

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інженерно-фізичний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: “Вдосконалення технологічного процесу збирання та зварювання тяги для кріплення двигуна вертольоту”

Виконав: студент II курсу, групи ІФ–312м

Спеціальності 131 Прикладна механіка

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма Технології та устаткування зварювання

Дячок Є.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Осіпов М.Ю.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Олександр МІТЯЄВ

(прізвище та ініціали)

2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інженерно-фізичний факультет

Кафедра Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Освітня програма Технології та устаткування зварювання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к.т.н, доц.

О.Є. Капустян

« 15 » грудня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА

Дячок Є.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: “Вдосконалення технологічного процесу збирання та зварювання тяги для кріплення двигуна вертольоту”

Керівник проекту канд., техн. наук, доц.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від

2. Строк подання студентом проекту 1 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до проекту креслення виробу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

Аналіз вихідних даних

Технологічний процес збирання та зварювання виробу

Проектні та конструкторські розробки

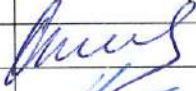


Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Тяга; пристосування для прихоплення; установка для зварювання; мікроструктура зварного з'єднання, виконаного за традиційною технологією; мікроструктура зварного з'єднання, виконаного за розробленою технологією

6. Консультанти розділів проекту


Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	Осіпов М.Ю.		
4	Нестеров О.В.		
	Корнієнко О.Б.		16.12.23

7. Дата видачі завдання «16» жовтня 2023 року.

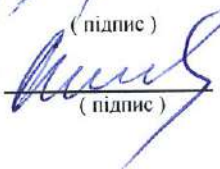
Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломного Проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ		
2.	Аналіз вихідних даних		
3.	Технологічний процес збирання та зварювання виробу		
4.	Проектні та конструкторські розробки		
5.	Охорона праці		
6.	Висновки		
7.	Виконання креслень та додатків		

Студент

 С. В. Дячок
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

 М.Ю. Осіпов
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 61 с., 14 рис., 18 табл., 1 додаток, 22 джерел

Тяга,

Зварювання,

Дріт,

Газ,

Оснастка

Об'єкт дослідження - тяги для кріплення двигуна вертольоту.

Мета роботи - провести аналіз технологічного процесу складання і зварювання тяги для кріплення двигуна вертольоту.

Результат роботи - розроблено технологічний процес складання і зварювання тяги для кріплення двигуна вертольоту.

Зварювання тяги виконують напівавтоматичним зварюванням. Пропонується замінити напівавтоматичне зварювання на дугове зварювання неплавким електродом з присадним металом. Для зварювання використовувати зварювальну головку розроблену навмисно для зварювання труб MU IV 115. Заміна зварювального дроту з Св-08Г2С на Св-18ХМА. Використати функцію ТАС для прихоплення. Розробити пристосування для полегшення і пришвидшення процесу прихоплення. Всі запропоновані нововведення дозволять підвищити якість зварювання, знизити собівартість виробництва, визначивши достатній економічний ефект. Результати роботи можуть бути використані на підприємствах.

ABSTRACT

Software: 61 pp., 14 pictures, 18 tables, 1 appendices, 22 sources

Drawing,

Welding,

Wire,

Gas,

Fitting

The object of the study is the traction for fastening the helicopter engine.

The purpose of the work is to conduct an analysis of the technological process of assembly and welding of the thrust for mounting the helicopter engine.

The result of the work - a technological process of assembly and welding of thrust for fastening the helicopter engine was developed.

Welding of the draft is performed by semi-automatic welding. It is proposed to replace the semi-automatic welding with arc welding with a non-fusible electrode with filler metal. For welding, use a welding head specially designed for welding MU IV 115 pipes. Replacement of welding wire from CB-08Г2С to CB-18XMA. Use the TAC function to capture. Develop devices to facilitate and speed up the process of grasping. All these innovations will allow to reduce the cost of production, having determined a sufficient economic effect. The results of the work can be used at enterprises.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	
Вступ	8
1. Аналіз вихідних даних і технічне завдання на виготовлення виробу	9
1.1 Призначення, конструкція і матеріал виробу	9
1.2 Характеристика виробу для зварювання	10
1.3 Аналіз технологічності виробу	13
1.4 Технічні умови на виготовлення виробу	14
1.4.1 Вимоги до основних і допоміжних матеріалів	14
1.4.2 Загальні положення по технології заготівельних робіт	14
1.4.3 Технічні вимоги по складанню і зварюванню	15
1.4.4 Правила прийомки і методи контролю якості	15
2. Технологічний процес збирання і зварювання виробу	16
2.1 Загальна технологічна схема виготовлення виробу	16
2.2 Послідовність виконання складально-зварювальних операцій на базовому підприємстві.	17
2.3 Аналіз технології збирання та зварювання виробу на базовому підприємстві	32
3. Проектні та конструкторські розробки	34
3.1 Джерела струму	34
3.2 Зварювальний пальник TTG 2200	43
3.3 Зварювальна головка MU IV 115	45
3.4 Пристосування для прихваток	47
4. Охорона праці та навколишнього середовища	49
4.1 Охорона праці ділянки збирання і зварювання	49
4.2 Охорона навколишнього середовища на підприємстві	50
Висновки	52
Перелік джерел і посилань	53
Додаток А Комплект специфікацій	55

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

σ_v – тимчасовий опір;

σ_T – межа текучості;

δ – відносне подовження;

KCV – ударна в'язкість;

φ – відносне звуження;

~ – змінний струм;

= – постійний струм.

НШЗ – навколошовна зона;

ЗТВ – зона термічного впливу

ВСТУП

На теперішній час в машинобудівній промисловості стоять задачі неперервного удосконалення конструкцій машин, зниження їх ваги, скорочення вартості термінів виготовлення. До машин висувають вимоги підвищеної довговічності і надійності в роботі. Для виконання цих вимог і використовуються найбільш прогресивні технологічні процеси. Зварювання є одним із прогресивних технологічних процесів сучасного машинобудування. Широкого розповсюдження високопродуктивні і прогресивні способи зварювання отримали і в такій важкій галузі, що вимагає високої якості виробів, як авіабудування. Тут зварювання дає найбільш надійне і просте рішення задач виготовлення герметичних з'єднань в умовах швидко змінюючих градієнтів температур і тисків.

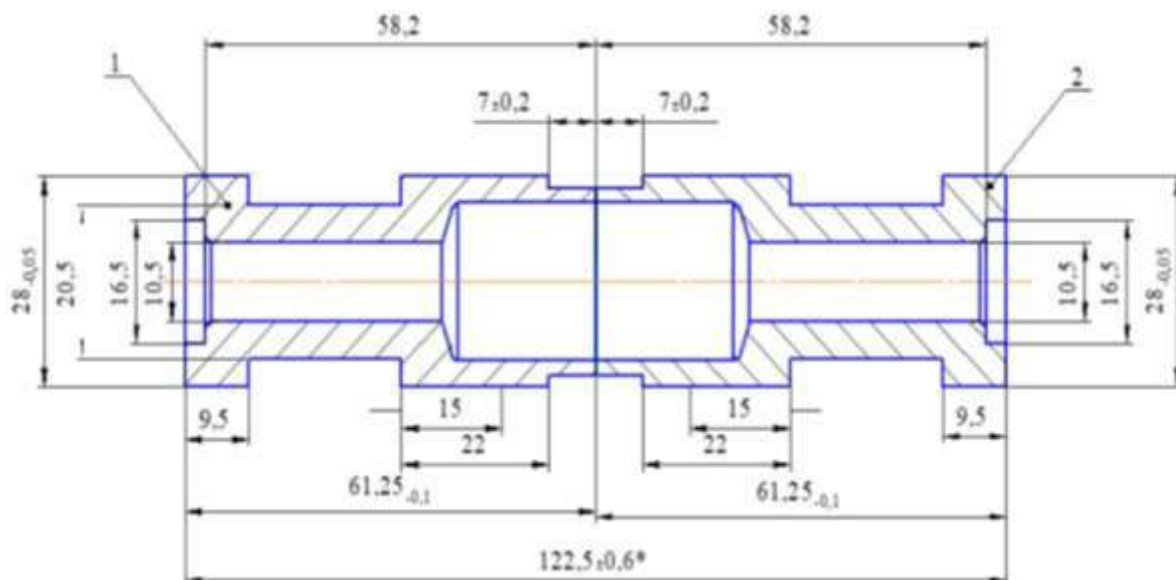
В авіабудуванні вага зварних конструкцій складає 50 % від ваги літака, а трудомісткість зварювальних робіт складає 20 % від загальної продуктивності.

Більш високі вимоги до якості зварних з'єднань в авіабудуванні визначили необхідність більш повної механізації і автоматизації процесів зварювання. В результаті, різко підвищується продуктивність праці, усувається суб'єктивний вплив робітника на якість зварного з'єднання, суттєво покращуються умови праці, зменшується виробничий цикл та скорочуються необхідні площі цеху. Рівень механізації в сучасному авіабудуванні складає 90 % [1]. Найбільшого розповсюдження отримали такі види зварювання як ручне та автоматичне, в середовищі захисних газів, електронно-променевого, контактне. Таким чином, зварювання фактично є одним з передових методів з'єднання деталей в авіабудуванні, яке дозволяє отримання якісних зварних конструкцій.

1. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ І ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ

1.1 Призначення, конструкція і матеріал виробу

Вихідними даними для проекту є креслення виробу (рис. 1.1).



1 – наконечник № 1; 2 – наконечник №2

Рисунок 1.1 – Тяга

Тяга, уявляє собою трубчасту конструкцію, є елементом конструкції вертольоту та служить для кріплення двигуна вертольоту. Тяга складається з двох симетричних частин які зварюються між собою. Товщина зварної стінки 2 мм.

Матеріал деталі – сталь 30ХГСА.

Хімічний склад і механічні властивості сталей 30ХГСА наведено в табл. 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 30ХГСА, по ГОСТ 4543-71

Вміст елементів, мас.%					
C	Mn	Cr	Si	S,	P
0,28-0,35	0,8 – 1,1	0,8-1,1	0.9-1,2	≤0.025	

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 30ХГСА по ГОСТ 4543-71

σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	Ψ , %	КСУ, МДж/м ²
1100	850	10	45	0.5

1.2 Характеристика виробу для зварювання.

Матеріал виробу сталь 30ХГСА – представляє собою високоякісну середньолеговану конструкційну сталь, найпоширеніша із класу сталей хромансиль (система легування "хром-марганець-кремній"). Після гартування і високого відпуску вона стає досить міцною за сповна задовільної пластичності, і її широко використовують у різних галузях машинобудування для виготовлення різних відповідальних деталей, особливо таких, що працюють за низьких температур і знакозмінних навантажень, в умовах циклічних або ударних навантажень, концентрації напружень, а в деяких випадках і при понижених температурах [2, с.184].

Дана сталь не містить дефіцитних легувальних елементів і є досить дешевою, але недоліком її є обмежена зварність, тому для отримання якісних зварних з'єднань потрібне попереднє підігрівання та термічне оброблення [3]. Об'ємні частини фосфору і сірки суворо контролюються. В готовому сплаві їх не повинно бути більше вказаної норми. В іншому випадку сталь 30ХГСА втрачає основні характеристики, що недопустимо для деяких областей використання.

