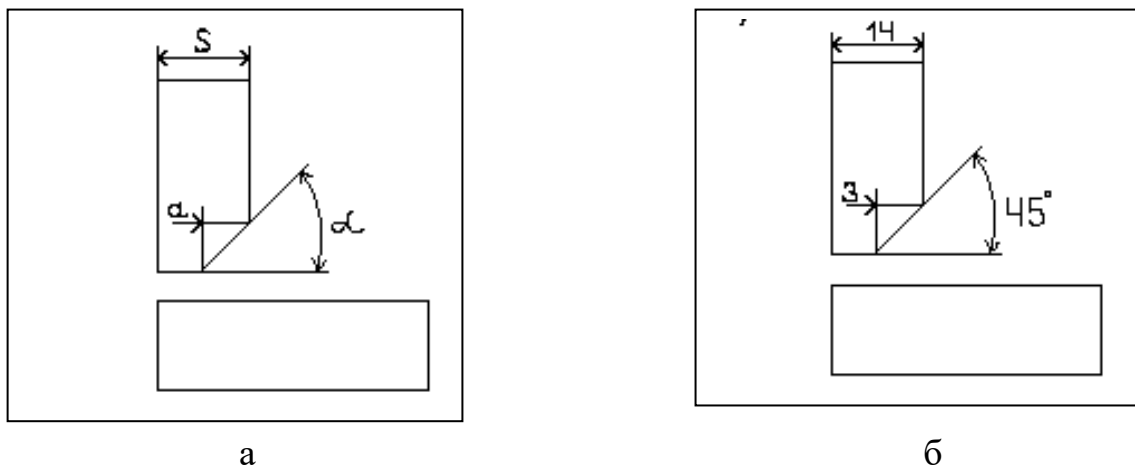


Рисунок 1.3 – Кутові з'єднання: а – геометричні розміри кромки зварювального шва; б – конструктивні розміри кромки;  $\alpha$  – кут скосу кромки;  $S$  – товщина металу;  $a$  – затушення кромки

Використовується цей трійник для водопровідних труб для транспортування енергоносіїв, водопровідних і каналізаційних систем. Трійник для водопровідних труб працює під тиском, тобто відчуває статичні навантаження.

Зварене з'єднання двох елементів, розташованих під прямим кутом і зварених в місці примикання їх країв, називається кутовим. Кутові зварні з'єднання згідно з стандартом ГОСТ 5264-80 умовно позначаються виразами У1, У2, У4 і т.д.

Найчастіше кутові з'єднання застосовують при виготовленні таких зварних виробів: сталевих колон, балок різнопланової конструкції та призначення, фермах і резервуарах.

Вони особливо поширені в машинобудівних конструкціях, баках, котлах і трубопроводах.

### **1.3. Висновки та постановка задач для виробництва трійника для водопровідних труб**

Таким чином, для виробництва трійника для водопровідних труб необхідно виконати такі технологічні операції:

- розробити технічну документацію та робочі креслення загального вигляду виробу та провести його деталювання;
- розробити порядок проведення підготовчого етапу для проведення процесу зварювання деталей трійника для водопровідних труб;
- виготовити складові деталі (патрубки) трійника для водопровідних труб;
- обґрунтувати технологію зварювання патрубків трійника для водопровідних труб;
- вибрати допоміжні пристосування та обладнання для проведення процесу зварювання патрубків трійника для водопровідних труб;
- розрахувати параметри і режими зварювання та технологічні параметри ручного електродугового зварювання;
- провести зварювання деталей трійника та оцінку якості зварного виробу.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Характеристика процесу та матеріалу для зварювання патрубків трийника для водопровідних труб

Зварюваністю називаються здатність металів утворювати при встановленій технології зварювання зварне з'єднання, метал шва якого мав би механічні властивості, близькі до основного металу.

При визначенні поняття зварюваності розрізняють металургійну і технологічну зварюваність. Металургійна зварюваність визначається процесами, що протікають в зоні сплаву деталей, що зварюються, в результаті яких утворюється нероз'ємне зварене з'єднання. На кордоні дотику деталей, що з'єднуються відбуваються фізико-хімічні процеси, перебіг яких визначається властивостями металів, що сполучаються.

Однорідні метали (одного хімічного складу) мають однакову металургійну зварюваність.

Зварювання різнорідних металів може не відбутися, тому що властивості таких металів іноді не в змозі забезпечити протікання необхідних фізико-хімічних процесів в зоні сплаву, тому ці метали не володіють металургійною зварюваністю.

Під технологічною зварюваністю розуміється можливість отримання зварного з'єднання, що визначається видом зварювання.

При різних видах зварювання відбувається окислення компонентів сплавів. У сталі, наприклад, вигоряє вуглець, кремній, марганець, окислюється залізо. У зв'язку з цим в визначення технологічної зварюваності входить також:

- визначення хімічного складу, структури та властивостей металу шва в залежності від виду зварювання;
- оцінка структури і механічних властивостей навколошовної зони;
- схильності сталі до утворення тріщин;
- оцінка одержуваного при зварюванні зварного з'єднання.

Технологічна зварюваність встановлює:

- оптимальні режими та способи зварювання;
- технологічну послідовність виконання зварювальних робіт, що забезпечують отримання необхідного зварного з'єднання.

Для сталі, яка призначена для виготовлення зварних конструкцій, необхідною умовою є її незначна чутливість до термічного старіння.

Крім того, для сталі, яка піддається холодному правленню і гнуттю необхідною умовою є незначна її схильність до деформаційного старіння.

Під час проектування та розробки процесу виробництва зварних конструкцій необхідно приділити велику увагу вибору матеріалу з якого буде зварна конструкція з метою виготовлення зварних виробів з більшими якісними показниками та з якомога меншою вагою. За можливістю застосовують міцні метали, а також враховують специфіку роботи об'єктів народного господарства.

У процесі обґрунтування вибору матеріалу для виготовлення зварних конструкцій враховують насамперед, механічні властивості основного металу та зварного з'єднання.

Матеріал зварної конструкції повинен мати відповідні задовільні механічні властивості, бути добре зварюваним, піддаватися механічному та хіміко-термічному обробленні, а також мати невисоку вартість.

Основним критерієм при виборі марки сталі та способу виготовлення зварних конструкцій є кількість, надійність і довговічність зварних з'єднань.

Для виготовлення трійника трубопровідного вибираємо матеріал патрубку 1 (рис. 1.2) та патрубку 2 у вигляді Сталь 18ХГС.

Сталь 18ХГС є низьковуглецевою, середньолегованою, 2 групи зварюваності. В ній присутність легованих добавок складає близько 3%.

Сталлю називається сплав заліза з вуглецем, в якому вміст вуглецю не перевищує 2%. Крім вуглецю сталь містить невелику кількість хрому (Cr), марганцю (Mn), кремнію (Si), сірки (S) і фосфору (P).

Дана сталь має наступні хімічні добавки.

1. Хрому (Cr) в низьковуглецевих сталях міститься в межах до 0,3%, конструкційних сталях – до 0,7...3,5 %, легованих хромистих сталях – до 12...18 % і хромо-нікелевих сталях – до 9...35 %.

Хром (Cr) ускладнює зварювання, так як в процесі зварювання утворює тугоплавкі карбіди хрому.

2. Марганець (Mn) міститься в сталі в межах 0,3...0,8 %.

В цих зазначених межах марганець не утруднює процес зварювання.

При зварюванні середньо-марганцевих сталей з вмістом марганцю (Mn) до 1,8...2,5% виникає небезпека появи тріщин у зв'язку з тим, що марганець (Mn) сприяє закалюванню сталі.

3. Кремній (Si) міститься в низько- і середньо-вуглецевій сталі в межах 0,02...0,35 %.

В цих зазначених межах він не викликає ускладнень при зварюванні.

При вмісті кремнію (Si) в спеціальних сталях від 0,8 до 1,5 % зварювання утруднюється через високу рідинотекучість кременистої сталі та утворення тугоплавких оксидів кремнію.

4. Сірка (S) з'єднуючись із залізом, утворює сульфід заліза FeS, який є шкідливою домішкою в металі шва.

Сульфід заліза в період кристалізації зварювальної ванни утворює евтектику FeS - Fe, що має меншу, ніж сталь, температуру плавлення (940° C) і малу розчинність в рідкій сталі.

5. Фосфор (P) знижує ударну в'язкість металу шва.

Для ліквідації шкідливого впливу фосфору (P) необхідно зменшити його вміст в металі шва за рахунок створення його сполук, які є нерозчинними в металі.

Про зварюваність сталі відомого хімічного складу судять по еквівалентному вмісту вуглецю (C). Для цього кожен легуючий елемент оцінюють з точки зору його впливу на твердість (закалювання) сталі в порівнянні з впливом вуглецю (C).

Еквівалентний вміст ( $C_e$ , %) вуглецю (C) може бути визначено з виразів:



$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}; \quad (2.1)$$

$$C_e = C + \frac{Mn}{5} + \frac{Cr}{6} + \frac{Si}{24}; \quad (2.2)$$

Тоді леговані добавки будуть дорівнювати

$$C_e = 0,18 + \frac{0,80}{5} + \frac{0,80}{6} + \frac{0,90}{24} = 0,51\%.$$

Структурний склад Сталі 18ХГС з якої буде виготовлено зварний виріб наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Структурний склад Сталі 18ХГС

Ст18ХГС	C, %	Mn, %	Cr, %	Si, %	Ni, %	P, %	S, %
	0,15-0,22	0,80-1,10	0,80-1,10	0,90-1,20	0,30	0,030	0,025

## 2.2. Опис підготовчих операцій процесу виготовлення трійника для водопровідних труб

Литі, ковані та штамповані заготовки зазвичай надходять на зварювання у вигляді, що не вимагає додаткових операцій.

По-іншому йде справа з деталями з прокату.

Після підбору металу за розмірами і марками сталі необхідно виконати наступні операції:

- правку;
- розмітку;
- різання;
- обробку крайок;
- згинання та очистку під зварювання.

*Правка.* виправлення здійснюється створенням місцевої пластичної деформації зазвичай в холодному стані.

Найбільш частими видами деформації листової сталі є хвилястість, місцеві випучини або вгнутості, заломлення кромки, серповидність в площині листа. Для правлення листів і смуг товщиною від 0,5 до 50 мм широко використовують багатовалкові машини (число валків більше 5).

Виправлення досягається багаторазовим вигином при пропущенні листів між верхнім і нижнім рядами валків, розташованих у шаховому порядку. Листи товщиною менше 0,5 мм правлять розтягуванням за допомогою пристосувань на пресах або на спеціальних розтяжних машинах.

Дрібно- та середньосортовий, а також профільний прокат правлять на роликівих машинах, що працюють за схемою листопривильних.

У разі необхідності створення більш значних деформацій правка і згигання повинні проводитися в гарячому стані.

*Розмітка.* Розмітка може бути індивідуальною (така розмітка трудомістка) і по розміточним шаблонами. Позначка більш продуктивна, однак виготовлення спеціальних розміточних шаблонів не завжди економічно доцільно. Оптичний метод за кресленням, проєктованого виробу, де не розмічають площину, дозволяє вести розмітку без шаблону.

*Різання металу.* Механічне різання здійснюють на ножицях, на відрізних верстатах і штампах та пресах.

Для різання використовують ножиці листові з похилим ножом, відсічні, дискові, комбіновані, прес-ножиці, сортові для різання кутника, швелерів і двотаврів, ручні пневматичні та електричні.

Пилочні ножиці застосовують для різання труб, фасонного і сортового матеріалу.

Деталі зварних конструкцій вирізають на відрізних станках з дисковими і стрічковими пилками, трубівідрізних станках, на верстатах з абразивним кругом, в деяких випадках гладким диском за рахунок сил тертя.

Термічне роздільне різання менш продуктивне, ніж різання на ножицях, але більш універсальне та застосовується для отримання зварювальних заготовок різної товщини, як прямолінійного, так і криволінійного профілю.

Термічне роздільне різання засновано на здатності металу згоряти в струмені технічно чистого кисню і видаленні продуктів згоряння з порожнини різку.

Залежно від джерела теплоти, що застосовується для різання, розрізняють:

- газове різання, засноване на використанні теплоти газового полум'я;
- дугове різання розплавленням з використанням теплоти електричної дуги, яка зазвичай горить між розрізаючими металом і електродом;
- (різання сталюю стислою дугою).

Плазменодугове різання – це особливий вид дугового різання, заснований на витісненні металу з порожнини різку спрямованим потоком плазми.

Метал з порожнини різку в процесі термічного різання видаляється такими способами:

- термічним способом за рахунок розплавлення і витікання металу з порожнини різку;
- хімічним способом за рахунок окислення металу, його перетворення в оксиди і шлаки, які також видаляються з порожнини різку;
- механічним способом за рахунок механічної дії струменя газу, що сприяє виштовхування рідких і розм'якшених продуктів з порожнини різку.

