

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально науковий інститут (факультет) _____

Кафедра зварювального виробництва

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри

«___» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти **«бакалавр»**

на тему: ***Розробка технології складання та зварювання газового балону***

Виконав: студент 2127ст. групи

_____ **Мешалкін В.А.**

(підпис)

Керівник роботи:

Лабарткава О.В.

(посада, науковий ступень вчене звання)

(підпис)

2021р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально науковий інститут

Кафедра зварювального виробництва

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма _____

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

_____ О.М.Костін

(підпис)

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Мешалкін В.А.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка технології складання та зварювання газового балону

керівник проекту (роботи) Лабарткава Олександр Володимирович к.т.н.,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “___” _____ 2021 року

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 17.01.2021

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. Робоче креслення балону;
2. Сталь СтЗсп.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз особливостей конструкції, характеристика основного металу, аналіз очікуваної структури зварних з'єднань, розрахунок режимів зварювання та термічних циклів. Технологічний процес виготовлення балону, вибір зварювальних матеріалів, зварювального устаткування; охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Креслення балону, розрахунок режимів зварювання, аналіз очікуваної структури, технологія зборки та зварювання, розрахунок собівартості виготовлення балки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Лабарткава О.В., к.т.н., старший викладач	17.01.2021	
2	Лабарткава О.В., к.т.н., старший викладач	17.01.2021	
3	Лабарткава О.В., к.т.н., старший викладач	17.01.2021	
4		17.01.2021	
5	Лабарткава О.В., к.т.н., старший викладач	17.01.2021	

7. Дата видачі завдання 15.11.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналіз особливостей конструкції, матеріалу	17.01.2021	
2.	Аналіз структури і властивостей зварних з'єднань	17.01.2021	
3.	Технологічний процес складання та зварювання конструкції	17.01.2021	
4.	Охорона праці	17.01.2021	
5.	Економічний розділ	17.01.2021	

Студент

Мешалкін В.А.

(підпис)

(ПІБ)

Керівник роботи

Лабарткава О.В.

(підпис)

(ПІБ)

Анотація

Даний дипломний проект висвітлює проблему розробки технології складання та зварювання пропанового балону.

Мета дипломної роботи – розробка технології виготовлення зварних пропанових балонів на підставі новітніх тенденцій в сфері складально-зварювального виробництва металоконструкцій.

Дипломний проект складається з вступу, 5-ти розділів основної частини, висновків та списку використаної літератури.

Розрахунково-пояснювальна записка містить ____ аркушів, графічна частина – 5 аркушів.

Результатами виконаної роботи є:

- здійснення аналізу існуючої технології виготовлення конструкції та способів її зварювання;
- визначення очікуваної структури зварного з'єднання та його механічних властивостей;
- розрахунок собівартості складально-зварювальних робіт при виконанні річної програми випуску пропанових балонів кількістю 5000 шт;
- вирішення питань охорони праці та техніки безпеки.

Annotation

This graduation project highlights the problem of developing technology for the assembly and welding of a propane cylinder

The purpose of the thesis is to develop a technology for manufacturing welded propane cylinders based on the latest trends in the field of assembly and welding production of metal structures.

Thesis project consists of an introduction, 5-section main body, conclusion and bibliography.

Cash-explanatory memorandum contains ____ sheets, graphic part - 5 sheets.

The results of this work are:

- Implementation of the analysis of the existing technology of the design and methods of welding;
- Determining the expected structure and its welded joint mechanical properties;
- - calculation of the cost of assembly and welding robots for the implementation of the annual program for the production of propane cylinders in the amount of 5000 pcs;
- Addressing issues of health and safety.

ВСТУП

Газові балони - універсальне і найбільш поширений засіб зберігання газів як в побутових, так і в промислових цілях. Газові балони застосовуються в різних цілях: джерело палива для газових плит, газових обігрівачів, для зварювальних апаратів, пальників, автомобілів. При проведенні різноманітних виробничих робіт (зварювання, різання металів) застосовуються в основному технічні гази - кисень, аргон, ацетилен.