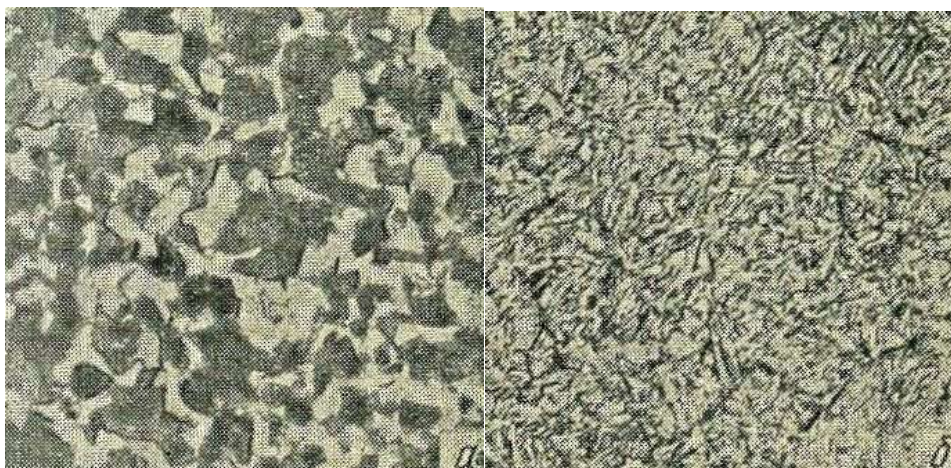
Механічні характеристики зберігаються до відмітки 400°C.

Технологічні властивості матеріалу (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Технологічні властивості матеріалу 30ХГСА

Температура кування	Початок 1240, завершення 800. Перерізи до 50 мм охолоджуються в штабелях на повітрі, 51-100 мм – в ящиках
Схильність до відпускнуї крихкості	схильна
Флокеночутливість	чутлива

Типова структура сталі 30ХГСА показана на рис. 1.2.



а – відпалений стан; б – поліпшений стан

Рисунок 1.2 – Структура сталі 30ХГСА, х500 [4, 5]

Головною особливістю цих сталей це - хороша прокалюваність.

Звичайна термічна обробка таких сталей – гартування в маслі та високий відпуск (550 - 650°C) (табл. 1.4). Леговані конструкційні сталі мають після відпалу приблизно однакову структуру, яка складається із фериту і перліту (кількість перліту тим більша, чим більше вуглецю та легувальних елементів, так як більшість легувальних елементів зміщує точку S вліво, на діаграмі Fe-C). В термічно обробленій сталі структура складається із продуктів розпаду мартенситу. Ефект покращення, тобто підвищення механічних властивостей сталі після подвійної обробки, спостерігається лише при відпуску до температур, при яких зберігається орієнтація по мартенситу.

Таблиця 1.4 – Механічні властивості в залежності від температури відпуску, матеріалу 30ХГСА

t відпуску, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/м ²	НВ
Діаметр 20-70 мм, гарт 880 °С, масло. Після відпуску охолодження у воді.						
200	1570	1700	11	44	88	487
300	1520	1630	11	54	69	470
400	1320	1420	12	56	49	412
500	1140	1220	15	56	78	362
600	940	1040	19	62	137	300

Сталь марки 30ХГСА вважається обмежено зварювальною. Рекомендовані методи зварювання – РДЗ і АДЗ під флюсом і захисною атмосферою, необхідний підігрів перед зварюванням до 300° і термічна обробка після нього. Різкий перепад температури здатен викликати тріщини шву.

Більш низька технологічна міцність зварних з'єднань виникає в результаті утворення під дією зварювальних напружень у навколошовній зоні крупнозернистої мартенситної структури з низькою тріщиностійкістю. Це призводить до недостатньої деформаційної спроможності границь зерен для релаксації внутрішніх напружень [6, 7]. Для зменшення схильності зварних з'єднань до утворення холодних технологічних тріщин застосовують попереднє підігрівання та використовують зварювальні матеріали, що забезпечують утворення аустенітних зварних швів [8]. Відносно невисока межа текучості аустеніту сприяє релаксації напружень, які виникають у зварному з'єднанні внаслідок термодформаційного циклу зварювання (ТЦЗ) [9, 10]. Сталь 30ХГСА схильна до аустеніто-мартенситного та аустеніто-бейнітного перетворень під дією (ТЦЗ), особливо у ділянці перегріву. Уникнути появи такої структури під час зварювання можливо шляхом істотного зменшення швидкості охолодження зварних з'єднань у температурному інтервалі мінімальної стійкості аустеніту (500...600 °С) до значення, не вищого за 4 град/с [11].

Важливо також враховувати, що середньолеговані мартенситно-бейнітні сталі чутливі до концентраторів напруг, особливо після звичайного загартування

та відпустки, і охрущування в результаті насичення воднем [12], що при високих внутрішніх напруженнях або циклічному навантаженні може спричиняти зародження тріщин і призвести до руйнування конструкції.

Сталь 30ХГСА відноситься до групи термічно зміцнених сталей чутливих до швидкостей охолодження. Це значною мірою впливає на властивості зварних з'єднань і вимагає наступної термічної обробки. Швидко протікають процеси у зварювальній ванні створюють нерівноважні умови кристалізації, а незавершеність процесів дифузії обумовила вплив на хімічну та структурну неоднорідність [13]. Найбільшу небезпеку представляє зона сплавлення наплавленого металу з основним

1.3 Аналіз технологічності виробу

Тягу випускають в заводських умовах, використовуючи стандартне обладнання і матеріали, тобто виготовлення тяги на усіх етапах технологічного процесу можливе за допомогою механізації і автоматизації виробництва.

При виробництві тяги можливе використання поточних ліній, які оснащені спеціальним або стандартним обладнанням і транспортуючими пристроями, що суттєво покращує час і витрати на виробництво. Місця положення зварних швів легко доступні для виконання зварювальних робіт. Використання механізації для збирання і зварення тяги дозволяє значно полегшити процес виробництва.

Виходячи із перелічених особливостей, дану конструкцію можна вважати технологічною.

1.4 Технічні умови на виготовлення виробу

1.4.1 Вимоги до основних і допоміжних матеріалів

Дріт для зварювання згідно ГОСТ 27265-87 постачається в дегазованому і протравленому стані. Дріт перед зварюванням піддають дифузійному відпалу при температурі 800 °С в глибокому вакуумі [2].

Овальність дроту не повинна виводити діаметр дроту за граничне відхилення по діаметру – 0,1 мм.

Поверхня дроту повинна бути чистою і світлою без кольорів побіжалості, темних плям і непотравів, на поверхні дроту допускаються дрібні надриви, риси і закати глибиною, що не перевищує 0,2 мм.

Допускається виправлення поверхневих дефектів і забруднень зачищенням їх і травленням до дегазації дроту, після дегазації допускається зачищення тільки місцевих одиничних забруднень. Допускається травлення окремих бухт з наступною повторною дегазацією.

Зварювальний дріт намотують в бухти із зовнішнім діаметром не більше 900 мм. Дріт в бухті не повинен мати злиплих друг з другом витків і згинів менше, ніж 100°. Хвилястість дроту, пов'язана з відпаленням бухт, не є ознакою браку. Маса бухти дроту повинна бути не більше 50 кг. Якщо бухта складається із декількох шматків, то довжина шматка повинна бути не менше 10 м.

Механічні властивості дроту повинні відповідати $\sigma_B = 295-470$ МПа, $\delta = 30$ %.

1.4.2 Загальні положення по технології заготівельних робіт

Якість основного металу повинна відповідати вимогам сертифікату, що поставляється заводами-поставниками разом з партією металу.

Висуваються наступні технічні вимоги до вихідної заготовки:

- усунення поверхневих дефектів проводиться зачищенням (допустиме зменшення товщини 0,25-0,4 мм);
- якість поверхні контролюється візуально без використання збільшувальних пристроїв;
- для контролю розмірів відбирають кожну десятку заготовку із партії.

1.4.3 Технічні вимоги по складанню і зварюванню

Для виконання якісного зварення, всі операції складання та прихоплення виконувати на спеціалізованих пристроях. Перед зваренням необхідно зачистити зварювані кромки від мастила, іржі та інших забруднень. Зварювані поверхні механічно зачистити до металічного блиску. Зачищати зварні шви відразу після зварення.

1.4.4 Правила прийомки і методи контролю якості

Контроль якості зварних з'єднань проводять за допомогою візуального, рентген і контролю на мех. властивості.

Контролю зовнішнього огляду підлягають як сам шов, так і навколошовна зона на відстані не менше 10 мм від границі шву. Зовнішній огляд проводять з метою виявлення дефектів, які виходять на поверхню.

Контроль якості поверхонь проводиться шляхом візуального огляду.

Візуальний контроль та вимірювання зварних швів необхідно проводити після очищення швів і оточуючих до них поверхонь основного металу від шлаку, бризків та інших забруднень.

Візуальному контролю та вимірюванню підлягають усі зварні шви для виявлення зовнішніх недопустимих дефектів.

Візуальний контроль та вимірювання необхідно проводити в доступних місцях з двох сторін по всій протяжності шву.

Візуальний контроль проводять в наступному порядку:

- провести контроль форми шву;
- провести контроль поверхні шву. Не допускаються подрізи більше 1 мм в глибину, непровари, кратери, тріщини;
- недопустимі дефекти усувати.

Геометричні розміри і форму поверхонь необхідно заміряти за допомогою засобів, що забезпечують похибку не більше 30 % встановленого допуску на виготовлення.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ЗБИРАННЯ І ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ

2.1 Загальна технологічна схема виготовлення виробу

Загальна технологічна схема виготовлення виробу - характеризує загальну кількість операцій та їх послідовність у процесі виробництва, з урахуванням вхідного та вихідного контролю.

Послідовність операцій вибираємо з урахуванням безперервності технологічного процесу та мінімізації транспортних операцій.

Технологічний процес виготовлення виробу можна розбити на такі основні

- технологічні операції;
- заготівельні операції;
- обробні операції;
- складальні операції;
- зварювальні операції;
- контрольні операції.

2.2 Послідовність виконання складально-зварювальних операцій на базовому підприємстві.

Основні технологічні операції процесу складання та зварювання виробу:

- 005 Комплектування;
- 010 Промивка водою;
- 015 Маркування;
- 020 Зачистка;
- 025 Очистка піскоструминна;
- 030 Обезжирювання;
- 035 Зварювання;
- 040 Зачистка;
- 045 Контроль неруйнівний радіаційний;
- 050 Контроль;
- 055 Термічна обробка;
- 060 Очистка піскоструминна;
- 065 Контроль;
- 070 Слюсарна;
- 075 Промивка розчинником;
- 080 Контрольна;
- 085 Консервація.

Деталі 1 і 2 (див. рис. 1.1) поступають на ділянку чисті без нальоту, забоїв, вм'ятин та корозії.

005 Комплектування

Обладнання: Верстак

На партію зварювання збірних одиниць не більше 36 шт. прикладають:

- для налагодження режимів зварювання, контролю глибини провару три комплекти зразків по 2 штуки ідентичні по розмірам з деталями 1 і 2 (див. рис. 1.1).
- для випробування на розтяг по 1 шт. ідентичні по розмірам з деталями 1 і 2 (див. рис. 1.1).

010 Промивка водою

Промити деталі 1 і 2 (див. рис. 1.1) з наступним сушінням сухим стиснутим повітрям.

Час між промивкою і зварюванням не більше 24 години.

015 Маркування

Обладнання: Верстак слюсарний

Маркувати на торцях із двох сторін номер партії шрифтом 3 згідно ескізу (рис. 2.1).

Інструмент: молоток 200 г, набір клейм.