Термічне різання поділяється на:

- ручне;
- механізоване;
- автоматичне.

Ручне та механізоване різання металу виконуються по розмітці, а автоматичне різання – за допомогою копіюючих пристроїв відносно масштабного креслення деталі.

Цей процес відбувається на машинах з програмним управлінням.

*Обробка крайок.* Краї готують термічними і механічними способами. Кромки з одностороннім або двостороннім скосом можна отримати, використовуючи одночасно два або три різачка

При цьому різакі розташовуються під відповідними кутами.

*Згинання.* Листові елементи товщиною 0,5...50 мм для отримання циліндричних і конічних поверхонь згинають на листозгинальних вальцях з валками довжиною до 13 м.

*Очищення поверхні металу під зварювання.* Очищення поверхні металу під зварювання застосовують для видалення з поверхні металу засобів консервації, забруднень, мастильно-охолоджуючих рідин, іржі, окалини, задирок, грата та шлаку.

При зварюванні неочищеної поверхнею виникають різні дефекти шва: пори і тріщини, а також погіршується формування шва.

Для очищення прокату, деталей і зварних вузлів використовують механічні та хімічні методи.

До механічних методів належать дрібнопроменева та дрібовібраційна обробка, зачистка металевими щітками, обробка голкофрезами, шліфувальними кругами та стрічками.

Хімічними методами очищення знежирюють і цькують поверхні деталей, що зварюються.

Для запобігання металу від корозії, крім очищення зазвичай шліфують або гартують поверхні, що дозволяє зварювати метал без видалення захисного покриття.

Стики конструкцій у міру складання закріплюють прихватками. Прихватки – це короткі зварні шви, які призначені для фіксації взаємного розташування деталей, які підлягають зварюванню.

Прихватки розміщують в місцях розташування зварних швів, за винятком місць їх перетину.

Довжина прихваток складає:

- для сталей з межею плинності до 390 МПа прихватка повинна бути не менше 50 мм, а відстань між ними не більше 500 мм;
- для сталей з межею плинності більше 390 МПа прихватка повинна бути довжиною 100 мм і відстанню між ними не більше 400 мм.

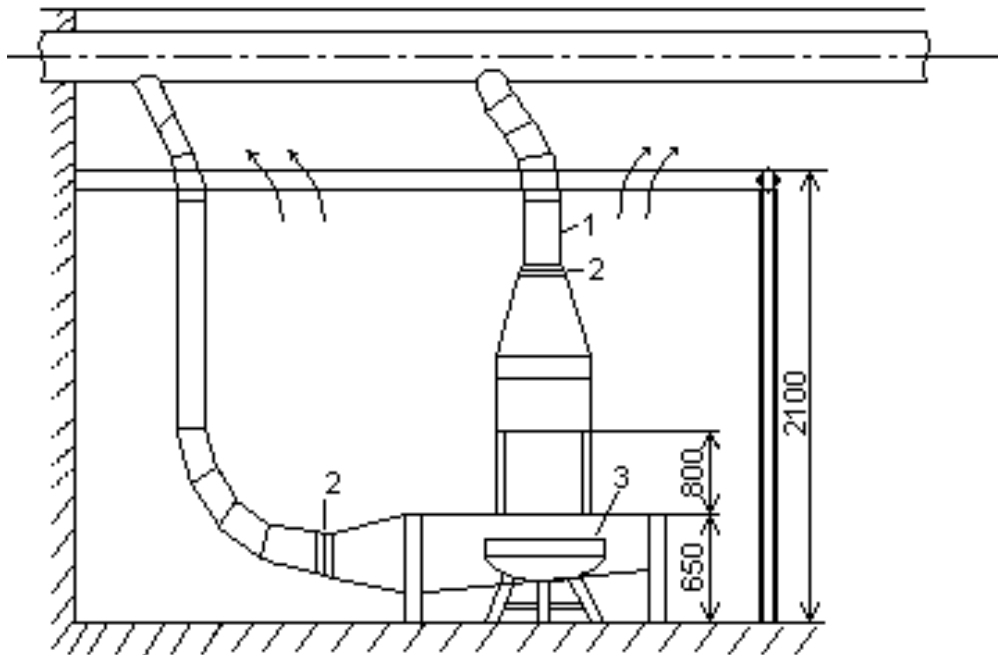
Конструкція трійника трубопровідного не потребує дозварювальної термообробки, тому що вона занадто велика за діаметром і за товщиною стінки металевих зварювальних деталей.

### **2.3. Характеристика типу та організаційної форми поста зварювання**

Зварювання патрубків 1 (рис. 1.2) та 2 трійника трубопровідного виконуємо на зварювальному посту (рис. 2.1), який призначений для виконання ручного дугового зварювання (РДС).

Стаціонарний зварювальний пост для виконання РДС комплектується:

- системою вентиляції;
- системою освітлення;
- заземленням;
- джерелом живлення зварювальної дуги (ВПС),
- зварювальними кабелями – прямим і зворотним кабелем;
- електродотримачами;
- робочим столом і стільцем зварника;
- стаканом для електродів;
- ємністю для металовідходів і огарків;
- інструментами:
  - металева щітка;
  - щітка для очищення столу;
  - напильник, молотки, лінійка, кутник, розмітка, шаблон крейда;
  - ножівка, ножиці, зубило, молоток для шлаку;
  - клеймо.
- складально-зварювальними пристосуваннями;
- спецодягом;
- маскою (щитком);
- медичною аптечкою;



- засобами пожежогасіння.

Рисунок 2.1 – Схема зварювального поста для ручного дугового зварювання: 1 – повітряний трубопровід витяжної вентиляції; 2 – шибер; 3 – стілець зварника

Вибираємо пост зварника з стаціонарною системою вентиляції, яку обладнано місцевою витяжкою, утворених під час зварювання деталей трійника трубопровідного газів.

*Інструменти та приладдя електрозварника.* До інструментів і приладдя електрозварника відносяться:

- електродотримачі;
- щиток або маска;
- спеціальний молоток з зубилом;
- сталева щітка;
- металеві клейма для маркування зварних швів;
- ящик або сумка для зберігання і перенесення електродів і інструменту.

Електродотримачі – один з основних інструментів електрозварника, від якого багато в чому залежать продуктивність і безпечні умови праці.

Електродотримачі повинен відповідати таким вимогам:

- бути легким (не більше 0,5 кг) і зручним в обігу;
- мати надійну ізоляцію;
- не нагрівається при роботі і забезпечувати найбільш повне розплавлення електрода;
- забезпечувати швидке і надійне закріплення електрода в зручному для зварювання положенні;
- його затискний пристрій має діяти без великих зусиль як при закріплення електрода, так і при його зміні;
- приєднання зварювального дроту до стрижня утримувача повинно бути міцним і забезпечувати надійний контакт.

Для ручного дугового зварювання існує кілька типів електродотримачів електродів. У деяких з них для безпечної роботи зварювальника передбачено або ручне, або автоматичне відключення струму в момент припинення процесу зварювання. Один з таких електродотримачів показаний на рис. 2.2.

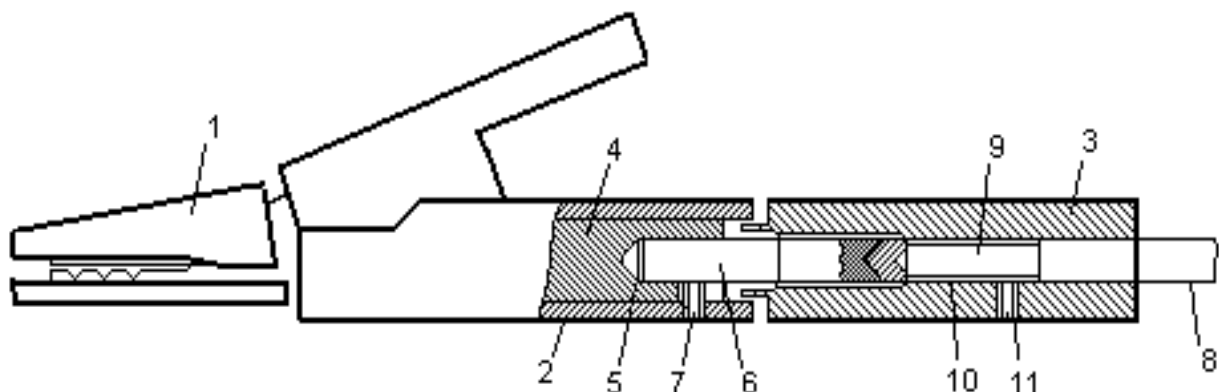


Рисунок 2.2 – Схема електродотримача, який обладнано системою ручного відключення зварювального струму:

- 1 – для заживання електрода, циліндричної рукоятки;
- 2 і 3 – трубки, які виготовлені із пластичного матеріалу та є ізоляторами; 4 – циліндричний контакт; 5 – повздовжній канал;
- 6 – шток з'єднувального стрижня; 7 – з'єднувальний стрижень вкручується в трубку та фіксується гвинтом; 8 – електричний дріт;
- 9 – стрижень; 10 – на оголену частину електричного дроту надівається чашковий контакт; 11 – фіксована гвинтом трубка

При загвинчуванні стрижня 9 (рис. 2.2) в трубку до зіткнення його з контактом, електричний ланцюг від проводу до циліндричного контакту 4 замикається. При одному-двох поворотах циліндричної рукоятки стержень 6 вигвинчується з трубки 3 і утворює зазор між ним і контактом 10, в результаті чого електричний ланцюг розмикається.

*Щитки та маски* (рис. 2.3) застосовуються для запобігання очей і шкіри обличчя зварника від шкідливого впливу ультрафіолетових променів і бризок розплавленого металу. Їх виготовляють з легкого струмонепровідного матеріалу (фібра, спеціальна фанера тощо).

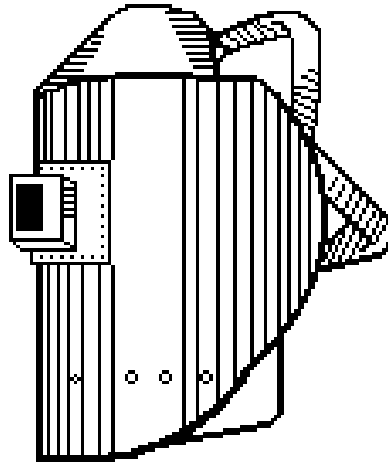


Рисунок 2.3 – Захисна маска електрозварника

Маса щитка або маски не повинна перевищувати 0,6 кг. За процесом зварювання спостерігають через спеціальне скло.

Темне скло, або марковані світлофільтри призначаються:

- світлофільтр марки Е-1 застосовують при величині струму до 70 А;
- світлофільтр марки Е-2 застосовують при величині струму до 200 А;
- світлофільтр марки Е-3 застосовують при величині струму 400 А;
- світлофільтр марки Е-4 – при величині струму більше 400 А.

Для запобігання від бризок металу світлофільтри марки ТС-3 закривають прозорим склом. Для роботи в монтажних умовах краще застосовувати каску-маску, яка також надійно захищає голову і зручна в експлуатації як в літній, так і зимовий час.



*Зварювальні дроти.* Струм від силової мережі підводиться до зварювальних апаратів по дротах марки КРПТ. Від зварювальних апаратів до робочих місць зварювальний струм надходить за гнучким дротом марки ПРГ, АПР, або ПРГД з гумовою ізоляцією.

До електродотримача повинен бути підключений гнучкий мідний дріт марки ПРГД довжиною не менше 3 м.

У табл. 2.1 наведені дані по вибору перетину гнучких зварювальних дротів. Довжина дротів від зварювальних апаратів до робочого місця не повинна бути більше 30...40 м, так як при більшій довжині дроту напруга в них значно впаде, що призведе до зменшення напруги дуги.

Для з'єднання зварювальних дротів застосовують спеціальні муфти, які наведено на рис. 2.4.

Таблиця 2.1 – Характеристика зварювальних дротів

Допустима величина зварювального струму, А	Січення дроту, мм <sup>2</sup>		Допустима величина зварювального струму, А	Січення дроту, мм <sup>2</sup>	
	Одинарного	Подвійного		Одинарного	Подвійного
300	50	2 16	1000	-	2 70

Січення зварювального кабелю, що приєднує джерело живлення до електродотримача, підбирають в залежності від максимальної величини зварювального струму:

- при струмі до 240 А – січенням 25 мм<sup>2</sup>;
- при струмі до 300 А – січенням 35 мм<sup>2</sup>;
- при струмі до 400 А – січенням 50 мм<sup>2</sup>;
- при струмі до 500 А – січенням 70 мм<sup>2</sup>.

Гнучкий (мідний) кабель використовують на напругу до 220 В.

В разі використання негнучкого кабелю кінець його, що приєднуються до електродотримача, довжиною не менше 1,5...3 м повинен бути обов'язково гнучким

Загальна довжина зварювального кабелю повинна бути не більше 30...40 м, так як при більш довгому кабелі погіршується процес зварювання через падіння напруги в зварювального ланцюга.