У науковій сфері, в лабораторіях і дослідницьких центрах часто застосовують водень і гелій. Технічні гази (ацетилен, кисень) характеризуються підвищеною пожежо - вибухонебезпекою, тому їх використання і транспортування вимагають особливих умов, а зберігання - надійних, перевірених і забезпечених паспортом газових балонів.

Балони пропанові - найбільш поширені балони, серед балонів для технічних газів, так як пропан дуже часто використовується як у побуті, так і в промисловості. Маркування пропанового балона біла, колір балона - червоний. Справність пропанового балона відіграє ключову роль, адже пропан утворює вибухонебезпечну суміш з повітрям. Пропанових балонів мають ряд стандартних обсягів - 5, 12, 27 і 50 літрів. В якості запірних пристроїв для пропанового балона використовуються або вентиль ВБ-2, або клапан КБ-2.

Газовий балон являє собою спеціальну металеву ємність, що складається з обичайки, дна і горловини для монтажу різних пристроїв (фланці, штуцери, вентилі). Газові балони необхідний для зручного транспортування, зберігання та застосування різних стислих, зріджених або розчинених технічних газів. Всі газові балони фарбуються у відповідності зі спеціальними стандартами, залежно від типу газу, для якого вони призначені. Так, наприклад, вуглекислотні балони мають чорний колір, кисневі балони - синій, ацетиленові балони - білий, а балони, призначені для зберігання пропану - червоний колір. Всі балони регулярно проходять обов'язкове тестування і перевірку.

Результати перевірки та атестації газового балона в обов'язковому порядку повинні бути відображені в його паспорті. Будь газовий балон має свій індивідуальний паспорт, закріплений на його корпусі близько горловини.

Паспорт газового балона являє собою металічну пластинку, на якій вибиті технічні параметри балона. Паспорт містить відомості про балоні (маса корпусу, обсяг, дата виробництва, дати атестацій та ін.), Що дозволяють зробити висновок про придатність балона до подальшої експлуатації. До експлуатації як у виробничих, так і в побутових цілях допускаються тільки повністю справні і оглянуті газові балони. Технічні гази - речовини підвищеної небезпеки, тому справність газового балона - гарантія безпечної, безаварійної роботи балона протягом усього терміну служби.

Мета дипломної роботи – розробка технології виготовлення зварних пропанових балонів на підставі новітніх тенденцій в сфері складально-зварювального виробництва металоконструкцій.

ЗМІСТ

Вступ.....	
Розділ 1. Характеристика конструкції та матеріалу	
1.1. Загальна характеристика конструкції.....	
1.2. Характеристика основного металу.....	
1.3. Типова технологія складання та зварювання газового балону.....	
Висновки та завдання дипломного проекту	
Розділ 2. Дослідження структури та властивостей зварних з'єднань	
2.1. Обґрунтування способів зварювання	
2.2. Розрахунок режимів зварювання	
2.3. Розрахунок термічних циклів зварювання.....	
2.4. Аналіз отриманої структури.....	
2.6 Розрахунок очікуваних зварювальних деформацій	
2.5 Аналіз отриманої структури	
Висновки.....	
Розділ 3. Технологія складання та зварювання пропанового балону	
3.1. Загальний технологічний процес складання та зварювання.....	
3.2. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів	
3.3. Обґрунтування вибору зварювального устаткування, його технічні характеристики	
3.4. Контроль якості зварних з'єднань ферми.....	
Висновки.....	
Розділ 4. Охорона праці	
4.1. 4.1. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів при виготовленні балону	
4.2. Розрахунок місцевої вентиляції складально-зварювального цеху	
4.3. Основні джерела шуму і захист від них	
4.4. Заходи щодо усунення шкідливих факторів на виробництві	
Висновки.....	

Розділ 5. Розрахунок собівартості зварювальних робіт	
5.1. . Розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску зварних пропанових балонів.....	
Висновки.....	
Загальні висновки	
Література	
Додатки	

1.1. Загальна характеристика конструкції.