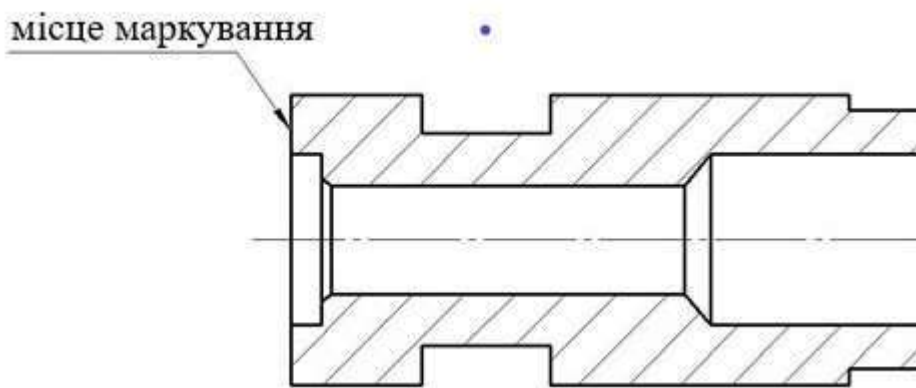


Рисунок 2.1 – Маркування

020 Зачистка

Зачистити зовнішню поверхню деталі по діаметру в місцях під зварювання до металічного блиску на довжині 5...10 мм згідно ескізу (рис. 2.2).

Обладнання: Верстат полірувально-шліфувальний.

Пристосування: оправка.

Допускаються технологічні фаски під зварювання

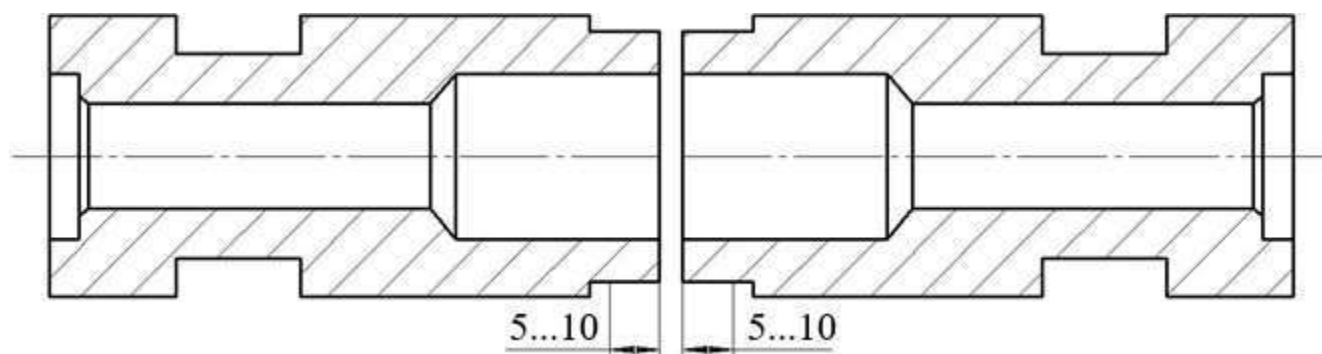


Рисунок 2.2 – Зачистка

Технологічний режим: швидкість обертання $n = 3000 \text{ хв}^{-1}$, подача ручна.

Інструмент: ТШ 160x20x10 14AF60 круг войлочний, штангенциркуль

ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Респіратор типу «пелюстка», захисні окуляри.

025 Очистка піскоструминна

Обдуги деталі 1 і 2 (див. рис. 1.1).

030 Знежирення

Знежирити і знесмолити деталі 1 і 2 (див. рис. 1.1) згідно тех. процесу.

035 Зварювання

Напівавтоматичне зварювання.

Зварювальні матеріали.

Напівавтоматичне зварювання та прихоплення виконується зварним дротом Св-08Г2С в середовищі CO_2 , який застосовується для зварювання вуглецевих та низьколегованих сталей. Хімічний склад дротів та механічні властивості швів при зварюванні сталі Ст.3 сп наведені у табл. 2.1 та 2.2 відповідно.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С, мас. % ГОСТ 2246-70

C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr
0,05-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	не більш			
			0,025	0,03	0,25	0,2

Таблиця 2.2 – Механічні властивості швів при зварюванні дротом СВ-08Г2С [5]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	α_H (МДж/м ²) при температурі, °С			
				+20	-20	-40	після механічного старіння
430- 450	560- 580	20-25	60- 62	1,1- 1,3	0,6- 1,2	0,4- 0,8	0,4-0,6

Для забезпечення задовільних властивостей зварного виробу як захисний газ застосовується CO₂ (ГОСТ 8050-76), який застосовують для зварювання електродом, що плавиться, сплавів у сильноокислій атмосфері. Технічні умови, що пред'являються вуглекислому газу представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технічні умови на вуглекислий газ

Сорт	Вміст CO ₂ , %	Вміст пари H ₂ O, %	Температура насичення, К
Зварювальний	99,5	0,184	225

Обладнання: зварювальний напівавтомат ПДГУ-500 (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Характеристики ПДГУ-500

Номінальна напруга мережі 50-60 Гц,	3 x 380 +/-10%
Потужність, кВт,	не більше 25
Номінальний струм при ПН 50 %, А	500
Номінальний струм при ПН 60 %, А	460
Номінальний струм при ПН 100 %, А	360
Межі регулювання струму, А	10 – 500
Напруга холостого ходу, В	не більше 75

Діапазон робочої напруги, Ст.	8 – 40
Діаметр електрода/дроту, мм.	1,6 - 6 / 0,8 - 2,4
Програми	ММА, МІГ/МАГ, ТІГ-ДС
Ступінь захисту	IP 23
Первинний запобіжник (автомат), А	40
маса, кг	70
Габарити (ВхШхД), мм	830*350*745

Установка ПДГУ-500 – потужний та універсальний зварювальний напівавтомат, призначений для:

- МІГ/МАГ – напівавтоматичного зварювання вуглецевих, низьколегованих, нержавіючих сталей, чавуну, алюмінію та його сплавів, дротом суцільного перерізу в середовищі захисних газів діаметр 0,8 – 2,4 мм. та флюсовий, самозахисний діаметр до 2,4 мм;

- ММА - ручного електродугового зварювання штучними електродами всіх типів, діаметр 2 - 6 мм;

- ТІГ-ДС - аргонодугового зварювання постійним струмом, вуглецевої, легованої сталі, міді, титану та чавуну в середовищі аргону;

- повітряно-дугового різання металів вугільним електродом, діаметр 4 - 10 мм;

Переваги:

- інформативний, 16-бітний дисплей: струм, напруга, функція, неполадки;
- регулювання зварювального струму, процесорне керування формуванням плавної краплі, низький рівень розбризкування металу, чудова форма шва та висока ефективність зварювання;

- функції “Гарячий старт”, “Антиприлипання” та “Форсаж дуги” включені до базової комплектації та працюють автоматично;

- функція “Гарячий старт”, що відключається, для зварювальників - професіоналів;

- регулювання ширини дуги (струму форсажу) у режимі ММА, дозволяє задати тиск дуги, підлаштуватися під різні типи електродів та просторове положення шва;

- режим "коротка дуга", для зварювання тонких металів та герметичних швів у режимі ММА.

- попереднє завдання крутості ВАХ, залежно від типу покриття електрода: "основний", "целюлозний", "рутиловий";

- автоматичне відключення при перегріві, відсутності однієї з фаз напруги живлення або при зниженні напруги живлення більш ніж на 15%.

- функція FAN (вентилятор за потребою), що обмежує попадання зайвого пилу всередину;

- режим "ліфт" та можливість підключення осцилятора для ТІГ;

- двох/чотирьох такт на (2 T/4T) конфігурація включення процесу зварювання;

- функція заправки дроту та тест газової магістралі;

- регульовані: попереднє/фінальне продування газом, допалювання вильоту дроту;

- наявність розетки (36 В) для підключення обігрівача газу;

- безпечні, байонетні роз'єми силових кабелів.

Пристосування і інструмент: ротаметр РМ-6,3 ГУЗ.

Ротаметр РМ-6,3 ГУЗ (РМ-04-6,3ГУЗ) (табл. 2.5) за ГОСТ 13045-81 типу РМ-04 застосовується для вимірювання витрати однорідних плавномісних потоків чистих і слабозабруднених газів з дисперсними включеннями сторонніх частинок. Градування ротаметра РМ-6.3 ГУЗ індивідуальне і виконується виробником газу.

Таблиця 2.5 – Основні характеристики ротаметрів для вимірювання газу:

Верхня межа вимірювань, м ³ /год	Матеріал поплавців	Матеріал внутрішньої арматури	Умовний прохід (Ду), мм	З'єднання з трубопроводом	Габаритні розміри, мм	Маса, кг
6,3	Сплав Д1Т	12Х18Н9Т	15	фланцеве	395x104	1,7

1. Зібрати деталі 1 і 2 (див. рис. 1.1) згідно ескізу (рис. 2.3). Проміжок під зварювання 0...0,1 мм. Зміщення кромки по висоті не більше 0,2 мм по усій довжині шву.

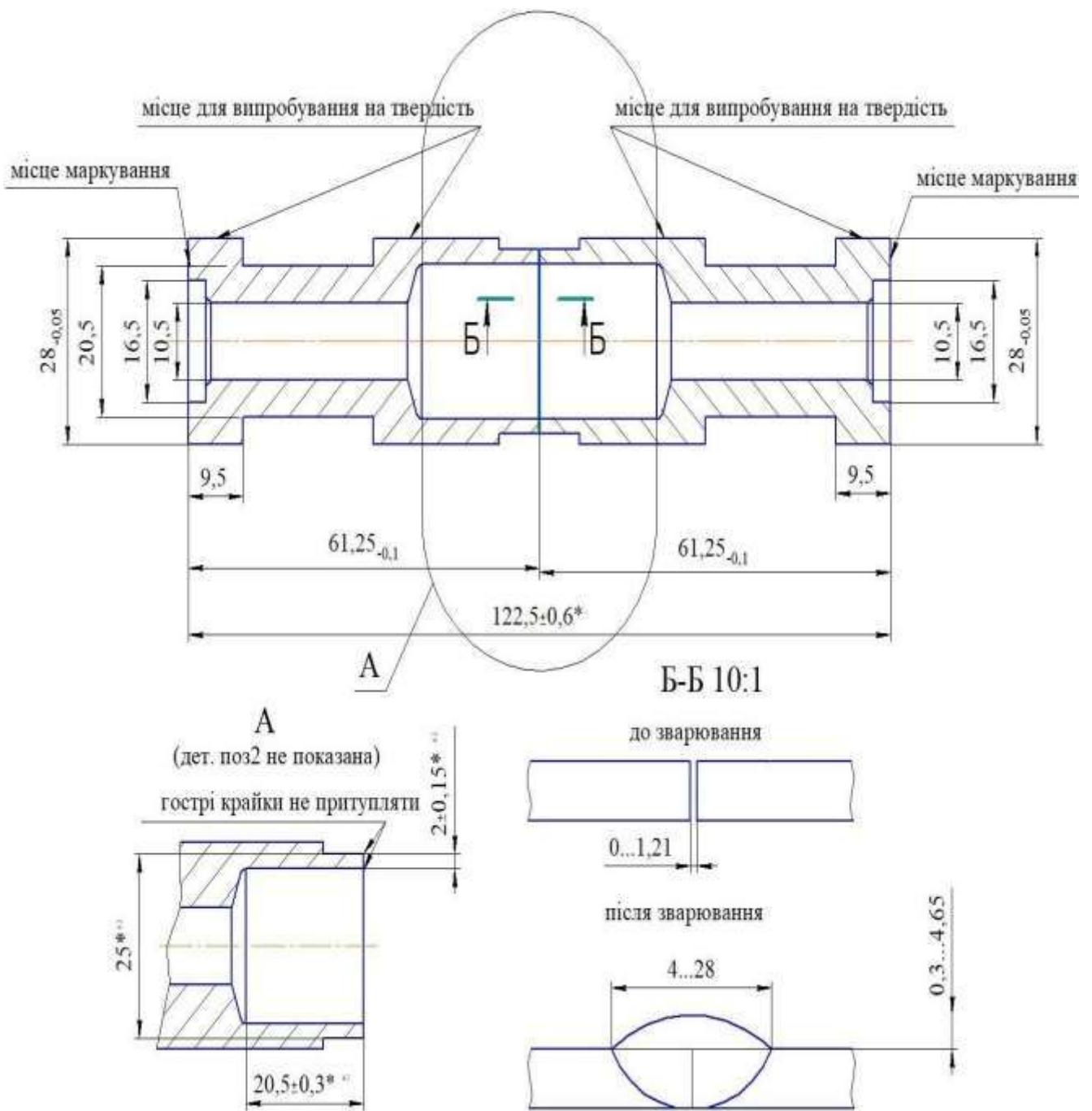
Пристосування і інструмент: щуп, штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Пристосування: приладдя для прихоплення (рис. 2.4)

2. Прихватити зібрані деталі на 4 рівнорозміщенні точки. Зняти прихвачені деталі з приладдя.