Для під'єднання зварювального кабелю до джерела живлення використовують спеціальний кінцевий з'єднувач заводського виготовлення або приварену до кабелю клему.

Зрощування коротких шматків кабелю здійснюють з'єднувачами заводського виготовлення (рис. 2.4) МС-2, призначеними для з'єднання кабелів перетином 35, 50 і 70 мм<sup>2</sup>.

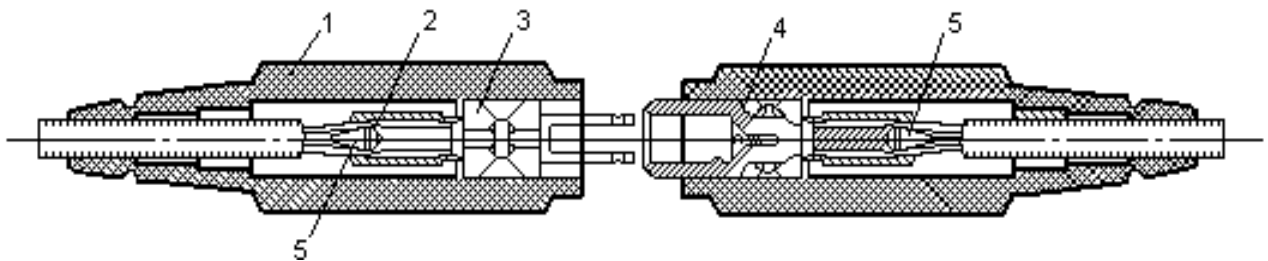


Рисунок 2.4 – Схема з'єднувача МС-2 зварювальних електричних дротів:

1 – гумова ізоляція; 2 – гайка; 3, 4 – вставка; 5 – конус

З'єднувач МС-2 складається з двох частин, які з'єднуються вставками і закріплюються поворотом однієї з частин. Роз'єднання відбувається аналогічно закріпленню поворотом у зворотний бік. Перед з'єднанням до кожної половині з'єднувача прикріплюється зварювальний кабель шляхом заклинювання його оголеною частини між корпусом гайки, вставками і конусом. З'єднувач покритий гумовою ізоляцією. Існують інші типи з'єднувачів, що мають конструктивні особливості, принципово не відрізняються від МС-2.

*Допоміжний інструмент.* В процесі роботи зварювальник користується інструментами для зачистки крайок від іржі та інших забруднень, а також для вирубки дефектів і зачистки швів від шлаку. Для цього застосовують металеву дротяну щітку, зубило, молоток, комбіноване зубило з рукояткою, що має один загострений кінець, а інший кінець у вигляді звичайного зубила. Така форма зубила зручна для очищення від шлаку окремих шарів багат шарового шва.

Іноді застосовують комбіноване зубило-щітку, але воно менш зручно, так як не має загостреного кінця. У зварника повинно бути особисте клеймо для таврування виконаних швів.

Для вимірювання оброблення крайок, зазору між стиками і зварних швів використовують набір шаблонів ШС-2. Шаблони дозволяють контролювати кут скосу кромки, розмір притуплення, якість збірки під зварювання, розмір деплонації (перевищення однієї кромки над іншою) стикових швів і величину зазору в стикових і таврових з'єднаннях. У зварних швах можуть бути перевірені висота опуклості стикового та кутового шва, ширина шва, величина катета кутового шва.

Для роботи зварника необхідно мати набір інструментів, що включає інструмент для зачистки (дротяну щітку, зубило, молоток), розвідний ключ, шаблони тощо.

Є набори інструменту ЕНІ-300, КІ-315 і КІ-500, куди входять крім перерахованого інструменту Електродотримачі, пристосування для з'єднання кусків зварювального кабелю і для заземлення, пасатижі та інші інструменти і пристосування.

Весь цей комплект розміщений в інструментальному ящику з ручкою і переноситься в міру необхідності з одного поста на інший. Такий комплект кожному зварнику бажано мати, однак є інструменти, без яких зварювальник взагалі не повинен працювати: сталева дротяна щітка, зубило, молоток, зубило з рукояткою, мають один загострений кінець і інший, заточений як зубило, пасатижі.

*Спецодяг електрозварника.* Спецодяг (куртка і штани або комбінезон, а також рукавиці) виготовляються з щільного брезенту, сукна, азбестової тканини та інших матеріалів. Спецодяг видається безкоштовно відповідно до норм і термінами носки. Штани носять навипуск, а куртку - не заправляйте в брюки. Щоб уникнути попадання розплавленого металу, кишені куртки повинні закриватися клапанами, куртка повинна застібатися на всі гудзики.

### 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

#### 3.1. Вибір пристосування для проведення зварювання трійника для водопровідних труб

*Класифікація електродів.* Електроди, які застосовують для зварювання та наплавлення, класифікуються за такими особливостями:

- за призначенням:
  - для зварювання сталі;
  - для зварювання чавуну;
  - для зварювання кольорових металів;
  - для наплавочних робіт;
- за технологічними особливостями:
  - для зварювання в різних просторових положеннях;
  - зварювання з глибоким проплавленням і ванного зварювання;
- за видом та товщиною покриття;
- за хімічним складом стрижня та покриття;
- за характером шлаку;
- за механічними властивостями металу шва та способу нанесення покриття:
  - запресуванням;
  - зануренням.

Основними вимогами для всіх типів електродів, які застосовуються під час зварювання деталей є:

- забезпечення стабільного горіння дуги і гарного формування шва;
- отримання металу зварного шва заданого хімічного складу;
- спокійне і рівномірне розплавлення електродного стрижня і покриття;
- мінімальне розбризкування електродного металу та висока продуктивність зварювання;

- легка віддільність шлаку та достатня міцність покриттів;
- збереження фізико-хімічних і технологічних властивостей електродів протягом певного проміжку часу;
- мінімальна токсичність при виготовленні та при зварюванні деталей трійника для водопровідних труб.

За призначенням металеві електроди для проведення ручного електродугового зварювання сталей і наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями, які виготовлені способом запресування, згідно з ГОСТ 9466-75 поділяються:

- для зварювання вуглецевих і низьковуглецевих сталей з тимчасовим опором розриву до  $60 \text{ кгс} / \text{мм}^2$  (600 МПа) – з умовним позначенням літерою У;
- для зварювання легованих сталей з тимчасовим опором розриву понад  $60 \text{ кгс} / \text{мм}^2$  (600 МПа) – з умовним позначенням літерою Л;
- для зварювання легованих теплостійких сталей – з умовним позначенням літерою Т;
- для зварювання високолегованих сталей з особливими властивостями – з умовним позначенням літерою В;
- для наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями з умовним позначенням літерою Н.

За товщиною покриття електроди поділяються на електроди:

- з тонким покриттям;
- середнім покриттям;
- товстим покриттям;
- особливо товстим покриттям.

По виду покриття електроди поділяються:

- з кислим покриттям – з умовним позначенням літерою А;
- з основним покриттям – з умовним позначенням літерою Ц;
- з рутиловим покриттям – з умовним позначенням літерою Р;
- з покриттям змішаного виду – з подвійним позначенням;
- з іншими видами покриттів – з умовним позначенням літерою П.

Для проведення процесу ручного дугового зварювання застосовують зварювальні випрямлячі, які перетворюють змінний струм з мережі в постійний зварювальний струм

Зварювальними випрямлячами називають електричні апарати, які перетворюють змінний струм трифазної мережі в постійний за допомогою напівпровідникових приладів.

Напівпровідниками називають кристалічні речовини (наприклад, легovanі кристали кремнію, германію тощо), які використовують для виготовлення напівпровідникових електричних приладів – діодів, тиристорів і транзисторів. Діод має властивість односторонньої провідності позитивного струму (анода) та затримки негативного струму (катода).

Аналогічно діоду працює тиристор, який має керуючий електрод УЕ, через який подається електричний сигнал тиристорю для відкриття та пропуску струму. Його називають керованим діодом. Властивість цих приладів пропускати струм в одному напрямку і закривати прохід струму в іншому аналогічно властивості вентилів відкривати і закривати проходження води або газу, тому їх називають напівпровідниковими вентилями.

Третій прилад – транзистор має властивість посилення струму, напруги та потужності.

Трифазна мостова схема випрямлення (рис 3.1а) найбільш поширена в випрямлячах з падаючої і жорсткої характеристиками.

Схему застосовують для роботи в комплекті з найбільш простою конструкцією трифазних трансформаторів. На рис. 3.1б показані синусоїди кожної фази, а рис 3.1в – випрямлений струм, який набуває форму, як показано на рисунку.

Пульсація його стає шестифазної з частотою 300 Гц. Випрямлений струм має жорстку зовнішню характеристику. При збільшенні індуктивного опору характеристика виходить падаючої. Зварювальні випрямлячі мають значні переваги в порівнянні із зварювальними перетворювачами. Вони підвищують стабільність дуги і зменшують розбризкування при зварюванні.

ККД випрямлячів значно вище, а втрати холостого ходу нижче, ніж у перетворювачів.

Межі регулювання зварювального струму і напруги розширені, збільшена можливість автоматизації зварювального процесу. Випрямлячі мають меншу масу і габарити, що спрощує їх розміщення на будівельному майданчику і в цехах. Найбільша кількість випрямлячів випускається з живленням від трифазної мережі із застосуванням трифазних і шестифазних схем випрямлення.

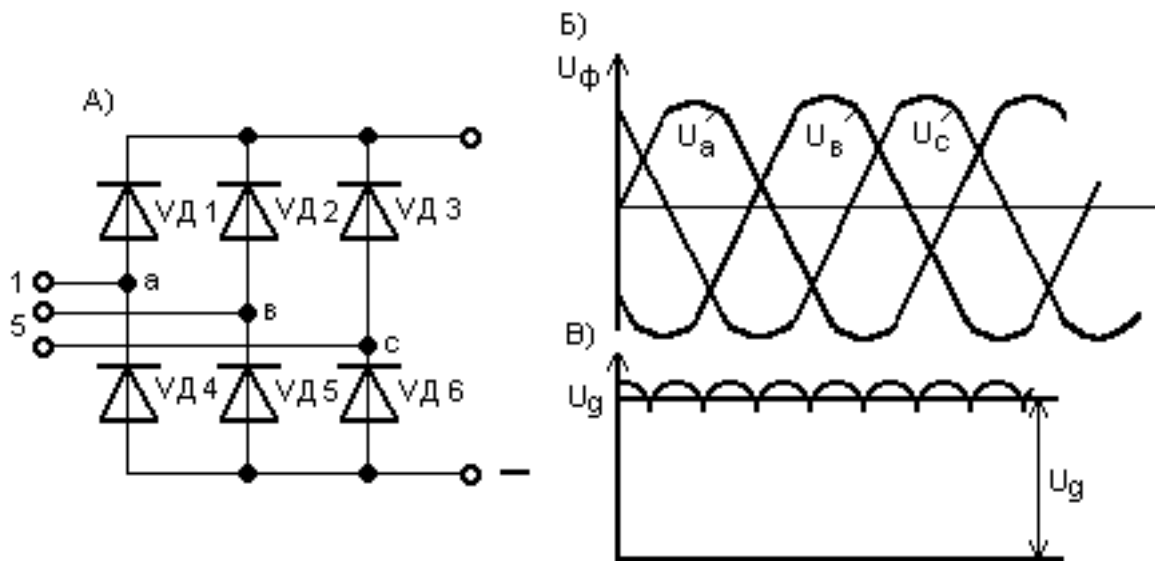


Рисунок 3.1 – Схема: А – трифазного випрямляча; Б – синусоїди кожної фази; В – випрямленого струму; а, в, с – вторинні обмотки силового трансформатора; VD1 – VD6 – діоди;  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$  – фазові напруги;  $U_g$  – випрямлена напруга

Технічне обслуговування та експлуатацію випрямлячів зварювальних типу ВД необхідно проводити тільки після ретельного вивчення паспортів, що входять в комплект їх поставки, в яких містяться відомості про пристрій випрямлячів, порядку роботи, правила безпеки, правила перевірки (вимірювання) характеристик і т.п.

Перед початком експлуатації випрямляч повинен бути очищений від пилу і перевірений відповідно до паспортної інструкцією. Потім необхідно заземлити корпус випрямляча і затискач вторинного кола, що йде до виробу, і

після усунення всіх несправностей можна включити випрямляч в мережу і перевірити роботу вентилятора.

Установку, підключення до мережі і регулювання випрямляча може виконувати тільки кваліфікований електромонтажник, який має групу з електробезпеки не нижче третьої. Робота зі зварювання може бути доручена тільки електрозварнику, який пройшов навчання по роботі з випрямлячем і має посвідчення на право проведення таких робіт, а також групу з електробезпеки не нижче другої. Випрямляч необхідно оберегати від атмосферних опадів, вогкості, пилу і бруду. Установка його на будівельному майданчику допускається тільки в спеціальному пересувному машинному приміщенні.