Балон – металева ємкість, призначена для зберігання і транспортування стиснутих, зріджених та розчинених газів під тиском вище атмосферного.

У даному дипломному проєкті розглянута технологія складання та зварювання пропанового балону.

Призначення його полягає у зберіганні та транспортуванні газу у побутових цілях (рис. 1.1).

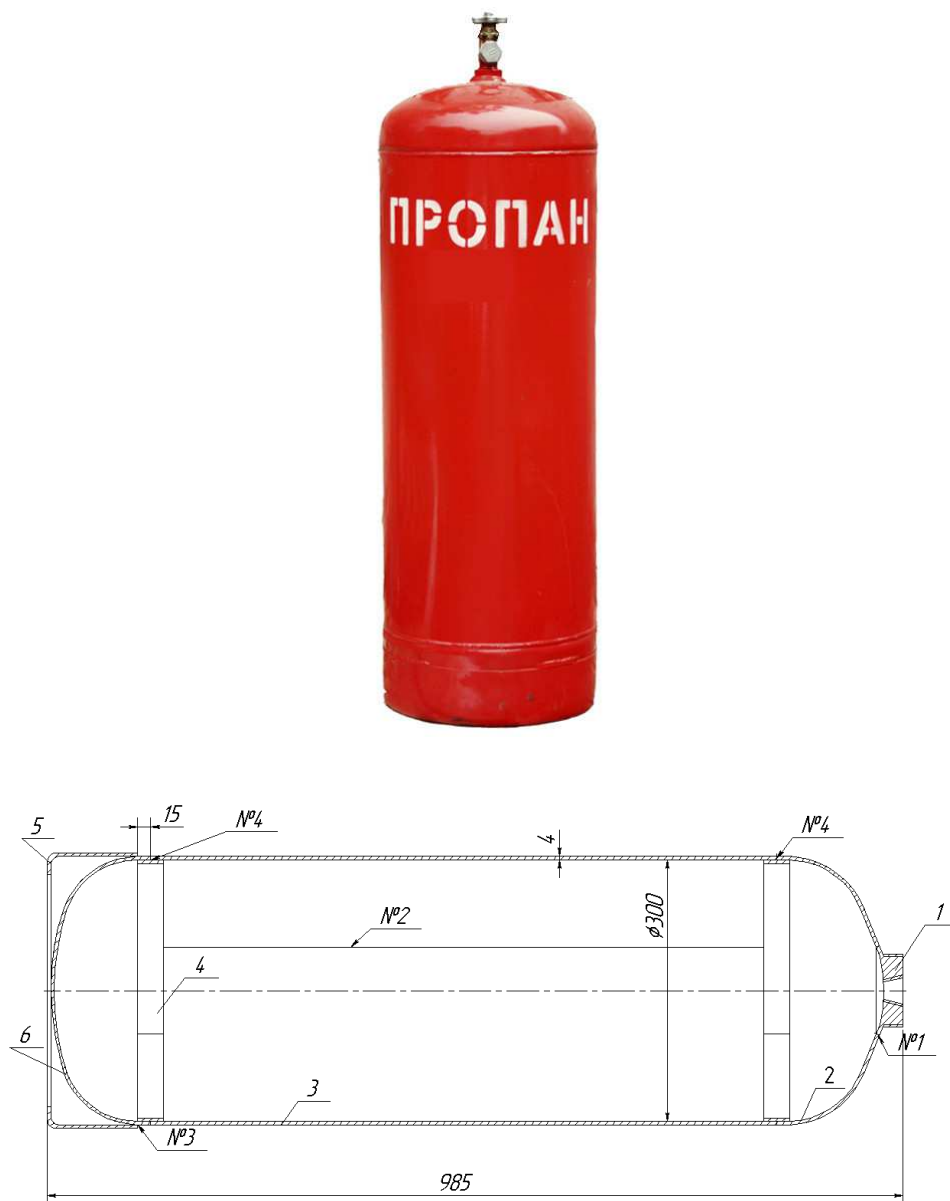


Рис.1.1. Загальний вигляд (**а**) та складальне креслення (**б**) пропанового балону:
1 – горловина; 2, 6 – верхнє і нижнє днище; 3 – обичайка; 4 – кільце підкладне;
5 – башмак

Зварні газові балони складаються з обичайки, днищ і горловини. До горловині балонів кріпляться різні пристрої - фланці, штуцери, вентилі. Товщина стінок визначається стандартом на виготовлення. Для виготовлення сталевих безшовних балонів зазвичай використовуються безшовні сталеві труби.