3. Встановити прихвачені деталі в тиски.

4. Виконати зварювання прихваченої одиниці згідно тех. процесу.



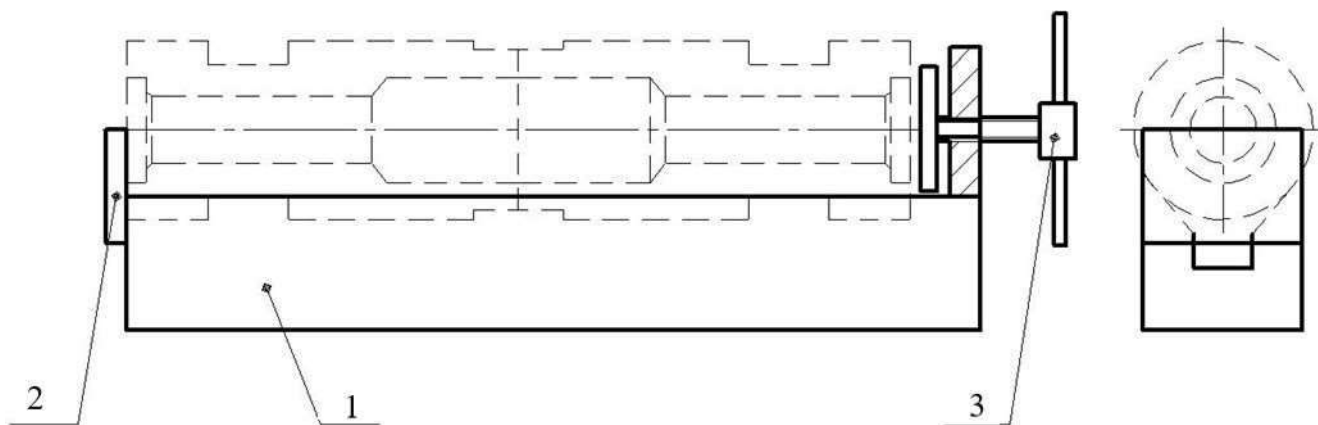
* Розміри і відхилення поверхонь для зварювання.

*1 Розміри забезпечуються атестованим пристосуванням.

*2 Розміри для довідок

Допускаються технологічні фаски під зварювання.

Рисунок 2.3 – Зварювання



1 – основа конусна; 2 - упор стаціонарний; 3 – упор гвинтовий.

Рисунок 2.4 – Приладдя для прихоплення

Режими зварювання.

Параметри режиму прихоплення та зварювання напівавтоматом наведено у табл. 2.5

Таблиця 2.5 – Параметри режиму прихоплення та зварювання напівавтоматом

№	Показник	Значення
1	Діаметр електродного дроту, мм	1,6
2	Зварювальний струм, А	300-320
3	Напруга на дузі, В	28
4	Швидкість зварювання, м/год	30
5	Швидкість подачі дроту, м/год	500
6	Витрата газу л/хв	12-14
7	Виліт дроту, мм	40
8	Кількість шарів шва	2
9	Рід струму, полярність	Постійна, зворотна

4. Перевірити якість зварювання.

Допустимі без виправлення дефекти:

- відхилення від норм розмірів зварювальних швів, які не перевищують 30 % від встановлених, сумарною протяжністю 25 мм по довжині шву;
- подрізи глибиною не більше 0,2 мм;
- пори, вольфрамові включення площею не більше 3,0 мм² або діаметром не більше 0,5 мм в кількості не більше одного по довжині шву;
- скупчення дрібних пор, включень площею не більше 10,0 мм² в кількості не більше однієї ділянки по довжині шву;
- допускається на поверхні стикових швів, поглиблення з плавними обрисами, якщо глибина їх не перевищує величину посилення.

Пристосування і інструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
ГОСТ 166-89.

040 Зачистка

Зачистити зварювальний шов не зачіпаючи основного матеріалу, з шорсткістю поверхні Ra = 6,3, дотримуючись розмірів згідно ескізу.

Обладнання: Полірувальна бабка

Пристосування: оправка

Технологічний режим: швидкість обертання $n = 3000 \text{ хв}^{-1}$, подача ручна.

Інструмент: ТШ 160x20x10 14AF60 круг повстятий, штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, надфіль ФЛ=160.

Респіратор типу «пелюстка», захисні окуляри.

045 Контроль неруйнівний радіаційний

Обладнання: Установка РАП 150300.

Пристосування: стіл.

Рентгеноконтроль 100%

1. Зони контролю зварних деталей, що підлягають просвічуванню розмітити кольоровим олівцем на окремі ділянки і маркувати.

Матеріали і приладдя: олівець кольоровий (окрім червоного), лінійка металічна або рулетка.

2. Визначити розміри рентгенівської плівки на кожну контролюючу ділянку. Зарядити касети.

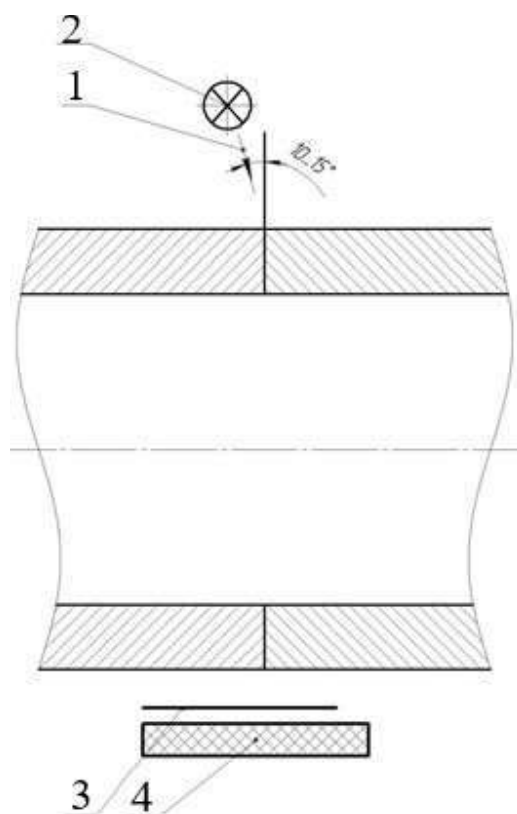
Матеріали і приладдя: рентгенівська плівка, різак (ножиці), зразок, лінійка, касети, фольга олов'янисто-свинцева.

3. Встановити та закріпити касети. Встановити маркувальні знаки довільного номеру і еталони чутливості.

Маркувати на рентгенівському знімку збірні одиниці.

Матеріали і приладдя: прижимні пристрої, листовий свинець, маркувальні знаки по ГОСТ 15843-79. Еталони чутливості по ГОСТ 7512-82

4. Встановити джерело випромінювання в положення просвічування згідно ескізу (рис. 2.5)



1 – напрям випромінювання; 2 – джерело випромінювання;

3 – рентгеноплівка; 4 – свинцева пластина

Рисунок 2.5 – рентгеноконтроль

Матеріали і приладдя: центратор, лінійка металічна або рулетка.

5. Провести просвічування зварної деталі по зонам контролю

Методика контролю:

- Режим контролю: фокусна відстань 100 см, напруга 110 кВт, анодний струм 10 мА, час експозиції 1 хв.

- Еталон чутливості по ГОСТ 7512-82 – Fe 1.2.

- Чутливість 0,4 мм.

- Тип рентгенівської плівки – Кодак Т200, Агфа Д-7.

- Товщина фольги $P_v = 0,05$.

- Розміри контрольованої ділянки 30х40 мм.

- Розміри рентгенівської плівки 100х300 мм.

6. Виконати хіміко-фотографічну обробку експонованої рентгенівської плівки: проявлення – проміжне промивання – фіксування – ополіскування в непроточній воді – остаточне промивання в проточній воді – сушіння.

Режими фотографічної обробки по рекомендації заводу-поставника плівки.

Матеріали і приладдя: кювети, баки-танки, склад проявника і фіксажу по рекомендації заводу-поставника плівки, годинник сигнальний, ліхтар неактинічний, світлофільтри 117, 118.

7. Виконати розшифрування рентгенівських знімків. Відмітити на рентгенограмах недопустимі дефекти.

Матеріали і приладдя: негатоскоп, лупа ЛИ-3 по ГОСТ 25706-83, лінійка прозора вимірювальна, штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, денситометр.

Допустимі дефекти:

- відхилення від норм розмірів зварювальних швів, не перевищуючи 30 % від встановлених, сумарною протяжністю 25 мм по довжині шву;

- подрізи глибиною не більше 0,2 мм;

- пори, вольфрамові включення площею не більше 3,0 мм² або діаметром не більше 0,5 мм в кількості не більше одного по довжині шву;

- скупчення дрібних пор, включень площею не більше 10,0 мм² в кількості не більше однієї ділянки по довжині шву;

8. По розшифрованим рентгенограмам відмітити недопустимі дефекти на зварних деталях.

Матеріали і приладдя: червоний олівець.

9. Деталі, що не відповідають вимогам, підлягають доопрацюванню по операції 035 з обов'язковим наступним контролем місця доопрацювання або забракування.

050 Контроль

Найменування обладнання – контрольний стіл.

1. Провести візуальний огляд відсутності непровару з лицьової сторони шва.

Вимірювальний інструмент: лупа чотирикратна ГОСТ 25706-83

2. Провести візуальний огляд відсутності непровару зворотної сторони шва. Контроль 100 %.

Пристосування: ендоскоп БП-36РФ-01.

3. У випадку виявлення непровару, збірну одиницю відправити на підварку по операції 035 з обов'язковим виконанням усіх наступних операцій.