У цеху він повинен бути встановлений в спеціально відведеному місці і відгороджений від сторонніх осіб, а також від можливих ударів при пересуванні конструкцій. При експлуатації необхідно очищати випрямляч раз в три місяці від пилу і бруду, що можуть провітрювати стисненим повітрям, і заповнювати тугоплавкої мастилом поверхні, що труться, а також перевіряти справність контактів, вентилятора, теплового захисту та інших деталей.

В процесі роботи можуть виникнути такі несправності, характерні для всіх випрямлячів:

- випрямляч не дає напруги; причинами цього можуть бути несправність вітрового реле, неправильна робота вентилятора (засмоктування повітря не з боку жалюзі), вихід з ладу одного або декількох вентилів випрямного блоку;

- електродвигун вентилятора не працює; причиною цього може бути обрив ланцюга харчування або вихід з ладу запобіжника мережі.

Для зварювання деталей трійника трубопровідного вибираємо зварювальний випрямляч ВД-306С1, загальний вигляд якого наведено на рис. 3.2. На рис. 3.3 наведено структурну схему та зовнішні характеристики зварювального випрямляча ВД-306С1.

Трифазна мостова схема випрямлення перемінного струму застосована для однопостових випрямлячів типу ВД з падаючою характеристикою на струми 200, 315 і 400 А.



Вони виготовляються з механічним трансформаторним регулюванням і завдяки простоті конструкції, надійності і легкості обслуговування широко застосовуються на будівництвах.



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд випрямляча зварювального ВД-306С1

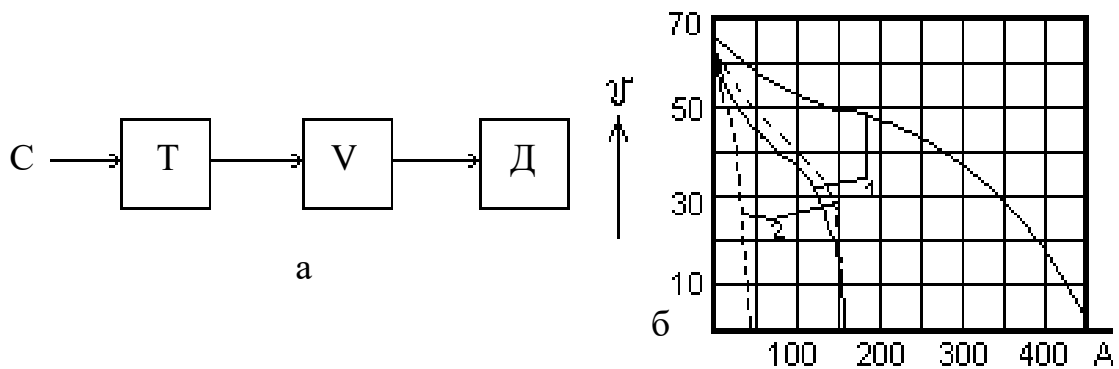


Рисунок 3.3 – Структурна схема (а) та зовнішні характеристики випрямляча зварювального ВД-306С1: С – мережа змінного струму; Т – трансформатор; V – випрямний блок; Д – дуга; 1 – діапазон великих струмів; 2 – діапазон малих струмів

Класифікувати зварювальні випрямлячі можна за різними ознаками. Наприклад за кількістю зварювальних постів, які підключаються одночасно зварювальні випрямлячі бувають однопостові та багатопостові.

Багатопостові зварювальні випрямлячі призначені для одночасної роботи декількох зварювальників від одного багатопостового зварювального джерела, або зварювального випрямляча. Зварювальний пост для цього випрямляча підключається через баластний реостат або спеціальний пристрій – чопер. Наприклад, реостат баластний типу РБ-302 може регулювати зварювальний струм в багатопостових зварювальних випрямлячах типу ВДМ-6303С при виконанні ручного дугового зварювання та наплавлення металів плавкими електродами.

Випрямляч зварювальний типу ВД-306Д призначений для ручного дугового зварювання деталей зварного виробу з застосуванням покритих електродів. Матеріал деталей зварювання, або зварних виробів переважно має бути з вуглецевих, легованих і корозієстійких сталей. Зварювання проводиться на постійному струмі і для аргонодугового зварювання неплавкими електродами при комплектації блоком БУСП-ТІГ. ВД-306Д має тиристорне управління.

Можливі додаткові функції:

- регулювання зварювального струму короткого замикання;
- наявність перемикача крутизни вольт-амперної характеристики на три положення;
- наявність перемикача ТІГ/ММА і перемикача зварювання електродом з целюлозним або основним покриттям.

Характеризується задовільними зварювальними якостями та може виконувати процес зварювання в важких умовах експлуатації, наприклад, для будівництва нафтових і газових трубопроводів.

Зміна діапазонів в цих випрямлячах забезпечується переключенням первинних, а також вторинних обмоток трансформаторів з схеми підключення «трикутник» на схему підключення «зірка».

Плавне регулювання в межах діапазону здійснюється шляхом переміщення катушок вторинної обмотки ходовим гвинтом. Випрямний міст складається з шести кремнієвих вентилів В-200.

Вентиляція для охолодження вентилів – повітряна, примусова.

Нормальна робота вентиляції контролюється вітровим реле. Випрямляч зварювальний ВД-306С1 має захист при аварійних ситуаціях шляхом відключення апарату від мережі.

### 3.2. Розрахунок параметрів зварювання патрубків трійника для водопровідних труб

Визначення та розрахунок параметрів режиму зварювання деталей (патрубків 1 (рис. 2.2) і 2) конструкції трійника трубопровідного почнемо з встановлення таких основних параметрів зварювання: діаметра електрода та сили зварювального струму.

1. Визначаємо діаметр електрода  $d_e$ .

Діаметр електрода  $d_e$  буде дорівнювати:

- в першому шарі  $d_{1e} = 4$  мм;

- в другому шарі  $d_{2e} = 5$  мм.

Першим накладається кореневий шар зварного шва, а другим, або послідуєчим – кільцевий шар зварного шву.

2. Визначаємо силу зварювального струму  $I_{3\phi}$  у загальному випадку визначають за формулою

$$I_{3\phi} = kd_e, \quad (3.1)$$

де  $I_{3\phi}$  – сила зварювального струму, А;

$k$  – коефіцієнт підсилення, при цьому  $k = 40$ ;

$d_e$  – діаметр електрода, мм.

Тоді для нашого випадку, або зварювання деталей трійника трубопровідного з врахуванням першого та другого шарів наплавлення зварного шва сила зварювального струму  $I_{13\phi}$  та  $I_{23\phi}$  буде визначатися:

- в першому шарі зварного шва

$$I_{1ze} = 40d_{1e} = 40 \cdot 4 = 160 \text{ А};$$

$$I_{2ze} = 40d_{2e} = 40 \cdot 5 = 200 \text{ А}.$$

3. Визначаємо марку електрода.

Приймаємо марку електрода типу УОНИИ - 13/45.

У подальшому знаходимо тип і полярність зварювального струму.

Приймаємо постійний зварювальний струм зворотної полярності, умовне позначення якого має вигляд  $-I_{ze} (-)$ .

Для зварювання конструкції трийника для водопровідних труб застосовуємо марку електрода типу УОНИИ - 13/45, умовне позначення електрода таке:

$$\frac{\text{Э42} - \text{УОНИИ} - 13/45 - 5,0 - \text{УД} - 2}{\text{Е} - 432 (5) - \text{Б} - 1 - 0}$$

При цьому наведені символи умовного позначення електрода мають таку характеристику та назву:

- Э – електрод;
- 42 – тимчасовий опір  $\sigma_m = 42 \text{ кг}\cdot\text{с}/\text{мм}$ ;
- Э42 – тип електрода;
- УОНИИ - 13/45 – марка електрода згідно з ГОСТ 5264-80;
- 5 –  $d_e = 5\text{мм}$ ;
- У – для зварювання вуглецевих сталей;
- Д – товстий по пластичності звичайний;
- Е – склад електродного покриття;
- 432(5) – умовне табличне позначення хімічного складу електродного (наплавленого) металу;
- Б – основне покриття;
- 1 – положення зварювання (для зварювання в будь-якому просторовому

положенні);

- 0 – постійним струм зворотної полярності  $-I_{36} (-)$ .

4. Порядок збирання конструкції трійника трубопровідного наведено на рис. 3.4а. Для зварювання конструкції трійника трубопровідного вибираємо коливальні кільцеві ниткові рухи кінцем електроду згідно з рис. 3.4б.

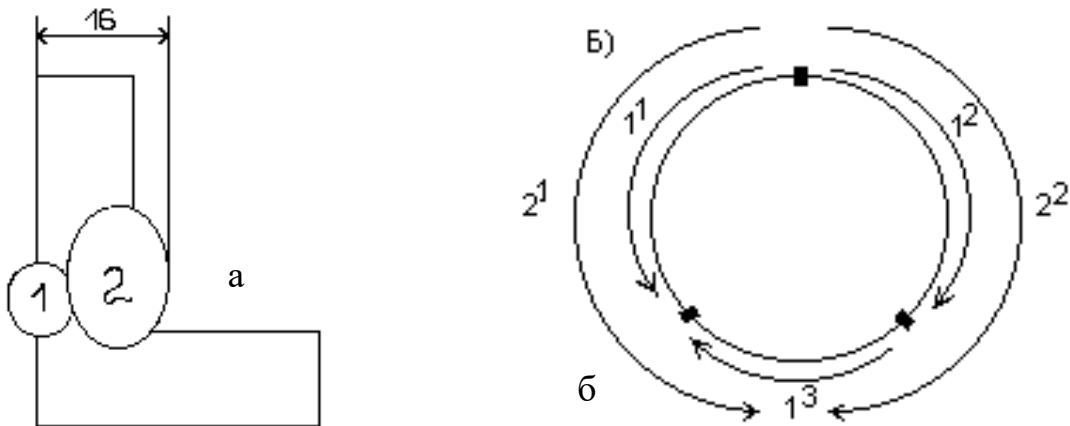


Рисунок 3.4 – Схема заповнення зварного шва: а – по січенню; б – по довжині

5. Виконуємо ручне дугове зварювання патрубків 1 (рис. 2.2) і 2 трійника трубопровідного кутовим з'єднанням згідно з рис. 1.3 та довгими багат шаровими кільцевими зварними швами.

Заповнення зварного шва по його січенню показано на рис. 3.5а, а заповнення зварного шва по його довжині – на рис. 3.5б.

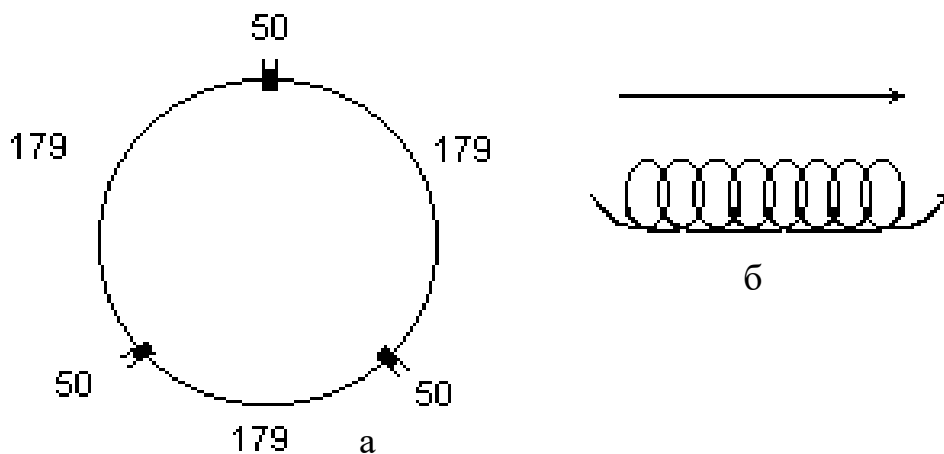


Рисунок 3.5 – Схема: а – порядку збирання зварного виробу;  
б – рухів електроду під час виконання ручного дугового зварювання

б. Розрахунок зварних швів на міцність.

При розрахунку зварних швів на міцність потрібно враховувати що стикові шви працюють на стиск і розтяг, а кутові на зріз.

При цьому міцність кутового шва на 30% менше міцності стикового зварного шва.

Розрахунок на міцність кутового шва під час зварювання патрубків 1 (рис. 2.2) і 2 проведемо за формулою:

$$N_p = 0,7 R_{зв} K L_{шв}, \quad (3.2)$$

де  $R_{зв} = 18 \cdot 10^7$  Н/м<sup>2</sup>:

$$K = 16 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$0,5L_{шв} = \pi d_{шв} = 3,14 \cdot 219 = 688 \text{ мм.}$$

Виконаємо остаточні кінцеві розрахунки параметрів міцності кутового зварного шва.