Побутовий пропановий балон – представляє собою циліндричну ємність довжиною до 985 мм., діаметром 300 мм та товщиною стінки 4 мм.

Розрахунковий тиск газу для балона дорівнює 16 кгс / см². Балони заповнюють не більше 85% обсягу з розрахунку 0,425 кг зрідженого газу на 1 л його місткості.

Основні міждержавні стандарти для виготовлення газових балонів – ГОСТ 15860, ГОСТ 949-73, ГОСТ 9731-79, ГОСТ 12247-80. Крім циліндричних, можуть застосовуватися балони високого тиску сферичної і тороїдальних форм.

Деталі балона: обичайка, днища та підкладні кільця повинні виготовлятися з листової вуглецевої сталі марки Ст3сп або Ст3пс ГОСТ 380, групи міцності ОК370В, 5-ї категорії по нормованим характеристикам, III групи обробки поверхні, з гарантією зварюваності по ГОСТ 16523. Межа плинності не менше 250 МПа. Сортамент листової сталі повинен відповідати ГОСТ 19903 або ГОСТ 19904 [1].

Інші деталі повинні виготовлятися із сталей марок Ст3 за ГОСТ 380 або з сталей марок 08, 10, 15 по ГОСТ 1050 [1].

Горловина повинна виготовлятися із сталей марок Ст3сп або Ст3пс по ГОСТ 380, або зі сталі марки 20 по ГОСТ 1050 [1].

Допускається виготовлення деталей балона з інших марок сталей, рекомендованих "Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском" [1].

1.2. Характеристика основного металу.

При виготовленні зварних пропанових балонів широко використовують низьковуглецеві низьколеговані сталі. Сумарний зміст легуючих елементів у цих сталях звичайно не перевищують 4%, а вуглецю -0,25%

Сталь відноситься до ферито-перлітного класу. Для виготовлення даної конструкції застосовується сталь Ст3пс. Хімічний склад та механічні властивості сталі марки Ст3пс приведені у таблицях 1.1- 1.2.

Таблиця 1.1. Хімічний склад сталі марки Ст3пс по ГОСТ 27772-88

Марка	Зміст хімічних елементів. %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
Ст3пс	≤0.22	0.05-0.15	≤0.65	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.05	≤0.04

Легуючі елементи, що вводяться в сталь, змінюють її механічні, хімічні і фізичні властивості. Основна мета легування сталі полягає в одержанні високих механічних властивостей, підвищенні стійкості сталі проти крихкого руйнування і забезпечення спеціальних властивостей. Перевагою легованих сталей є можливість зниження власної ваги, що веде до економії металу і коштів.

За своєю структурою сталь марки Ст3пс належить до ферито-перлітного класу. Вуглець негативно впливає на стійкість металу шва проти кристалізаційних тріщин і з цього погляду є шкідливим. З іншого боку, значне зниження вуглецю призводить до зниження механічних властивостей сталі. Із збільшенням вмісту вуглецю в сталі збільшується схильність до самозакалювання перехідної зони основного металу, що знаходиться поруч зі зварним швом. Чим більше вуглецю, тим різкіше відбувається загартування і перехідна зона стає більш крихкою. Зварне з'єднання з різкою зоною гарту з твердістю на 35-40% вище за твердістю основного металу схильне до утворення тріщин. Підвищення кількості вуглецю до 0,35-0,37% не викликає утворення тріщин при дуговому зварюванні підвищує механічні властивості [2].