055 Термічна обробка

Відпал, гартування, відпуск

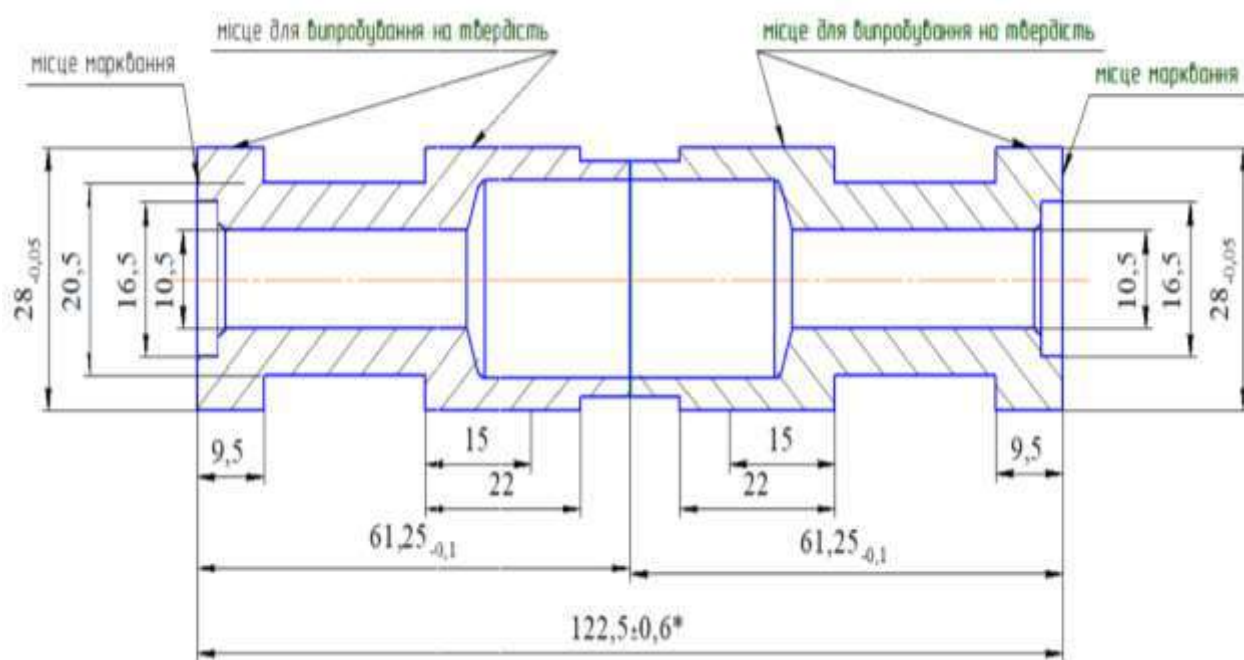
1. Провести термічну обробку збірної одиниці після зварювання по технологічному процесу на твердість 35,5...40,5 HRC.

2. Прочистити деталі від окалини по зовнішнім діаметрам.

3. Глибина зачищення в місці випробування твердості (рис. 2.6) не більше 1 мм.

4. Мінімальний припуск під механічну обробку складає:

- по внутрішньому діаметру 10,5 – 1 мм на сторону;
- по зовнішнім діаметрам 1,5 мм на сторону;
- по внутрішньому діаметру 21 – відсутній;
- по зовнішньому діаметру 25 – відсутній.



Твердість деталі допускається контролювати на ділянці Г

Рисунок 2.6 – Термічна обробка

060 Очистка піскоструминна

Очистити складальну одиницю відповідно технологічному процесу.

065 Контроль

Контроль на розтягнення.

Механічні випробування зварного стикового з'єднання відповідно ГОСТ 6996-66, виконували на комп'ютеризованій системі INSTRON-8862. Механічні властивості титанових електрошлакових зливків визначали без відпалу при температурі 20° С. Отримані результати порівнювали з механічними властивостями, які наведені табл. 1.2. Допускається розкид властивостей $\pm 10\%$.

070 Слюсарна

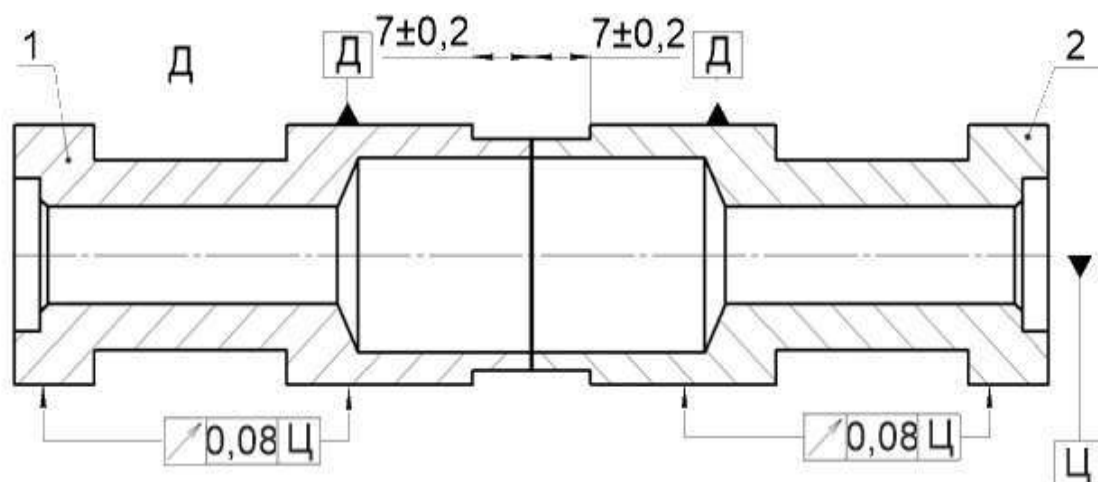
Контроль на биття.

Обладнання: Верстак слюсарний

Пристосування: центра, молоток резиновий 300 г.

Інструмент: індикатор ИЧ-02 кп.0 ГОСТ 577-68.

1. Перевірити биття поверхні Д відносно центрів згідно ескізу (рис. 2.7).
2. При необхідності правити.



Допускається не контролювати биття по довжині 7 мм

Рисунок 2.7 – Термічна обробка

075 Промивка розчинником

Промити збірну одиницю згідно технологічному процесу.

080 Контрольна

Найменування обладнання – контрольний стіл.

1. Перевірити відсутність механічних пошкоджень, грубих вм'ятин рисок, забоїн на поверхні збірної одиниці.
2. Перевірити маркування, позначення збірної одиниці.
3. Перевірити наявність клейм за зварювання, рентгеноконтроль, промивку по операції 075 на бирці.
4. Перевірити якість зварювання.

Вимірювальний інструмент – штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

Допустимі без виправлення дефекти:

- відхилення від норм розмірів зварювальних швів, що не перевищують 30 % від встановлених, сумарною протяжністю 25 мм по довжині шву;
- подрізи глибиною не більше 0,2 мм;

- пори, вольфрамові включення площею не більше 3,0 мм² або діаметром не більше 0,5 мм в кількості не більше одного по довжині шву;
- скупчення дрібних пор, включень площею не більше 10,0 мм² в кількості не більше однієї ділянки по довжині шву;
- допускається на поверхні стикових швів, поглиблення з плавними обрисами, якщо глибина їх не перевищує величину посилення.

5. Перевірити розміри

Вимірювальний інструмент – штангенциркуль ШЦ-II -250-0,1
ГОСТ 166-89.

085 Консервація

Обгорнути збірну одиницю в антикорозійний папір «Кармин 7-80» і один шар парафінового паперу.

2.3 Аналіз технології збирання та зварювання виробу на базовому підприємстві

Для отримання якісного зварного з'єднання необхідно не тільки правильно вибрати зварювальні матеріали, обробку кромки, спосіб зварювання та інші параметри, що забезпечують нормальний процес зварювання, а й правильно оцінити необхідність застосування попередньої та подальшої термообробки у поєднанні з обраною технологією та способом зварювання. При цьому не можна забувати і про економічний бік питання. Технології та способи зварювання, що розробляються, повинні забезпечувати отримання якісних з'єднань з більш високими експлуатаційними властивостями або не нижче тих, які отримують за вже існуючими технологіями та способами, але з найменшими витратами.

Пропонується:

1. Замінити при прихопленні напівавтоматичне зварювання на дугове зварювання неплавким електродом з присадним металом. В якості джерел живлення обрати Magik Wave 2500 та Trans Tig 2200.

Комплект обладнання - MagicWave (MW) 2500 та TransTig (TT) 2200 є повністю цифровими джерелами струму TIG інверторного типу з мікропроцесорним керуванням. Модульна конструкція і можливість установки розширень системи забезпечують високу степінь гнучкості. Пристрій можна адаптувати до будь-якої ситуації. Джерела струму можуть працювати від генератора. Завдяки захисним елементам управління і корпусу з порошковим покриттям забезпечується висока міцність пристрою при повсякденній експлуатації. В моделях MagicWave і TransTig доступна функція імпульсної дуги TIG з широким діапазоном частот. Для оптимізації послідовності запалювання при зварюванні TIG змінним струмом, технологія MagicWave враховує не тільки діаметр електрода, але і його поточну температуру, яка розраховується, виходячи із тривалості зварювання і простоїв. Запалювання зі зворотною полярністю (Reverse Polarity Ignition, RCI) забезпечує чудове реагування на запалювання під час зварювання TIG постійним струмом. Принцип дії. Весь зварювальний процес керується спільно центральним блоком управління і з'єднаним з ним цифровим обробником сигналів. В процесі зварювання апарат неперервно виробляє збір фактичних даних і негайно реагує на виявлені зміни. Керуючі алгоритми дозволяють підтримувати заданий стан. В результаті досягаються: – точність процесу зварювання; – точна відтворюваність отриманих результатів – добра якість зварювальних робіт. Область використання. Дані пристрою використовуються на промислових підприємствах і в майстернях для ручного і автоматичного зварювання TIG деталей із низьколегованих і високолегованих хромонікелевих сталей. Завдяки технології Active WAve підвищується економічність.

2. Для зварювання використовувати зварювальну головку розроблену навмисно для зварювання трубних конструкцій MU IV 115.

3. Заміна зварювального дроту з Св-08Г2С на Св-18ХМА.

Підвищена кількість вуглецю забезпечує необхідну міцність зварного шву.

Хром – надає сталі стійкості до утворення корозійного нальоту.

Молібден – модифікує кристалічну структуру металу, підвищуючи величину ударної в'язкості та підвищує.

4. Застосувати функцію ТАС для прихоплення елементів виробу.

5. Розробити пристосування для полегшення і пришвидшення процесу прихоплення.

Таким чином скореговані режими операції 035 наступні:

Технологічний режим прихоплення : сила зварювального струму 70...80 А, присадний дріт Св-18ХМА діаметром 1,6...2,0 мм, основний захист аргон, витрати аргону 4...5 л/хв.

Технологічний режим зварювання: сила зварювального струму – струм імпульсу 70...100 А, струм паузи 35...60 А, напруга на дузі 11,5...12,5 В, швидкість зварювання в паузі 20...35 см/хв, в імпульсі 35...55 см/хв.

Хімічний склад дроту марки 18ХМА повинен відповідати табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Хімічний склад дроту марки 18ХМА, мас. % ГОСТ 2246 - 70

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	N
0.15 - 0.22	0.12 - 0.35	0.4 - 0.7	до 0.3	до 0.025	до 0.025	0.8 - 1.1	0.15 - 0.3	до 0.012

Розміри електродів і граничні відхилення зварювальних вольфрамових електродів: довжина 75 ± 1 , діаметр $1 \pm 0,1$ мм по ГОСТ 23949-80.

Для забезпечення задовільних властивостей зварного виробу доцільно використовувати в якості захисного газу Ar першого сорту (ГОСТ 10151-73).