При цьому:

$$L_{шв} = 0,688 + 0,688 = 1,376 \text{ м:}$$

$$N_p = 0,7 \cdot 18 \cdot 10^7 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 1,376 = 2,8 \cdot 10^6 \text{ Н.}$$

### **3.3. Розрахунок технологічних показників зварювання деталей трійника для водопровідних труб**

Підвищення продуктивності ручного дугового зварювання є досить актуальним завданням у зв'язку з тим, що в промисловості, будівництві та інших галузях народного господарства ручним зварюванням займаються ще десятки тисяч робочих, або електрозварників.

До чисто організаційних заходів підвищення продуктивності праці зварників відносяться:

- своєчасне забезпечення зварників справним, підключеним до мережі зварювальним устаткуванням, зварювальними матеріалами (електродами, захисним газом), зварювальним інструментом, шлангами, кабелем, спецодягом, засобами індивідуального захисту;

- надання зварнику обладнаного робочого місця і забезпечення безпечних підходів до нього;

- своєчасне надання зварнику підготовлених для зварювання деталей, конструкцій і технологічної документації (інструктивних вказівок) за технологією зварювання;

- забезпечення зварника необхідними виробничо-побутовими умовами та необхідною організацією виконання зварних робіт.

До організаційно-технічних заходів належать:

- своєчасне і швидке обслуговування зварника кваліфікованим електриком для підключення обладнання і усунення несправностей;

- забезпечення найбільш раціональним інструментом (електродотримачем, інструментом для зачистки швів і ін.);

- забезпечення пристосуваннями для швидкого повороту виробів або їх кантування;

- виготовлення найбільш ефективних конструкцій з мінімальною кількістю наплавленого металу в готовому виробі.

Чітке виконання організаційних і організаційно-технічних заходів поряд з впровадженням прогресивних форм організації праці (бригадний підряд, впровадження оплати з урахуванням КТУ і ін.) забезпечить підвищення продуктивності праці не менше ніж на 15...20 %.

Велике значення мають технічні заходи, впровадження яких останнім часом сповільнилося через відсутність ініціативи і прагнення до їх здійснення, неправильної організації праці.

Важливим технічним заходом є впровадження електродів з підвищеним коефіцієнтом наплавлення  $\alpha_n$ .

Нам відомо що маса наплавленого металу  $M_n$ , кг, залежить від коефіцієнта наплавлення  $\alpha_n$  і сили струму зварювання  $I_{зв}$ .

При цьому

$$M_n = \alpha_n I_{зв} t_0, \quad (3.3)$$

де  $M_n$  – маса наплавленого металу, кг;

$\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення, г/см<sup>3</sup>;

$t_0$  – час горіння дуги, с.

У застосовуваних електродів  $\alpha_n = 8-9$  г/А год.

Тим часом вже давно створені електроди АНО-1 з  $\alpha_n = 15$  г/А год, ОЗС-3 з  $\alpha_n = 15$  г/А год, ЗРС-1 з  $\alpha_n = 14$  г/А год і ін.

Їх виготовлення дещо утруднено через наявність в покритті залізного порошку, проте ці труднощі безумовно окупляться різким підвищенням продуктивності праці зварників приблизно на 30 – 40 %.

Ще в п'ятдесяті роки широко застосовувалося зварювання способом обпирання (рис. 3.6), або зануреною дугою, ультракороткою дугою, або УКД.

При зварюванні цим способом електрод спирався на деталь чохоцьчиком покриття і потім під легким натиском зварника самостійно плавився напівзакритою дугою, наплавляючи валик металу в стикове або кутове з'єднання.

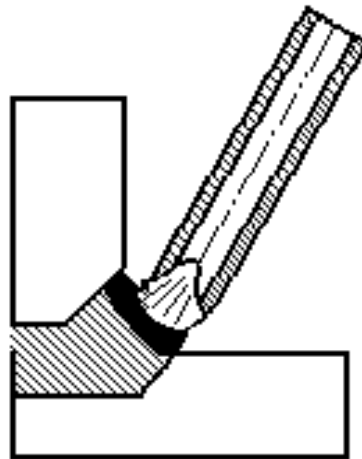


Рисунок 3.6 – Схема зварювання методом спирання кутового зварного шва



Для зварювання обпиранням не було потрібно високої кваліфікації зварника, потрібні були тільки його невеликі практичні навички.

Електроди для цього зварювання застосовувалися з підвищеною товщиною покриття (відношення  $D/d_e > 1,8$ ), сила зварювального струму допускалася на 20 – 40 % вище звичайної за формулою

$$I_{зв} = (60 - 70)d_e, \quad (3.4)$$

В результаті зростала швидкість зварювання і збільшувалася глибина провару, розбризкування було мінімальним.

Цей спосіб успішно застосовувався, особливо для зварювання однопрохідних кутових і стикових швів.

*Розрахунок часу зварювання.* Нормою часу називають час, що встановлюється на виконання певної операції при конкретних організаційно-технічних умовах з ефективним використанням обладнання і урахуванням передового виробничого досвіду.

При ручного дугового зварювання норма часу визначається наступним чином.

Основний час горіння дуги, визначається виразом

$$t_0 = t_{зв} = \frac{60F_{шв} \cdot L_{шв} \cdot P_{нм}}{\alpha_n I_{зв}}, \quad (3.5)$$

де  $F_{шв}$  – площа поперечного перерізу наплавленого металу шва, см<sup>2</sup>;

$L_{шв}$  – довжина шва, см;

$P_{нм}$  – питома щільність наплавленого металу, г/см<sup>3</sup>,

$\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення, г/см<sup>3</sup>;

$I_{зв}$  – зварювальний струм А.

При багатопрохідному зварюванні основний час визначається, як сума часу всіх проходів.

Допоміжний час ділиться на:

- час, який пов'язаний з виконанням зварних швів:

- час на зміну електродів;
- час на огляд і очищення кромки зварювальних деталей;
- час на очищення швів від шлаку і бризок розплавленого металу;
- час на вимір швів;
- час на таврування швів і т.д.;

- час, який пов'язаний зі зваренням виробу:

- час на установку виробу;
- час на повороти виробу;
- час на закріплення виробу;
- час на зняття виробу;
- час на переміщення зварника з інструментом і т.д.

Час обслуговування робочого місця при ручному дуговому зварюванні становить в середньому 3...5 %.

Перерву та час на відпочинок і особисті потреби приймається в середньому 5...15 % (операційна залежність від умов зварювання).

При зварюванні в зручному положенні воно становить 5...7 %.

Підготовчо-заклучний час становить в середньому біля 3 % загального часу виготовлення конструкції.

Загальний час  $T$  на виготовлення зварної конструкції трійника трубопровідного визначаємо за формулою

$$T = \frac{T_{3\phi}}{K} = \frac{t_n + t_g + t_o + t_{3\phi}}{K}, \quad (3.6)$$

або з врахуванням (3.5), отримаємо

$$T = \frac{T_{3\phi}}{K} = \frac{t_n + t_g + t_o}{K} + \frac{60F_{шв} \cdot L_{шв} \cdot P_{нм}}{K\alpha_n I_{3\phi}}, \quad (3.7)$$

або після спрощення формули (3.7) маємо

$$T = \frac{T_{зв}}{K} = \frac{1}{K} \left( t_n + t_g + t_o + \frac{60 F_{шв} \cdot L_{шв} \cdot P_{нм}}{\alpha_n I_{зв}} \right), \quad (3.8)$$

де  $T_{зв}$  – загальний час зварювання виробу, хв.;

$K$  – коефіцієнт організації праці.

Коефіцієнт організації праці при виконанні ручного дугового зварювання кутовими зварювальними швами приймаємо рівним  $K = 0,4$ .

Виконуємо розрахунок загального часу виробництва зварної конструкції трійника трубопровідного.

Вихідні дані для розрахунку:

- довжина зварного шва  $L_{шв} = 68,8$  см;

- сила зварювального струму  $I_{зв} = 160$  А;

- питома щільність наплавленого металу  $P_{нм} = 7,85$  г/см<sup>3</sup>;

- коефіцієнт наплавлення,  $\alpha_n = 8,5$  г/А год);

- площа поперечного перерізу наплавленого металу шва  $F_{шв} = 1,28$  см<sup>2</sup>.

Тоді:

$$t_{зв} = \frac{60 \cdot 7,85 \cdot 68,8 \cdot 1,28}{8,5 \cdot 160} = 30,5 \text{ хв.};$$

$$t_n = 0,04 \cdot 30,5 = 1,22 \text{ хв.};$$

$$t_g = 0,05 \cdot 30,5 = 1,52 \text{ хв.};$$

$$t_o = 0,15 \cdot 30,5 = 4,58 \text{ хв.};$$

Далі визначаємо загальний час роботи зварника, або загальний час зварювання виробу

$$T_{зв} = t_n + t_g + t_o = 1,22 + 1,52 + 4,58 + 30,5 = 37,8 \text{ хв.};$$

Дійсний час зварювання виробу з урахуванням коефіцієнта організації праці  $K = 0,4$  визначаємо за формулою (3.8)

$$T = \frac{T_{38}}{K} = \frac{37,8}{0,4} = 94,5 \text{ хв.}$$

Тобто, дійсний час зварювання патрубків трійника трубопровідного становить 1 година 34,5 хвилини.

*Нормування витрати електродів при ручному дуговому зварюванні.*

Витрата електродів (на погонну довжину 1 м шва визначається виразом

$$G_e = K_e G_n, \quad (3.9)$$

де  $G_e$  – витрата електродів на 1 погонний метр шва, кг;

$G_n$  – маса наплавленого металу, кг;

$K_e$  – коефіцієнт витрати електродів, що враховує втрати електрода на чад, розбризкування, недогарки;

$G_n = 1,1G_e = F_{шв} L_{шв} P_{нм}$  – маса наплавленого металу.

Коефіцієнт  $K_e$  в залежності від марки електрода, типу електродотримача, технології та умов зварювання орієнтовно дорівнює  $K_e = 1,35 \dots 1,45$ .

Тоді

$$G_e = 8,5 \cdot 160 \cdot 1,57 = 2,14 \text{ кг.}$$

З урахуванням втрат електродів на чад, розбризкування, недогарки витрата електродів на 1 погонний метр шва дорівнює

$$G_n = 1,1G_e = 2,14 \cdot 1,1 = 2,35 \text{ кг.}$$

*Витрата електроенергії.* Витрата електроенергії визначаємо за формулою

$$B_{ел} = B_{ел.у} G_e = 7G_e. \quad (3.10)$$

Тоді

$$B_{ел} = 7 \cdot 2,35 = 16,45 \text{ кВт/год.}$$

### 3.4. Вибір методів і схеми контролю параметрів зварного виробу

*Дефекти зварних з'єднань.*

Згідно ГОСТ 23055-78\* для з'єднань, виконаних зварюванням плавленням, можливе утворення шести видів дефектів;

- пористість шва:

- сферична пористість;
- канална пористість;
- ланцюгові пори;
- групові пори;
- лінійна (протяжна) пористість.

- шлакові і металеві включення поділяються на:

- шлак компактний;
- шлак лінійний;
- металеві включення;
- поверхневі включення.

- не виправлення дефектів:

- по крайках шва;
- між шарами багат шарового шва.

- дефекти форми шва:

- надмірне проварення кореня шва (пропалення, протікання);
- нерівності (напливи, вм'ятини і ін.);
- подрізи;
- розбіжності крайок і т.п.

Всі ці дефекти погіршують механічні властивості зварних з'єднань і, отже, працездатність конструкцій. Частина з них, такі, як зовнішня пористість і зовнішні включення, пропали, нещільність шва, подрізи, вм'ятини, недостатні розміри швів і підсилень, повинна бути виправлена негайно при виявленні силами зварника, який допустив дефект.

Найбільш небезпечні і неприпустимі тріщини всіх видів, при виявленні яких зварне з'єднання вибраковується або ж підлягає виправленню. Виправлення можливо при наявності одиничних тріщин, а зварне з'єднання з множинними тріщинами виправленню не підлягає.

Для ліквідації одиничної тріщини попередньо засверлюють метал на відстані приблизно 30 - 50 мм від її кінців, після чого роблять оброблення тріщини, потім підігрівають ділянки металу на її кінцях до температури 100...150° С і одночасно заварюють підготовлену тріщину.

Для нашої конструкції використовується: ультразвукова дефектоскопія (УЗД) заснована на використанні ультразвукових коливань (УЗК), які представляють собою коливання пружною середовища зі надвисокими частотами (більше 20 кГц), що не сприймаються людським вухом.

Ультразвукові хвилі можуть проникати в метал на велику глибину і відбиватися від неметалевих включень та інших дефектів.

Орієнтовна технологія контролю наведена на рис. 3.6.

Контроль, як правило, проводять з одного боку з'єднання (для товщини до 50 мм), але по обидва боки зварного шва, як показано на рис. 3.7.