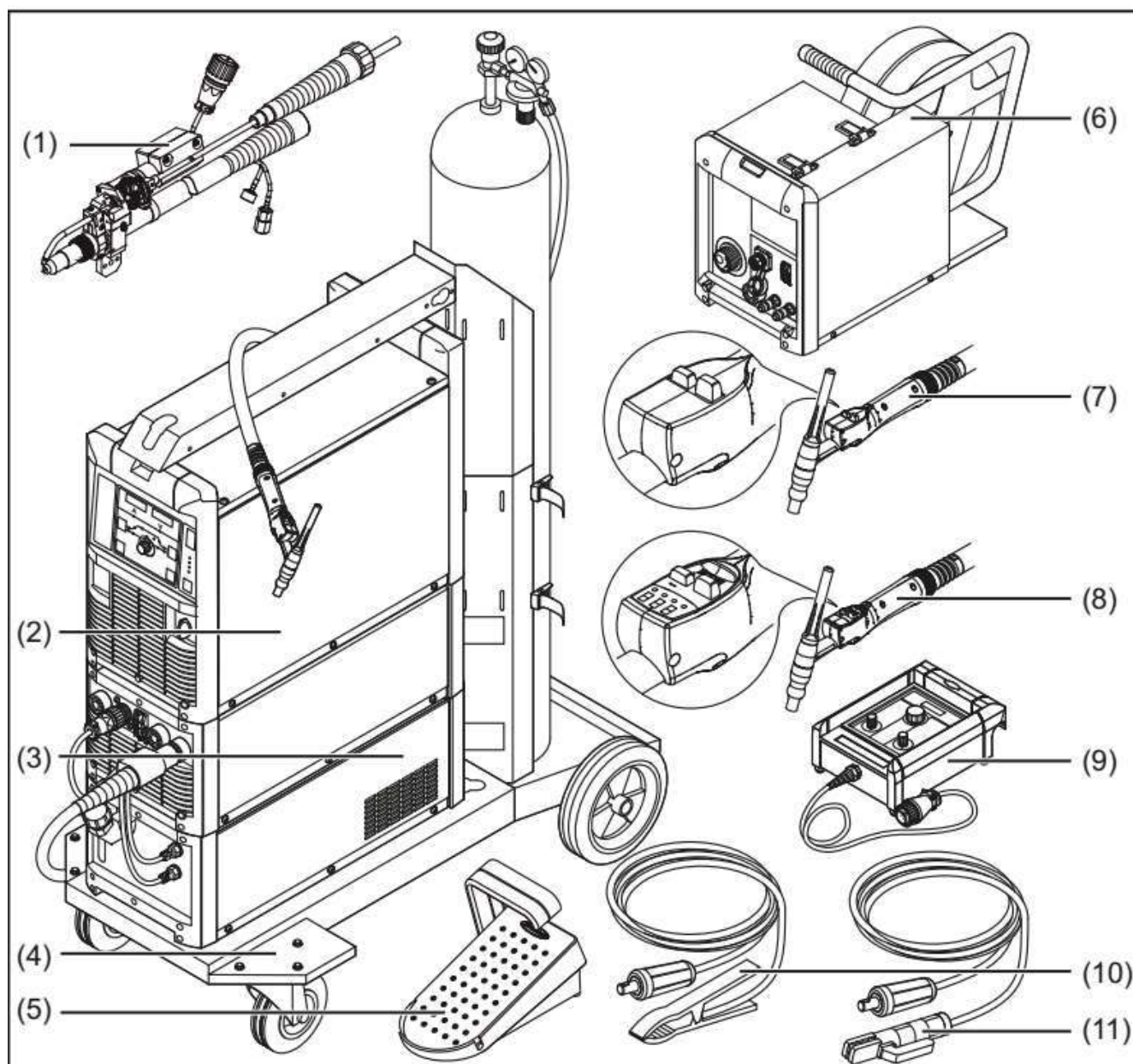
3. ПРОЕКТНІ ТА КОНСТРУКТОРСЬКІ РОЗРОБКИ

3.1 Джерела струму

Джерела струму TransTig та MagicWave (мал. 3.1) можуть використовуватися з різними системними розширеннями та додатковим приладдям (рис. 3.2).



Рисунок 3.1 – Magic Wave 2500 та Trans Tig 2200



- (1) Роботизований пальник для зварювання WIG Підведення холодного дроту з приводами подачі; (2) Джерела струму; (3) Охолоджувальні модулі;
- (4) Транспортний візок з утримувачем газового балона; (5) Ножний пристрій дистанційного керування; (6) Пристрій подачі холодного дроту; (7) Стандартний зварювальний пальник WIG /з функцією Up/Down (Більше/ Менше);
- (8) Зварювальний пальник WIG Jobmaster TIG; (9) Пристрої дистанційного керування та приладдя для роботизованого зварювання;
- (10) Кабель заземлення; (11) Електродний кабель

Рисунок 3.2 – Системні розширення та додаткове приладдя Magik Wave 2500 та Trans Tig 2200

TransTig 2200 (табл. 3.1) легкий і надійний апарат з інтуїтивно зрозумілим керуванням забезпечує максимальну потужність під час роботи від мережі з напругою 230 В.

Таблиця 3.1 - Технічні дані TransTig 2200

Напруга мережі	230 V
Частота мережі	50-60 Гц
Зварювальний струм мінімальний	3 А
Зварювальний струм максимальний	220 А
Зварювальний струм / тривалість включення [10 хв / 40° С]	220 А / 40 %
Зварювальний струм / тривалість включення [10 хв / 40° С]	180 А / 60 %
Зварювальний струм / тривалість включення [10 хв / 40° С]	150 А / 100 %
Напруга холостого ходу	84 В
Клас захисту	IP23
Габаритні розміри / довжина	485 мм
Габаритні розміри / ширина	180 мм
Габаритні розміри / висота	390 мм
Маса	16,8 кг

Функції:

1. ТАС

З функцією ТАС для виконання прихоплення потрібна лише одна точка, тому що завдяки імпульсній зварювальній дузі дві зварювальні ванни здатні

майже миттєво злитися разом. Крім того, функція ТАС дуже допомагає під час зварювання тонких металевих листів без присадочного матеріалу.

2. Високочастотне підпалювання

М'яке високочастотне підпалювання дає змогу легко запалити дугу без контакту з деталлю.

3. Контактне підпалювання

Контактне підпалювання дає змогу запобігти електромагнітним завадам, характерним для високочастотного зварювання, і виконувати зварювання в зонах з високою чутливістю до електромагнітних полів.

Таблиця 3.2 - Індивідуальні функції і властивості MW та TT

	MW	TT
Автоматичне утворення заокруглення	да	
Перемикання полярності	да	
Запалювання RPI	да	
змінного струму Баланс / частота та / форма кривої	да	
Змінний / постійний струм	да	

Опис устаткування MagicWave:

1. Система електроживлення уявляє собою повністю цифрове: джерело струму, зварювальний пальник, пульт дистанційного управління, інтерфейс робота, засоби на ПК;
 2. Процесом зварювання керує цифровий сигнальний процесор (DSP);
- Серійне виробництво: зварювання проводиться за допомогою двох джерел струму; здійснюється синхронізація обох дуг при одночасному двосторонньому зварюванні.

3. Модуль підтримки різної напруги гарантує роботу пристрою в будь-якій точці планети, завдяки автоматичному налаштуванню для різних напруг в мережі.

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики MW

Джерело струму	MW 2500
Напруга мережі 50-60 Гц	3×400 V
Допуск по напрузі мережі	± 15 %
Мережевий запобіжник (інерційний) 3×400 (460) В 3×230 В 1×230 В	16 А
Первинна експлуатаційна потужність (100% ПВ) 3×400 (460) В 3×230 В 1×230 В	4,5 кВА
Cos phi 1	0,99
Трифазний струм зварювання WIG Зварювання електр.	3-250А 10-250 А
Однофазний струм зварювання WIG Зварювання електр.	3-220А 10-180 А
Зварювальний струм при 10 хв/40 °С 3×400 В 3×460 V В в MV	40% ПВ 250А 100% ПВ 170 А
Зварювальний струм при 10 хв/40 °С 3×230 В 1×230 В	
Напруга холостого ходу	89 В
Нормат. робоча напруга WIG Зварювання електр.	10,1-20,0 В 20,4-30,0 В
Напруга запалювання (U _p)*	10 кВ
Вид охолодження/Клас ізоляції	AF / В
Розміри, Д/Ш/В мм	560/250/435
Маса	26,6 кг

Таблиця 3.4 - Технічні характеристики блоків охолодження

Блок охолодження	FK 2500 Mv
Напруга мережі 50-60 Гц	200-240 V 400-460 V
Допуск по напругі мережі	± 10 %
Спож. електроенергії 50 Гц/60 Гц	0,6-1,4 А
Охолодж. здатність Q=1л/хв +25 °С	800 W
Охолодж. здатність Q=1л/хв +40 °С	500 W
Максимальна подача рідини	3,5 л/хв
Висота подачі	35 м
Максимальний напор насосу	4,2 bar
Ємність для охолоджувальної рідини	4 л
Клас захисту	IP 23
Розміри Д / Ш / В, мм	625 / 240 / 22
Маса	11,6 кг

Характеристики зварювання.

«Одночасне двостороннє» зварювання.

При з'єднанні товстих листів, в першу чергу, зварюється корінь шву, який повинен зачищатися і зварюватися зі зворотної сторони.

Завдяки двосторонньому зварюванню знижуються витрати часу. При «одночасному двохсторонньому» зварюванню WIG змінним струмом, обидві дуги повинні синхронізуватися. Це виконує цифрове джерело струму MagicWave.

В результаті з'являються нові можливості.

Під час зварювання потрібно звернути увагу на нижчезазначені переваги.

Заварка кратера, який повинен бути заповнений на меншому струмі. Це беруть на себе джерела струму за допомогою функцій зниження струму і заварки кратера.

Подача захисного газу, яким електрод і зварювальна ванна захищаються від окислення. До сих пір цю функцію доводилося виконувати вручну. При використанні цифрових пристроїв, час закінчення продування газу розраховується автоматично.

Простота.

Підпалювання грає важливу роль при WIG-зварюванні. В пристроях можливий контактне і безконтактне підпалювання.

У випадку безконтактного підпалювання дуга запускається під дією імпульсу високої напруги, завдяки якому вона успішно запалюється при першому же натисканні кнопки.

Контактне запалювання використовується в місцях, які схильні до високочастотних перешкод, що виключено у випадку, коли запалювання здійснюється дотиком виробу вольфрамовим електродом. Це гарантовано за допомогою цифрового модуля управління, який керує усім процесом.

Active Wave гарантує спокійну роботу.

Active Wave забезпечує спокійну роботу при зварюванні WIG змінним струмом: інтегрований цифровий сигнальний процесор в режимі реального часу, визначає ту форму кривої, яка допустима при найбільш можливій стабільності дуги в умовах мінімального шуму.

Вимірювання рівня шуму чітко показує, що за допомогою Active Wave при дугі 300 А значення дБа завжди знаходиться нижче 80.

Додаткові параметри легко налаштовуються за допомогою меню управління. Текстові повідомлення на дисплеї зручні для читання і зрозумілі, а обслуговуванню пристрою легко навчитися.

Види робіт:

- ручне зварювання;
- роботизоване зварювання.

Галузі:

- хімічна промисловість, виробництво контейнерів, машинобудування, виробництво комплектного обладнання;
- автомобілебудування і підприємства по виробництву залізно- дорожнього рухомого складу;
- авіаційна і космічна промисловість;
- монтажні роботи, ремонтні заводи і майстерні;
- виробництво трубопроводів суднобудування.

Функції і властивості для усіх моделей:

- цифрове регулювання і управління процесом зварювання;
- інверторна технологія, що економить електроенергію;
- живлення від генератора;
- термоуправляємий вентилятор / захист від перегріву;
- контроль короткого замикання на землю;
- плавне регулювання зварювального струму зварювальним пальником;
- дистанційне управління;
- контактне підпалювання / високочастотний перемикач;
- автоматична продувка газу (в залежності від сили зварювального струму);
- функція перевірки газу;
- автоматичне вимкнення блоку охолодження;
- функція anti-stick;
- ключ (додаткова комплектація).

Цифрове значення:

- стан процесу;
- режим роботи;
- значення параметру;
- зварювальна напруга, зварювальний струм (фактичне значення);

- коди помилок.

Налаштовуванні параметри:

- зварювальний струм;
- діаметр електроду;
- час попередньої подачі газу / час продувки газу;
- струм заварювання кратера / чергова дуга;
- наростання / спад струму;
- функція гарячого старту / динаміка.

Режими роботи:

- 2-тактний / 4-тактний режим
- ТАС (програмне прихоплення)

3.2 Зварювальний пальник TTG 2200

Зварювальний пальник – важливий робочий компонент зварювальної системи. Маленький і тонкий зварювальний пальник TTG 2200 (рис. 3.3), (табл. 3.5) – ідеальний для даного класу потужності. Використання сучасного джерела струму і зручного шлангпакету пальника дасть оптимальний результат зварювання. Невелика, ергономічна по дизайну рукоятка може бути навіть в формі олівця. Увімкнення/вимкнення пальника при цьому легко здійснюється в рукавицях. В рукоятку інтегровано захист від перегину – шланговий пакет швидко розгинається. В результаті отримуємо точне управління пальником. Самостійно шланговий пакет постійно перевертатися не може, що дуже важливо для безперервного водяного охолодження.



Рисунок 3.3 – Зварювальний пальник TTG 2200

Таблиця 3.5 - Технічні характеристики зварювального пальника TTG 2200 [14]

Параметр		Значення
Струм зварювання	змінний	180 А
	постійний	250 А
Тривалість увімкнення		35 %
Діаметр електроду		1,0 - 4,0 мм
Маса		0,96 кг

3.3 Зварювальна головка MU IV 115

Зварювальна головка MU IV (мал. 3.4) розроблена навмисно для зварювання труб, а також труб і відводів. Має асиметричну форму, завдяки чому може бути використана для зварювання в умовах недостатнього вільного простору. Підходить для роботи з термочутливими матеріалами. Поставляється зі шланг-пакетом довжиною в 9 м. Позичіонується вручну або за допомогою спеціальних пристосувань.

Особливості зварювальної головки MU IV:

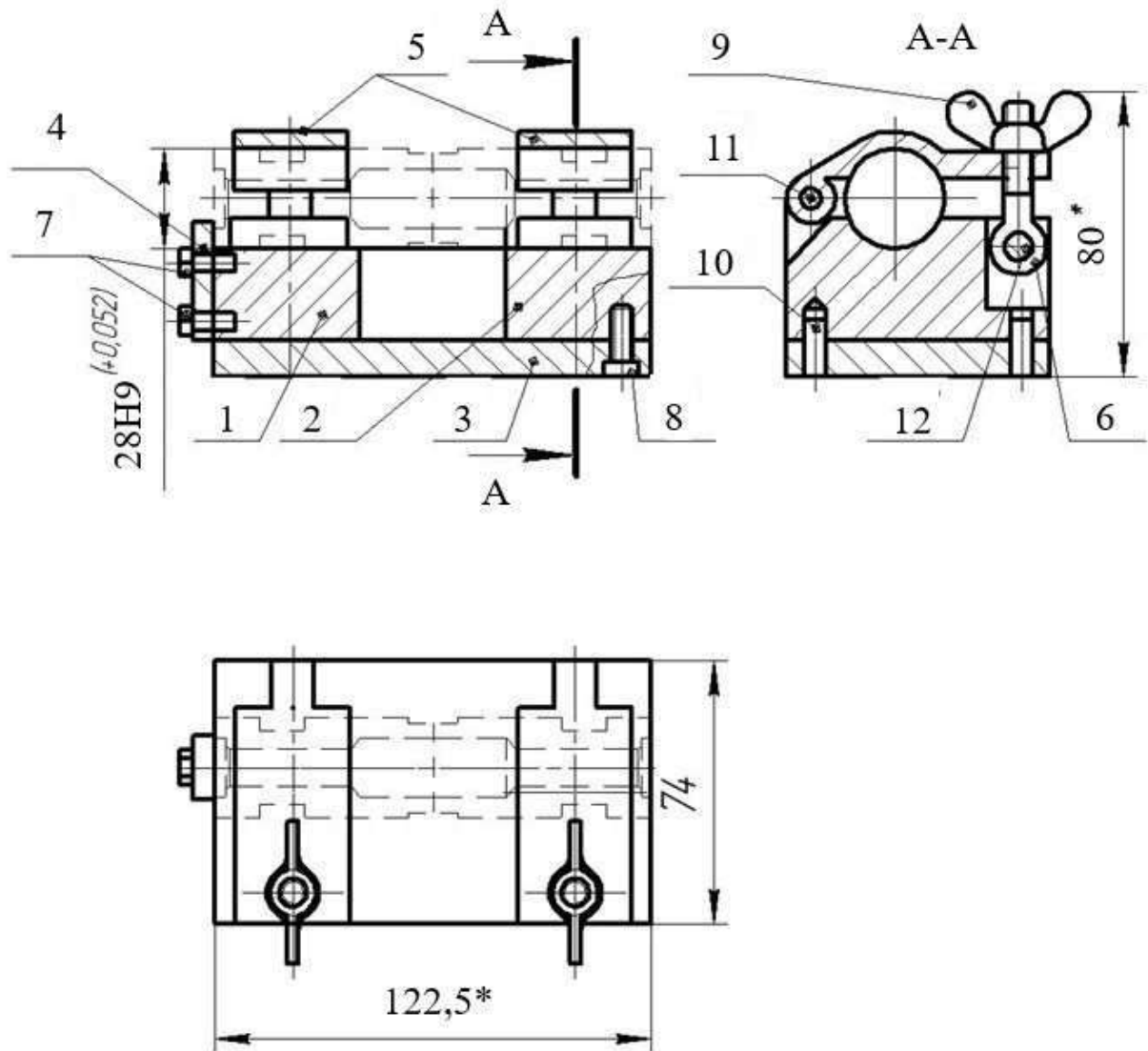
- просте управління;
- навмисно пристосована для використання в обмежених умовах;
- може зварювати навіть дуже термочутливі матеріали;
- швидка адаптація під вузькі місця на виробництві;
- постійно повторювана бездоганна якість зварних швів;
- замкнутий контур водяного охолодження для охолодження пальника;
- механічна установка довжини міждугового проміжку;
- моторизована система АРНД (AVC) і поперечних коливань пальника (OSC) для багатоходового зварювання труб середніх і великих товщин;
- датчик імпульсів для управління зварювальним циклом в прив'язці до реального положення електрода в градусах кута;
- замкнутий контур управління для точної, постійної або імпульсної швидкості зварювання;
- дві змінні затискні системи (С і Р): С (вкладиші) – затискний вкладиш для кожного діаметра труби, особливо підходить для крупносерійного виробництва при найбільшому строку служби, можливість водяного охолодження при зварюванні попередньо нагрітих труб. Р (цанги) – більше всього підходить при частій зміні діаметру труб;
- вбудований механізм подачі дроту для катушок 1,5 кг або зовнішній POLYFIL для катушок 15 кг з підводом дроту [15].



Рисунок 3.4 – Зварювальна головка MU IV

3.4 Пристосування для прихваток

Для прихваток пропонується використати пристосування на рис. 3.5



1,2 – стійка; 3 – основа; 4,5 – планка; 6,7 – болт; 8 – гвинт; 9 – гайка;
10,11,12 - штифт

Рисунок 3.5 – Пристосування для постановки прихваток

Пристосування працює наступним чином. У вихідному положенні гайка 9 відкручена, а планки 5 розгорнуті на 180 град. На стійку 1 кладемо зварювальну деталь №1 та притискаємо її щільно до упора 4. Повертаємо планку 5 та закручуємо гайку 9 над стійкою 1. Після цього на стійку 2 кладемо зварювальну деталь №1 та притискаємо її щільно до деталі 1. Повертаємо планку 5 та

закручуємо гайку 9 над стійкою 2. Проводимо процес постановки прихваток.
Розкручуємо гайки 9, відкидаємо планки 5 та виникає зварний виріб.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

4.1 Охорона праці ділянки збирання і зварювання

Виробничі приміщення, в яких розміщуються складально-зварювальні дільниці, по виробничим площам, їх стану, кліматичним умовам (температура, вологість, освітлення, звукоізоляція), забезпеченню електроенергією, водою, теплом повинні відповідати вимогам НД для виконання відповідних операцій технологічного циклу, вимогам охорони праці і охорони навколишнього середовища.

Приміщення, в яких розміщуються складально-зварювальні дільниці повинні відповідати вимогам санітарних норм і системі стандартів по безпеці праці СН 4088-86 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”, СН 3223-85 “Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях”, СН 3004-84 “Санітарні норми вібрації робочих місць”, СНіП 11-4-79 “Норми проектування. Природне і штучне освітлення”, ГОСТ 12.1.005-88 “Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони”, ГОСТ 12.1.012-90 “Вібраційна безпека”.

Експлуатація зварювального обладнання і складально-зварювальних пристосувань, розміщених на відповідних ділянках, повинна виконуватися в суворій відповідності з ДНАОП 0.00-1.21-98 “Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів”.

В приміщеннях, де встановлено зварювальне обладнання і складальні стенди, повинні контролюватися температура і вологість. При необхідності приймаються корекційні дії з метою регулювання умов, в яких виконуються операції відповідного технологічного циклу зборки і зварювання.

Персонал, задіяний для виконання операцій по зборці і зварюванні деталей, вузлів та виробів в цілому, повинен забезпечуватися спецодягом відповідно галузевим нормам і інструкціям по охороні праці.

В приміщеннях, де встановлено зварювальне обладнання і складальні стенди, при виконанні усіх видів робіт, повинні дотримуватися вимоги Закону

України “Про охорону праці”, інструкції ІОТ 0373 “Про охорону праці для усіх працюючих на підприємстві”, а також ряду інших цехових інструкцій по охороні праці, узгоджених і затверджених відповідним чином.

В приміщеннях, де встановлено зварювальне обладнання і складальні стенди, при виконанні усіх видів робіт, повинні дотримуватися вимоги Закону України “Про пожежну безпеку”, НАПБ А.01.001-95 “Правила пожежної безпеки в Україні”, а також ряду інших цехових інструкцій по пожежній безпеці, узгоджених і затверджених відповідним чином.

Приміщення, де встановлено зварювальне обладнання і складальні стенди, повинні бути оснащені засобами пожежогасіння.

4.2 Охорона навколишнього середовища на підприємстві

Основними умовами для покращення екології в країні є: раціональне використання, охорона і витрата запасів природного резерву, забезпечення безпеки екології і протирадіаційні міри, підвищення і формування екологічного мислення у населення, а також контроль над екологією в промисловості. Охорона навколишнього середовища на підприємстві визначила ряд заходів для зниження рівня забруднень, що виробляється підприємствами:

- виявлення, оцінка, постійний контроль і обмеження викиду шкідливих елементів в атмосферу, а також створення технологій і техніки, що охороняє і зберігає природу і її ресурси.

- розробка правових законів, направлених на охоронні міри навколишнього середовища і матеріальне стимулювання виконаних вимог і профілактики комплексу природоохоронних заходів.

- профілактика екологічної обстановки шляхом виділення спеціально відведених територій (зон).

Всі норми і правила екологічної і робочої безпеки повинні бути визначені і зафіксовані у визначеному документі. Екологічний паспорт підприємства – це комплексна статистика даних, які відображають степінь використання даних підприємств природних ресурсів і його рівня забруднення прилеглих територій. Екологічний паспорт підприємства розробляється за рахунок компанії після узгодження з відповідним уповноваженим органом і підлягає постійній корекції у зв'язку з перепрофілюванням, змінами в технології, обладнанні, матеріалів і т.д.

Для правильного складення паспорту підприємства та щоб уникнути шахрайства, контролювання вмісту шкідливих речовин в оточуючій підприємство природі, веде спеціальна служба екологічного контролю. Робітники служби беруть участь в заповненні і оформленні усіх граф екологічного паспорту, враховуючи спільну дію шкідливих викидів в навколишнє середовище. При цьому враховуються допустимі концентраційні рівні шкідливих речовин на прилеглих до підприємства територіях, повітрі, поверхневих шарах ґрунту та водоймах [16-22].