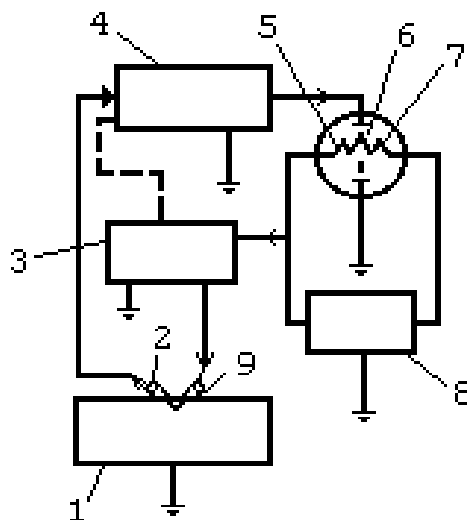


Рисунок 3.7 – Ультразвукового методу контролю зварних з'єднань:

- 1 – деталь контролю; 2 – приймач сигналу; 3 – генератор сигналу;  
 4 – підсилювач сигналу; 5 – початковий імпульс; 6 – сигнал від дефекту;  
 7 – помилковий сигнал; 8 – генератор записаного сигналу; 9 – випромінювач

В даний час УЗК застосовують все більш широко для перевірки якості стикових і кутових швів і навіть стиків арматурної сталі. Іноді для більшої надійності сумнівні місця просвічують.

Для контролю застосовують коливання частотою 0,5...10 МГц. Введення цих коливань здійснюють п'єзоелементами (п'єзоперетворювачами), які складаються з п'єзопластин товщиною, яка дорівнює половині довжини хвилі, випромінюваної УЗК.

П'єзоелектричні матеріали мають здатність перетворювати дію електричного поля в механічні деформації і навпаки, або перетворювати дію механічних деформацій в електричні заряди. Пластини виготовляють з п'єзоелектричної кераміки або кварцу і наклеюють на призми з оргскла, полістиролу, капрону і інших матеріалів, які поглинають ультразвук і забезпечують високе затухання коливань, що дозволяє отримувати короткі зондувальні імпульси.

Для програми та знімання електричного поля на протилежних поверхнях пластини нанесені срібні електроди. П'єзоперетворювач має властивість випромінювати УЗК в метал через контакт з мастилом (гліцерин, солідол і т.п.) синхронно з доданим високочастотним струмом і сприймати відбиті від дефектних місць зворотні УЗК, перетворюючи їх в електричні імпульси, що фіксуються електронно-променевою трубкою. Найчастіше застосовують похилий перетворювач, що працює за поєднаною схемою і службовець одночасно випромінювачем і приймачем УЗК.

Застосовуються також окремо суміщений перетворювач, в якому одна п'єзопластини служить випромінювачем УЗК, а інша приймачем.

## 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1. Основні положення безпеки життєдіяльності та охорони праці

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Безпека праці забезпечується строгим дотриманням з боку інженерно-технічних працівників і робітників стандартів з безпеки праці, вимозі санітарних норм і правил, інструкції з охорони праці.

Велике значення в забезпеченні безпеки праці набуває дотримання вимог загальносоюзної системи стандартів безпеки праці (ССБТ).

Законодавство з охорони праці передбачає комплекс правових, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на забезпечення здорових і безпечних умов праці.

Державний нагляд за виконанням норм і правил з охорони праці здійснюють відповідні держані центральні органи влади, технічні інспектори організацій робітників будівництва і промисловості будівельних матеріалів.

Державний контроль за виконанням норм і правил з техніки безпеки здійснюють інспекція Держгіртехнагляду, за дотриманням санітарних умов праці – Державна санітарна інспекція, за нормами пожежної охорони – Державна інспекція пожежної охорони.

У будівельно-монтажних управліннях та трестах відповідальність лежить на адміністративно-технічний персонал.

Відповідальність за стан охорони праці в межах всього будівництва несуть керівники генерального підрядника, а на конкретних ділянках – їх начальники або старші виконроби. Відповідальність за організацію і стан охорони праці на будівельно-монтажних ділянках несуть керівники організацій, виконавці робіт, майстри та інженери з техніки безпеки.



Обов'язок кожного працюючого є тверде знання і неухильне виконання існуючих вимог щодо безпечних методів робіт, а також дотримання норм і правил пожежної безпеки.

#### **4.2. Заходи безпеки від дії електричного струму**

*Види електротравм.* Дія електричного струму на організм людини може викликати різні електричні травми (електричний опік, металізацію шкіри, електричний знак) і електричний удар.

Електричний опік може заподіяти електрична дуга (дугового опік) або контакт з струмоведучою частиною (струмовий опік) за рахунок перетворення енергії електричного струму в теплову.

Металізація шкіри відбувається в результаті механічного або хімічного впливу струму, коли пароподібні або розплавлені металеві частинки проникають всередину шкіри і уражену ділянку набуває жорстку поверхню.

Електричний знак наслідок теплового впливу при протіканні струму відносно великий величини через малу поверхню з відносно великим опором при температурі 50 – 115<sup>0</sup>С і хорошому контакті, в результаті чого виникають спрагли або обвуглені ділянки шкіри або припухлість її, а також відбиток від дотику струмоведучих частини.

Електричний удар призводить до порушення живих тканин організму та супроводжується мимовільними судорожними скороченнями м'язів при проходженні через тіло людини електричного струму.

Електрофтальмія призводить до запалення зовнішніх оболонок очей, що виникає в результаті впливу потужного потоку ультрафіолетових променів електричної дуги.

*Види і причини промислового травматизму.* Види промислового травматизму в зварювальному виробництві наступні:

- опіки (причини – оголені ділянки тіла не були захищені від впливу променів зварювальної дуги);

- слезотеча (причина – очі під час зварювання не були захищені окулярами від дії променів зварювальної дуги);
- отруєння організму (причина – утворюються при зварюванні пари окислів цинку, свинцю, міді, марганцю, кремнію, велика концентрація в повітрі вуглекислого газу, азоту, погана вентиляція);
- удари, падіння, переломи (причина – недотримання необхідних запобіжних заходів, наприклад: робітник не перевірів, як покладені підмостки, або як зроблено огорожу, що не прив'язався монтажним ременем і т.д);
- травматизм при вибухах (причина – порушення правил впровадження виробництва зварювальних робіт, наприклад: зварювання або різання поблизу від ємностей з вибухонебезпечними речовинами без відповідної їх дегазації);
- ураження електричним струмом (причина – не було дотримано правила техніки безпеки);
- опромінення гамма-рентгеновським випромінюванням під час просвічування зварювальних швів (причина – робочий персонал не був видалений із зони просвічування).

*Електричний струм і його вплив на нервову систему.* Такий вплив виражається дуже різко, так як при проходженні через організм електричний струм вражає величезна кількість чутливих нервів. Істотний вплив робить дію електричного струму на кісткову мускулатуру, викликаючи судому, і особливо на серце, викликаючи фібриляцію його (окремі некоординовані "посмикування" волокон серцевого м'яза). При цьому насосна функція серця припиняється і може настати смерть.

Причиною смерті, крім фібриляції, може бути зупинка дихання або опік.

Ступінь тяжкості ураження людини електричним струмом залежить від наступних факторів:

- опору тіла;
- величини, тривалості дії, роду та частоти струму;
- шляху струму в організмі;
- стану організму та умов зовнішнього середовища.

*Електробезпека при виконанні зварювальних робіт.*

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Електротравма – травма, викликана впливом електричного струму або електричної дуги.

Травматизм – явище, що характеризується сукупність електротравм.

Електричне замикання на корпус – випадкове електричне з'єднання струмоведучих частини з металевими не струмопровідними частинами електроустановки.

Електричне замикання на землю – випадкове електричне з'єднання струмоведучих частини безпосередньо з землею або не струмопровідними провідними конструкціями або предметами, які не ізолюваними від землі.

Основними причинами поразки електричним струмом є:

- вплив електричного струму, що проходить в зварювального ланцюга;
- зіткнення з відкритими струмоведучими частинами і проводами (випадкове, не викликане виробничою необхідністю, або внаслідок помилкової подачі напруги під час ремонтів і оглядів);
- дотик до струмоведучих частин, ізоляції яких пошкоджена;
- дотик струмоведучих частин через предмети з низьким опором ізоляції;
- дотик до металевих частин обладнання, випадково опинилися під напругою (в результаті відсутності або пошкодження захисних пристроїв);
- зіткнення з будівельними деталями конструкцій, випадково опинилися під напругою та ін.

Небезпека ураження електричним струмом створюють джерела зварювального струму:

- електричний привід (включаючи пускорегулюючу апаратуру);
- електрообладнання підйомно-транспортних пристроїв;
- електрифікований транспорт;
- високочастотні і освітлювальні установки;

- електричні ручні машини і т.д.

*Технічні засоби захисту.* В процесі експлуатації електрозварювальних установок потрібне застосування спеціальних засобів захисту, які діляться на:

- ізолюючі;
- огорожувальні;
- допоміжні.

Ізолюючі засоби захисту діляться на основні та додаткові.

Основні ізолюючі засоби здатні тривалий час витримувати робочу напругу електроустановки, тому ними дозволяється стосуватися струмоведучих частин, що знаходяться під напругою.

До таких засобів відносяться:

- діелектричні гумові рукавички;
- інструмент з ізольованими рукоятками;
- струмопошукові пристрої.

Додаткові ізолюючі засоби володіють недостатньою електричною міцністю і тому не можуть самостійно захистити людину від напруги струмом. До таких засобів відносяться: гумове взуття, килимки і ізолюючі підставки.

Гумове взуття і килимки як додаткові засоби захисту застосовують при операціях виконуються за допомогою основних захисних засобів.

Огорожувальні засоби захисту призначені:

- для тимчасового огороження струмоведучих частин:
  - тимчасові переносні огорожі: щити, огорожі-клітини;
  - ізолюючі накладки;
  - ізолюючі ковпаки;
- для попередження помилкових операцій (попереджувальні плакати);
- для тимчасового заземлення відключених струмопровідних частин з метою усунення небезпеки ураження працюючих струмом при випадковому появі напруги (тимчасові захисні заземлення).

Допоміжні засоби захисту призначені для індивідуального захисту працюючого від світлових, теплових і механічних впливів:

- захисні окуляри;
- спеціальні рукавиці тощо.

*Захисне заземлення, занулення і відключення електрозварювальних установок і постів.* Захисне заземлення є навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою.

Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураження електричним струмом зварювальника при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні на корпус.

Область застосування захисного заземлення – трифазні трипровідні мережі напругою до 1000 В з ізольованою нейтралю.

Як штучні заземлювачі застосовують зазвичай вертикальні та горизонтальні електроди. В якості вертикальних електродів використовують сталеві труби діаметром 3...5 см і кутову сталь розміром 40 x 40 до 60 x 60 мм довжиною 2,5...3 м, сталеві прутки діаметром 10...12 мм.

Як природні заземлювачі застосовують прокладені в землі металеві труби, за винятком трубопроводів горючих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів, а також трубопроводів, покритих ізоляцією для захисту від корозії.

Занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих не струмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою (рис. 4.1).

Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою (рис. 4.2).

Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураженням електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні на корпус.

Розрізняють заземлювачі штучні, призначені виключно для цілей заземлення, і природні – металічні предмети, які перебувають у землі.

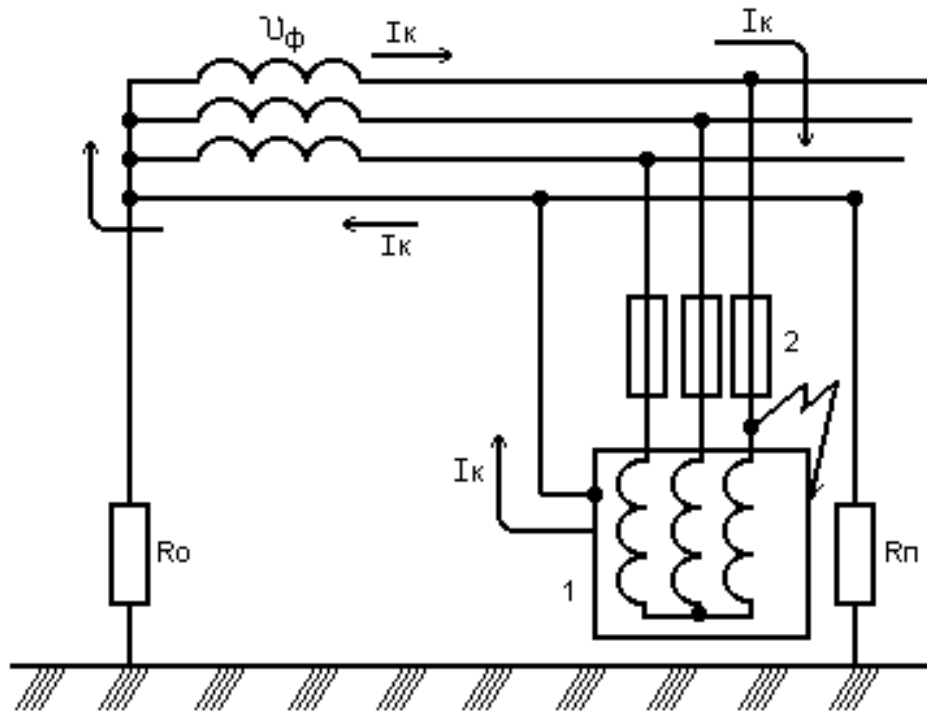


Рисунок 4.1 – Принципова схема занулення: 1 – корпус; 2 – апарати захисту від струмопровідного замикання (плавкі запобіжники, автомати тощо);  $R_o$  – опір заземлення нейтралі джерела струму;  $R_{п}$  – опір повторного заземлення нульового дроту;  $I_k$  – струм короткого замикання

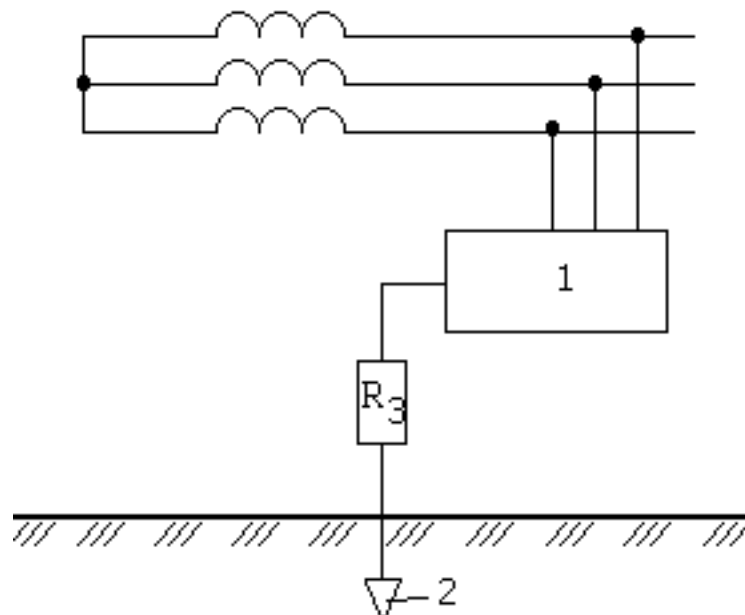


Рисунок 4.2 – Принципова схема захисного заземлення:  
1 – заземлене обладнання; 2 – заземлювач захисного заземлення;  
 $R_з$  – опір захисного заземлення

Як штучні заземлювачі застосовують зазвичай вертикальні і горизонтальні електроди. В якості вертикальних електродів використовують сталеві труби діаметром 3-5см і кутову сталь розміром  $40 \times 40$  до  $60 \times 60$  мм довжиною 2,5-3 м, сталеві прутки діаметром 10-12 мм. Для зв'язку вертикальних електродів і в якості самостійного горизонтального електрода використовують смугову сталь перетином не менше  $4 \times 12$  мм або сталь круглого перетину діаметром не менше 6 мм.

Як природні заземлювачі застосовують прокладені в землі металеві труби, за винятком трубопроводів горючих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів, а також трубопроводів, покритих ізоляцією для захисту від корозії.

Захисне відключення - швидкодіюча захист, що забезпечує автоматичне відключення електроустановки при виникненні в ній небезпеки ураження струмом (рис.25.3).

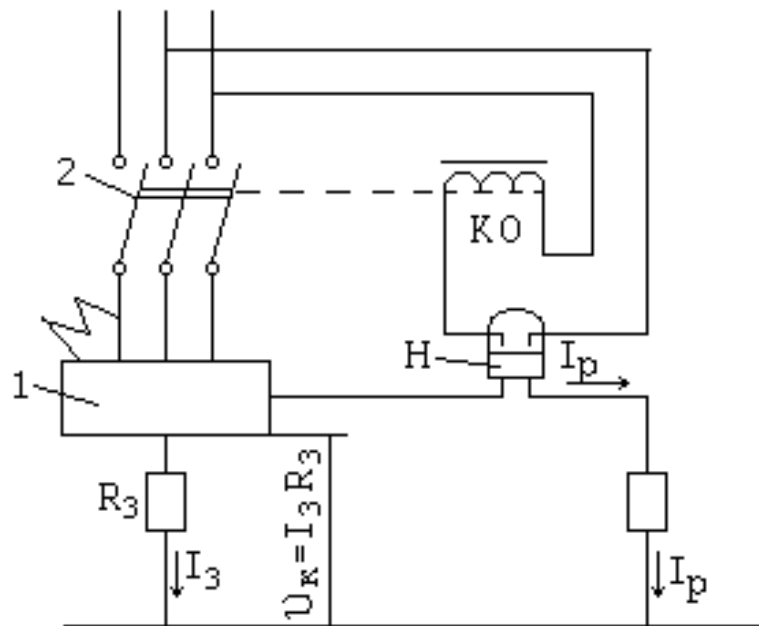


Рисунок 4.3 – Принципова схема захисного відключення: 1 – корпус; 2 – автоматичний вимикач; КО – котушка відключення; Н – реле;  $I_p$  – струм від постійного джерела;  $U_k$  – напруга корпусу

Основними частинами пристрою захисного відключення є прилад захисного відключення і автоматичний вимикач.

Прилад захисного відключення - сукупність окремих елементів, які реагують на зміну будь-якого параметра електричної мережі і дають сигнал на відключення автоматичного вимикача. Таким елементом є датчик - пристрій, що сприймає зміна параметра і перетворює його в відповідний сигнал.

Автоматичний вимикач - пристрій, що служить для виключення і відключення ланцюгів, що знаходяться під навантаженням. При коротких замикань він повинен відключати ланцюг автоматично при підключенні сигналу від приладу захисного відключення.

### **4.3. Охорона праці при виконанні зварювальних робіт**

Робоче місце зварника повинно міститися в чистоті і порядку, не допускаючи нічого зайвого, що заважає роботі на робочому місці, а також в проходах і проїздах. Деталі й заготівлі слід тримати в стійкому положенні на підкладках і стелажах; висота штабелів не повинна перевищувати півтори ширини чи півтора діаметра підстави штабеля і у всіх випадках не повинна бути більше 1 м.

Зварювальні кабелі не можна розташовувати поруч з газозварювальними шлангами і трубопроводами, які перебувають під тиском, або по ділянках з високою температурою, а також поблизу кисневих балонів і ацетиленових генераторів.

Не повинні проводитися зварювальні роботи та різання металу всередині посудин з закритими люками або не відгвинченими пробками, у неогороджених або незакритих люків, отворів, колодязів і т.п.

*Засоби індивідуального захисту.* При електродуговому ручному зварюванні зона зварювання (зварювальний дуга, розплавлений метал) є джерелом можливого травмування електрозварника випромінюванням і теплом зварювальної дуги і бризками розплавленого металу.

Для захисту очей, обличчя, шкірного покриву голови і шиї зварника від випромінювань і бризок металу, а також часткової захисту органів дихання від



безпосереднього впливу виділяються при зварюванні парів металу, шлаку і аерозолів призначені захисні щитки.

Щитки виготовляються двох основних видів: для захисту голови та ручні, які призначені для захисту зварювальника шляхом тримання щитка в руці зварника.

Щиток для захисту голови більш зручний, так як звільняє руку зварника від необхідності утримувати ручний щиток. Щитки виготовляють поглибленої форми для того, щоб вони добре захищали всі відкриті частини голови і шиї зварника.

При користуванні щитком для огляду конструкції не обов'язково відкривати щиток назад на голову, досить підняти дах рамки зі світлофільтром і оглянути конструкцію через прозоре захисне скло, а також підготувати стик до зварювання, зачистити крайки, видалити шлак і виконати інші операції, що вимагають хорошої видимості.

Для захисту від шкідливого випромінювання дуги в щитки вставляють скляні світлофільтри темно-зеленого кольору, які не пропускають шкідливого випромінювання, але дозволяють бачити дугу, розплавлений метал і маніпулювати електродом для кращого формування шва.

Застосовують 13 класів світлофільтрів типу С для зварювання на токах від 13 до 900 А. Необхідно мати на увазі, випромінювання зварювальної дуги може травмувати очі робітників, які перебували поблизу від працюючого зварника.

Тому робітників, які перебувають в зоні зварювання, слід забезпечити окулярами і світлофільтрами, призначеними для підсобних робітників. Випромінювання дуги небезпечно для зору на відстані до 20 м.

Зварювальники, що працюють на будівельних майданчиках, зобов'язані носити каски, що оберігають голову робітника від можливого травмування падаючими предметами і захищають від ударів ураження електричним струмом та атмосферних впливів. Під каску повинен одягатися головний убір – підшоломник.

Важливими засобами індивідуального захисту зварника є спецодяг і спецвзуття. Спецодяг (куртки і штани) виготовляється з матеріалу, що оберігає зварювальника від випромінювань і має протиіскрові нашивки.

Для роботи в стаціонарних постах зварювальник використовує фартух, що оберігає від бризок, особливо небезпечних при дугового різання. Взуття зварника, який працює на монтажному майданчику, повинна бути з нековзною підметкою.

До засобів індивідуального захисту відносяться також гумовий килимок, гумові рукавички і калоші, що застосовуються при роботі в особливо небезпечних місцях.

Під час роботи зварник повинен застібати куртку, не допускаючи оголення і поразки променями дуги відкритих місць тіла. Клапани куртки повинні бути закриті, брюки носяться на випуск так, щоб вони закривали черевики, щоб уникнути попадання бризок металу на ноги.

При проведенні зварювальних робіт на відкритому повітрі в холодну пору року спецодяг повинна комплектуватися теплозахисними підстилками відповідно до кліматичних зон.

При використанні матеріалів, які виділяють підвищену кількість зварювальних аерозолів (кольорових металів і сталей з цинком і цинковим покриттям і т.д.), застосовують посилену вентиляцію, що забезпечує подачу чистого повітря до зварника. Однак загальна вентиляція не завжди досягає потрібного ефекту, тому вдаються до засобів індивідуального захисту. Для цього в основному використовують фільтруючі протипилові респіратори і рідше – ізолюючі шлангові і автономні дихальні апарати.

*Пожежна безпека.* На будівельно-монтажному майданчику небезпечними факторами пожежі є:

- відкритий вогонь:
  - зварювальний дуга;
  - полум'я газового зварювання;
  - полум'я різання;

- іскри і частки розплавленого металу, які виникають під час електрозварювання і різання;

- підвищена температура виробів, які піддаються зварюванню та різанню.

Травми від пожеж можуть виникнути від займання горючих матеріалів, що знаходяться поблизу місць виробництва зварювальних та газорізальних робіт, а також від несправного стану електричної проводки.

Причиною пожежі технічного характеру на будівельно-монтажному майданчику є:

- несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження і великі перехідні опори);

- погана підготовка обладнання до ремонту;

- недотримання графіка планового ремонту;

- знос і корозія устаткування і т.д.

Причинами пожеж організаційного характеру є:

- недбале ставлення з відкритими джерелами вогню;

- неправильне зберігання пожежонебезпечних речовин;

- не дотримання правил пожежної безпеки і т.д.

Пожежна безпека на будівельно-монтажних майданчиках може бути забезпечено сукупністю заходів, спрямованих на попередження пожеж, запобігання поширення вогню в разі виникнення пожеж та створення умов, що сприяють швидкої ліквідації пожежі, що почалася.

Згідно з "Правилами пожежної безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт" передбачається комплекс заходів щодо пожежної безпеки, що забезпечують зниження небезпеки виникнення пожежі та створення умов швидкої ліквідації пожежі на будівельно-монтажному майданчику.

Передбачені на будівельно-монтажному майданчику заходи, що усувають причини виникнення пожеж, підрозділяються на:

- організаційні;

- експлуатаційні;

- технічні;

- режимні.

До організаційних заходів належать:

- навчання робітників зварників (різальників) протипожежним правилам;
- проведення бесід, інструкцій;
- організація добровільних дружин;
- пожежно-технічних комісій;
- видання наказів з питань посилення пожежної безпеки.

До експлуатаційних заходів належать:

- правильна експлуатація;
- профілактичні ремонти;
- огляди і випробування зварювального обладнання та пристроїв і т.д.

До технічних заходів належать:

- дотримання протипожежних норм і правил при влаштуванні та встановлення:

- зварювального обладнання;
- систем вентиляції;
- підведення електропроводки;
- захисного заземлення;
- захисного занулення;
- захисного відключення.

До режимним заходів належать:

- заборона куріння в невстановлених місцях;  
- проведення зварювальних та інших вогневих робіт в пожежонебезпечних місцях.