ВИСНОВКИ

Вивчена конструкція тяги для кріплення двигуна вертольоту.

Проведено аналіз технології зварювання тяги для кріплення двигуна вертольоту на базовому підприємстві і альтернативних варіантах.

Встановлено недоліки технології зварювання і запропоновано шляхи їх вирішення. Запропоновано застосувати для виконання зварювальної операції сучасне та вдосконалене обладнання та ефективні зварювальні матеріали.

В якості джерел живлення обрали Magik Wave 2500 та Trans Tig 2200. Для зварювання вибрано зварювальну головку розроблену навмисно для зварювання труб MU IV 115. Проведена заміна зварювального дроту з Св-08Г2С на Св-18ХМА. Також запроваджено використання функцію ТАС для прихоплення складових частин виробу. Вдосконалили пристосування для полегшення і пришвидшення процесу прихоплення.

Розроблено технологічний процес напівавтоматичної прихватки і автоматичного зварювання дротом Св-18ХМА в аргоні.

Параметри режиму прихватки і зварювання напівавтоматом наступні:

сила зварювального струму – струм імпульсу 70...100 А, струм паузи 35...60 А, напруга на дузі 11,5...12,5 В, швидкість зварювання в паузі 20...35 см/хв, в імпульсі 35...55 см/хв.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ І ПОСИЛАНЬ

1. Игнатченко П.В. НПКГ Зоря–Машпроект –50 лет / П.В. Игнатченко // Сварщик. –2004. – № 2. – С. 6–13.
2. Основы материаловедения: учебник для вузов / [под ред. И.И. Сидорина]. – М.: Машиностроение, 1976. – 436 с.
3. Гуляев А.П. Металловедение. / А.П. Гуляев. – М.: Metallurgy, 1978. – 193 с.
4. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / [под ред. акад. Б.Е.Патона]. – М.: Машиностроение, 1974. – 485с.
5. Makarov E. L. Kholodnye treshchiny pri svarki lehirovannykh staley. Moscow / E.L. Makarov. – Mashynostroeniie, 1981. – P. 2– 48.
6. Palash V. M. Osoblyvosti budovu zvarnoho ziednannia zi stali typu 35 KHM z austenitnym shvom / V.M. Palash, A.R.Dzubik, I.B. Khomych //Visnyk Lviv Polytechnic National University. Series Dynamika, mitsnist ta proektuvannia mashyn i prykladiv. – 2017. – 866. – P. 72–77.
7. Palash, V. M. Metaloznavchi aspekty zvarnosti zalizovuhletcevykh splaviv / V.M. Palash. – Lviv:KINPATRI LTD, 2003. – 236 p.
8. Osobennosti protekaniia termodeformatcionnykh protsessov pri dugovoi svarke vysokoprochnykh staley / L. M. Lobanov, L. I. Mikhodui, V. G. Vasilev, V. D. Pozniakov, O. L. Mikhodui, A. K. Gonchar, //Avtomaticheskaia svarka. – 1999.– №3. – P. 13–17.
9. Sorokin V. H. Marochnik staley i splavov / V.H. Sorokin. – Moscow: Mashynostroeniie, 1989. – 640 p.
10. Prokhorov, N. N. Tekhnolohicheskaia prochnost svarnykh shvov v protsesse kristallizatsii / N.N. Prokhorov. – Moscow: Mashynostroeniie, 1979. – 249 p.
11. Особливості зварності сталі 30ХГСА / В. М. Палаш, А. Р. Дзюбик, І. Б. Хомич, Ю. В. Федик // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – т. 27, № 9. – С. 68 – 72.
12. Лахтин Ю.М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.т

13. Изменение микроструктуры и механических свойств многослойных соединений из стали 30ХГСА при сварке плавлением разными способами / Д.А. Чинахов, М.К. Скаков, А.В. Градобоев [и др.] // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313, № 2. – С. 119 – 122.

14. <https://araise.com.ua/apparat-dlja-argonnoj-svarki-magicwave-2500-3000-transtig-2500-3000-#/back>.

15. https://svarshik.by/catalog/mehanizaciya-svarki/orbitalnaya_svarka_trub/svarochnaya_golovka_otkrytogo_tipa_mu_iv_polysoude/

16. ДСТУ 12.2.049-91. ССБП «Робоче місце при виконанні робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги».

17. ДСТУ 12.0.005-92 «ССБТ Метрологічне забезпечення в галузі безпеки праці. Основні положення».

18. НПАОП 0.00-7.11-12. «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцем охорони праці працівників»: Наказ від 25.01.2012 № 67 "Про затвердження загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників": станом на 11.12.2023 р.

19. ДСТУ 12.4.155-95 «ССБТ. Пристрій захисного відключення. Класифікація. Загальні технічні вимоги»

20. ДСТУ 7238:2011. ССБП. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація. – [чинний від 2011-08-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2011. – 14 с.

21. ДСТУ EN 60269 – 1:2017. Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 1. Загальні технічні вимоги. – [чинний від 2019-01-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 66с.

ДСТУ EN 12477:2006. Рукавиці захисні для зварювальників. – [чинний від 2016-01-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 10 с.

ДОДАТОК А
Комплект специфікацій

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			НУЗП. 440323. 001 СК	Складальний кресленик		
				<u>Складальні одиниці</u>		
1/1		1		Деталь 1	1	
1/1		2		Деталь 2	1	

НУЗП. 440323. 001				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дячок Е.В.	<i>Е.В. Дячок</i>	15.12.21
Проб.		Осіпов М.Ю.	<i>М.Ю. Осіпов</i>	21.12
Н.контр.		Харнієнко О.Б.	<i>О.Б. Харнієнко</i>	
Утв.		Капустян О.Е.	<i>О.Е. Капустян</i>	
			Тяга	
		Лит.	Лист	Листов
		д п м	1	1
НУЗП ІТЗтаМК гр. ІФ-312м				

Копировал

Формат А4

Перв. примен. / Справ. № / Подп. и дата / Взам. инд. № / Инд. № дудл. / Подп. и дата / Инд. № подл.

Ітер. притен.

Справ. №

Підп. і дата

Взам. шиф. №

Інв. № відп.

Підп. і дата

Інв. № подл.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			НУЗП. 440323. 002 СК	Складальний кресленик		
				<u>Складальні одиниці</u>		
III		1		Стійка	1	
III		2		Стійка	1	
III		3		Основа	1	
III		4		Планка	1	
III		5		Планка	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		6		Болт М8х40 ГОСТ 14724-69	2	
		7		Болт М5-6дх12.66.05 ГОСТ 7805-70	2	
		8		Гвинт ВМ6-6дх16.66.05 ГОСТ 1491-80	2	
		9		Гайка М8-6Н.35.05 ГОСТ 3032-76	2	
		10		Штіфти ГОСТ 3128-70 6т6х16	4	
		11		6т6х40	2	
		12		8т6х40	2	

НУЗП. 440323. 002

Ізн.	Лист	№ док.	Підп.	Дата
Разроб.		Дячок Е.В.	<i>[Signature]</i>	21.12.23
Пров.		Осіпов М.Ю.	<i>[Signature]</i>	
Н.контр.		Корнієнко О.Б.	<i>[Signature]</i>	21.12
Утв.		Капустян О.Е.	<i>[Signature]</i>	25.12.23

Пристосування для прихоплення

Лист	Лист	Листов
з	п	м
	1	1

НУЗП ІТЗтаМК
гр. ІФ-312М

Копировав

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			НУЗП. 440323. 003 ЗВ	Загальний вигляд		
				<u>Складальні одиниці</u>		
і/ч		1		Magik Wave 2500	1	
і/ч		2		TransTig2200	1	
A1		3	НУЗП. 440323. 002 СК	Пристосування для прихоплення	1	
і/ч		4		Стіл зварника ССН-03	1	
і/ч		5		Вентилятор	1	
і/ч		6		Тара виробнича	1	
і/ч		7		Балон з захисним газом	1	
і/ч		8		Манометр	2	
і/ч		9		Шланг	1	
і/ч		10		Зварювальний палик ТТГ 2200	1	
і/ч		11		Джерело живлення для зварювальної головки MU IV	1	

НУЗП. 440323. 003			
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.
Разроб.	Дячок Е.В.		19.12.23
Пров.	Осіпов М.Ю.		
Н.контр.	Карнієнко О.Б.		
Утв.	Колустян О.Е.		15.12.23
Установка для зварювання			
Лит.	Лист	Листов	
В	Л	М	1 1
НУЗП ІТЗтаМК гр. ІФ-312м			

Копировал

Формат А4

Лист. примеч. / Склад. № / Подп. и дата / Взам. инв. № / Инв. № видл. / Подп. и дата / Инв. № подл.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Дячок Є.	<i>[Signature]</i>
Перевір.	Осіпов М.Ю.	<i>[Signature]</i>
Н. контр.	Корнієнко О.Б.	<i>[Signature]</i>
	Листов 5	Лист 1

НУЗП. 440323.000	
ДП	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОДАТОК А

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на технологічний процес збирання та зварювання тяги для кріплення двигуна вертольоту

Нормоконтроль старш. викл.

[Signature] 21.12.23

Зав. кафедрою ІТЗМК канд. техн. наук, доц.

Дата

Олена КОРНІЄНКО.

Дата 15.12.23

[Signature] Олексій КАПУСТЯН

ТД

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														Листов 5		Лист 2			
Розроб.			Дячок Є.																
Перев.			Осіпов М.Ю.											НУЗП. 440323.000					
Н. контр.			Корнієнко О.Б.																
А	Цех	Дільн.	РМ	Опер.	Код. найменування операції					Позначення документа									
Б	Код. найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт					
К/М	Найменування деталі зб. одиниці або матеріалу				Позначення, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх					
А 01	5 Комплектування																		
Б 02	Верстак				слюсар 3										0,1				
О 03	Скомплектувати партію на зварювання 36 од.																		
04																			
А 05	10 Промивка водою																		
Б 06					слюсар 3										0,1				
О 07	Промити деталі з наступним сушінням сухим стиснутим повітрям																		
08																			
А 09	15 Маркування																		
Б 10	Верстак слюсарний				слюсар 3										0,05				
О 11	Маркувати на торцях із двох сторін номер партії шрифтом 3																		
Т 12	молоток 200 г, набір клейм																		
13																			
А 14	20 Зачистка																		
Б 15	Верстат полірувально-шліфувальний				слюсар 4										0,2				
О 16	Зачистити зовнішню поверхню деталі по діаметру в місцях під зварювання до металічного блиску на																		
17	довжині 5...10 мм																		
Р 18	n = 3000 хв ⁻¹ , подача ручна																		
Т 19	ТШ 160x20x10 14AF60 круг войлочний, штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89																		

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листов 5	Лист 5		
Розроб.			Дячок Є.											
Перев.			Осіпов М.Ю.								НУЗП. 440323.000			
Н. контр.			Корнієнко О.Б.											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. найменування операції					Позначення документа				
Б	Код. найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі зб. одиниці або матеріалу				Позначення, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
А 01		65		Контрольна										
Б 02	INSTRON-8862				контролер 4					1,1				
О 03	Контроль на розтягнення													
04														
А 05		70		Слюсарна										
Б 06	Верстак слюсарний				слюсар 4					0,4				
О 07	Перевірити биття поверхні Д відносно центрів													
Т 08	центра, молоток резиновий 300 г, індикатор ИЧ-02 кп.0 ГОСТ 577-68													
09														
А 10		75		Промивка розчинником										
Б 11					слюсар 3					0,1				
О 12	Промити збірну одиницю													
13														
А 14		80		Контрольна										
Б 15	контрольний стіл				контролер 4					0,6				
О 16	Перевірити якість зварювання													
17														
18														
19														
20														