Пожежну техніку згідно ГОСТ 12.4 - 009 - 82\*, призначену для захисту будівельно-монтажних об'єктів поділяють на такі групи:

- пожежні машини (автомобілі, мотопомпи та причепа);
- установки пожежогасіння;
- установки пожежної сигналізації;

- вогнегасники;
- пожежне обладнання;
- пожежний ручний інвентар;
- пожежні рятувальні пристрої.

До ручних вогнегасників відносяться: пінні, вуглекислотні, вуглекислотні-брометілові і порошкові.

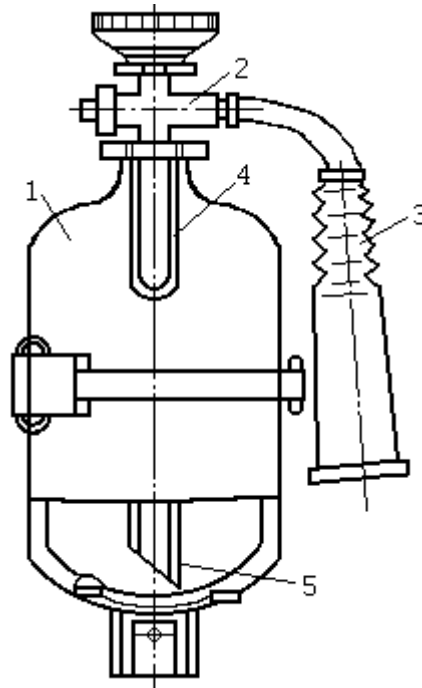


Рисунок 4.4 – Схема ручного вогнегасника ОУ-2: 1 – сталевий балон; 2 – запірний вентиль; 3 – сопло; 4 – ручка; 5 – сифонна трубка

Вогнегасник ручний вуглекислотний ОУ-2 (рис. 4.4) призначений для гасіння вогнища горіння різних речовин (за винятком тих, які можуть горіти без доступу повітря) і електроустановок, що знаходяться під напругою.

Для приведення в дію розтруб вогнегасника направляють на осередок горіння і повертають маховичок вентиля до упору.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведено вирішення технічної задачі, яка полягає у підвищенні показників якості зварювання патрубків трійника для водопровідних труб шляхом застосування зварювання методом спірання кутового зварного шва.

1. Для зварювання деталей трійника для водопровідних труб з врахуванням першого та другого шарів наплавлення зварного шва сила зварювального струму дорівнює  $I_{136} = 160$  А,  $I_{236} = 200$  А.

2. Загальний час роботи зварника, або загальний час зварювання патрубків трійника для водопровідних труб становить 38 хв.

3. Дійсний час зварювання виробу з урахуванням коефіцієнта організації праці становить 1 година 34,5 хвилини.

4. З урахуванням втрат електродів на чад, розбризування, недогарки витрата електродів на 1 погонний метр шва дорівнює 2,35 кг.

5. Витрати електроенергії на виробництво зварної конструкції трійника для водопровідних труб складають 16,45 кВт/год.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов. М.: Машиностроение, 2003.-560с.
2. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки: Учебник для проф. учеб. заведений. 4-е изд.-ние. М.: Высшая школа; Изд.Центр «Академия», 2001. 319 с.
3. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию «Расчет режимов дуговой сварки». Составитель Е. А. Трущенко. Изд-во Томского политехнического университета, 2008. 41 с.
4. Юхин Н.А. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов: Пособие для студентов. М.: Изд.Центр «СОУЭЛО», 2008. 74 с.
5. Овчинников В.В. Технология электросварочных и газосварочных работ: учебник для начального профессионального образования / В.В. Овчинников. - М.: Академия, 2010.
6. Фоминых В.П., Яковлев А.П. Ручная дуговая сварка: пособие для техн. училищ. - М.: Высшая школа, 2007.
7. Шебеко Л.П. Производственное обучение электрогазосварщиков. Москва: Высшая школа, 2009.
8. Герасименко А.И. Электрогазосварщик: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.
9. Чебан В.А. Сварочные работы. Ростов-на-Дону: Феникс, 2010.
10. Pulka Ch.V., Shably O.N., Baranovsky V.M. Senchishin V.S. Ways of updating the technology of induction surfacing of thin steel disk. The Paton WELDING JOURNAL. Kiev, E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. May-June 2015. № 5-6/2015. Pg. 59–62.
11. Пулька Ч.В., Барановський В.М., Сенчишин В.С., Гаврилук В.Я. Вібраційна потокова лінія для індукційного наплавлення тонких дисків. Наукові доповіді НУБіП України. 2015. № 8 (57). <http://nd.nubip.edu.ua>

12. Прокофьев А.С., Губатюк Р.С., Мужиченко А.Ф., Барановский В.Н. Расчет двухслойной заготовки сферических днищ для сосудов высокого давления. Междун. науч.-техн. и производств. журнал «Автоматическая сварка». 2016. ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ, МА «Саварка». № 8 (755). С. 58–62.

13. Барановський В.М., Сенчишин В.С. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Складально-зварювальне оснащення» для студентів всіх форм навчання напряму підготовки 6.050504 «Зварювання». Тернопіль : ТНТУ, 2015. 47 с.

14. Барановський В.М., Підгурський М.І., Сенчишин В.С. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування технологічних процесів зварювального виробництва» для студентів денної та заочної форми навчання для підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Спеціаліст» і «Магістр» зі спеціальності 7.05050401, 8.05050401 «Технологія та устаткування зварювання». Тернопіль : ТНТУ, 2015. 57 с.

15. Барановський В.М., Підгурський М.І., Мариненко С.Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Безпека життєдіяльності» для студентів всіх форм навчання. Тернопіль : ТНТУ, 2015. 157 с.

16. Барановський В.М., Сенчишин В.С. Методичні вказівки до практичних і самостійних занять з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів всіх форм навчання напряму підготовки 6.050504 «Зварювання». Тернопіль : ТНТУ, 2015. 28 с.

17. Барановський В.М., Підгурський М.І., Сенчишин В.С. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів денної та заочної форми навчання для підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» напрямку підготовки 6.050504 «Зварювання». Тернопіль : ТНТУ, 2015. 23 с.

18. Барановський В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Складально-зварювальне оснащення». Тернопіль : ТНТУ, 2015. 254 с.

19. Барановський В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування технологічних процесів зварювального виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2015. 58 с.



**ДОДАТКИ**

Форм.	Зона	Позн.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>ДОКУМЕНТАЦІЯ</u>		
			<i>КРБ 19-208.00.00.000 СК</i>	<u>СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ</u>		
		1	<i>КРБ 19-208.01.00.000</i>	<i>ПРИТИСКАЧ</i>	1	
		2	<i>КРБ 19-208.02.00.000</i>	<i>ПРИТИСКАЧ</i>	1	
		3	<i>КРБ 19-208.03.00.000</i>	<i>ОСНОВА</i>	1	
		4	<i>КРБ 19-208.04.00.000</i>	<i>СТІЙКА</i>	1	
		5	<i>КРБ 19-208.05.00.000</i>	<i>ВІДКИДНИЙ УПОР</i>	1	
		6	<i>КРБ 19-208.06.00.000</i>	<i>ФІКСАТОР В ЗБОРІ</i>	1	
		7	<i>КРБ 19-208.07.00.000</i>	<i>СТІЙКА</i>	1	
		8	<i>КРБ 19-208.08.00.000</i>	<i>ПЛАНКА</i>	1	
		9	<i>КРБ 19-208.09.00.000</i>	<i>ВИЛКА</i>	1	
		10	<i>КРБ 19-208.10.00.000</i>	<i>ВІДКИДНИЙ УПОР</i>	1	
		11	<i>КРБ 19-208.11.00.000</i>	<i>ОПОРА</i>	1	
		12	<i>КРБ 19-208.12.00.000</i>	<i>ОПОРА</i>	1	
		13	<i>КРБ 19-208.13.00.000</i>	<i>КОРПУС</i>	1	
		14	<i>КРБ 19-208.14.00.000</i>	<i>УПОР</i>	1	
		15	<i>КРБ 19-208.15.00.000</i>	<i>ОПОРА</i>	1	
		16	<i>КРБ 19-208.16.00.000</i>	<i>УПОР</i>	1	
		17	<i>КРБ 19-208.17.00.000</i>	<i>РУЧКА</i>	1	
				<u>ДЕТАЛІ</u>		
		18	<i>КРБ 19-208.00.00.001</i>	<i>ОПОРА</i>	1	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>КРБ 19-208.00.00.000 СК</i>		
Розроб.		<i>Суда</i>			Літ.	Лист	Листів
Перевір.		<i>Барановський</i>				1	4
Рецензент		<i>Ляшук</i>			<i>ТНТУ, ФМТ, Каф. ТМ, МЗС-41</i>		
Н. Контр.		<i>Ткаченко</i>					
Зав. каф.		<i>Овдій</i>					
<b>ЛІНІЯ ЗВАРЮВАННЯ ПАТРУБКІВ</b>							

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Прим.
		19	КРБ 19-208.00.00.002	ВТУЛКА	1	
		20	КРБ 19-208.00.00.003	ВТУЛКА	3	
		21	КРБ 19-208.00.00.004	ФЛАНЕЦЬ	1	
		22	КРБ 19-208.00.00.005	ПАЛЕЦЬ	4	
		23	КРБ 19-208.00.00.006	ПАЛЕЦЬ	3	
		24	МР 033.05.00.00.007	ЩИТОК	1	
		25	МР 033.05.00.00.008	ФІКСАТОР	4	
		26	МР 033.05.00.00.009	ВИЛКА	1	
		27	МР 033.05.00.00.010	ВТУЛКА	1	
		28	МР 033.05.00.00.011	ВТУЛКА	3	
		29	МР 033.05.00.00.012	ВКЛАДЕШ	2	
		30	МР 033.05.00.00.013	СТЕРЖЕНЬ	1	
		31	МР 033.05.00.00.014	РУЧКА	1	
		32	МР 033.05.00.00.015	СТІЙКА	1	
				ТРУБА 40×40×4 ГОСТ 8639-82		
				10ГОСТ 13663-68		
		33	ДРМ 369.05.00.00.016	L=85h14	1	
		34	ДРМ 369.05.00.00.017	ШТИР 19,9f9	1	
		35	ДРМ 369.05.00.00.018	ОПОРА 16,5 h11	1	
		36	ДРМ 369.05.00.00.019	ОПОРА 20 h11	1	
		37	ДРМ 369.05.00.00.020	ОПОРА 22 h11	1	
		38	ДРМ 369.05.00.00.021	ОПОРА 40 h11	2	
		39	ДРМ 369.05.00.00.022	КНОПКА	1	
				<u>СТАНДАРТНІ ВИРОБИ</u>		
				БОЛТИ ГОСТ 7798-70		
		40		M10-6g×30.58.019	12	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Прим.
		41		<i>M12-6g×30.58.019</i>	4	
				<i>ГВИНТИ ГОСТ 1477-75</i>		
		42		<i>M6-6g×20.58.019</i>	1	
		43		<i>M10-6g×40.58.019</i>	1	
		44		<i>M10-6g×45.58.019</i>	1	
				<i>ГВИНТИ ГОСТ 1491-72</i>		
		45		<i>M8-6g×25.58.019</i>	16	
		46		<i>M10-6g×30.58.019</i>	5	
				<i>ГВИНТИ 7006-1253</i>		
		47		<i>ГОСТ 9052-69</i>	1	
				<i>ГАЙКИ ГОСТ 5916-70</i>		
		48		<i>M6-6H.5.019</i>	1	
		49		<i>M10-6H.5.019</i>	1	
				<i>ШАЙБИ ГОСТ 6402-70</i>		
		50		<i>8.65 Г.019</i>	16	
		51		<i>10.65 Г.019</i>	17	
		52		<i>12.65 Г.019</i>	4	
				<i>КОЛЬЦО ГОСТ 13940-68</i>		
		53		<i>1А 40</i>	4	
				<i>ШАЙБИ ГОСТ 11371-78</i>		
		54		<i>8.01.05.016</i>	3	
		55		<i>12.01.05</i>	2	
				<i>ШПЛИНТИ ГОСТ 397-79</i>		
		56		<i>2×16.0.019</i>	3	
		57		<i>32×20.0.019</i>	2	
				<i>ШТИФТИ ГОСТ 3128-70</i>		
		58		<i>8m6×30</i>	24	
		59		<i>8m6×30</i>	4	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Прим.
		60		8т6×100	1	
		61		10т6×80	4	
		62		12т6×100	1	
		63		4т6×20	2	
				ОСІ ГОСТ 9650-80		
		64		6-8f9×35.45	1	
		65		6-8f9×70.45	2	
		66		6-12f9×75.45	1	
		67		РУКОЯТКА 7064-0059	2	
				ГОСТ 8923-67		
				ПРУЖИНА 7039-2025		
		68		ГОСТ 131665-67	1	
				КНОПКА		
		70		СТП 323.2127-76	1	
				КОРПУС		
		71		СТП 323.241-76	1	