Кремній зміцнює сталь але знижує ударну в'язкість. Марганець, у певних межах, знижує шкідливий вплив сірки, підвищує границю плинності. Нікель незначно зміцнює сталь, але позитивно впливає на пластичність, ударну в'язкість, збільшує опір крихкого руйнування. Хром позитивно впливає на холодостійкість. Ці легуючі елементи, розчиняючись у фериті і подрібнюючи перлітну складову, призводять до невеликого підвищення міцності.

Для оцінки зварюваності стали марки Ст3пс5 застосовуємо формулу [2]:

$$C_{\text{екв}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Si}/24 + \text{Cr}/5 + \text{Ni}/40 + \text{Cu}/13 + \text{V}/14 + \text{P}/2;$$

$$C_{\text{екв}} = 0,18 + 0,525/6 + 0,1/24 + 0,3/5 + 0,3/40 + 0,3/13 + 0,04/2 = 0,382.$$

Так як $C_{\text{екв}} \approx 38\%$, то можна зробити висновок про те, що дана сталь має гарну зварюваність, це робить можливим застосування різних способів зварювання з відсутністю попереднього підігріву.

Таблиця 1.2. Механічні властивості сталі марки Ст3пс [3]

Механічні властивості при	Тимчасовий опір R_m , МПа	370
	Границя плинності R_e , МПа	245
	Відносне подовження δ , %	25
Випробування на ударний вигин	Температура випробувань, °С	-20
	Робота удару для поздовжніх зразків тип KV_T , Дж	49
	Робота удару для поперечних зразків тип KV_T , Дж	39
	KCU , Дж/см ²	-

1.3. Типова технологія складання та зварювання газового балону.

ПРАВКА ЛИСТІВ.

Листи призначені для виготовлення балонів, часто мають відхилення від плоскої форми. Для листової сталі зазор між лінійкою, поставленої на ребро, і поверхнею контрольованого листа повинен бути не більше:

- в напрямку вздовж прокатки для листів товщиною 4-8 мм - 2 мм;
- для листів товщиною 20 мм - 1,5 мм;
- для листів товщиною більше 20 мм - 1 мм;
- поперек прокатки – не більше 1 мм.

При виготовленні побутових пропанових балонів велике значення має правка листів, так як зварне з'єднання хорошої якості може бути отримано тільки при добре виправлених листах [4,5,6,7].

Для виготовлення деталей циліндричної форми застосовують три- і чотиривалкові вальці. Гнуття листів проводять шляхом безперервної прокатки листів між валками з одночасним впливом зусилля на лист, переданого через притисний вал. Для виготовлення циліндричної частини балону пропонується обирати чотиривалкові машини через те що вони, у порівнянні з тривалковими, мають можливість керування згинальними валами. Ця можливість дає можливість підгинання крайок тоді як у тривалкових валах крайки залишаються прямими. Схему чотиривалкових листозгинальних вальців можна побачити на (рис. 1.2), а схему підвальцовування крайок на них на (рис. 1.3).

Гнуття листів способом вальцювання складається з наступних операцій: установки листа з підведеними кромками в вальці, згинання листа в корито або обичайку та зняття їх з вальців.

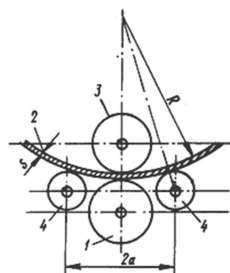


Рис.1.2. Чотиривалкові листозгинальні вальці

Процес гнуття (деформації) листа починається з моменту обертання валків і опускання верхнього валка 3 на трьохвалкових листозгинальних вальцях або одночасного підйому бічних валків 4 на чотиривалкових.

Вальцювання проводиться в один або кілька проходів листа в валках 1,3,4 в процесі яких лист здійснює зворотно поступальний рух шляхом зміни напрямку обертання робочих валків; нижніх 4 в трьохвалкових вальцях і нижнього 1 в чотиривалкових вальцях [4,5,6,7].

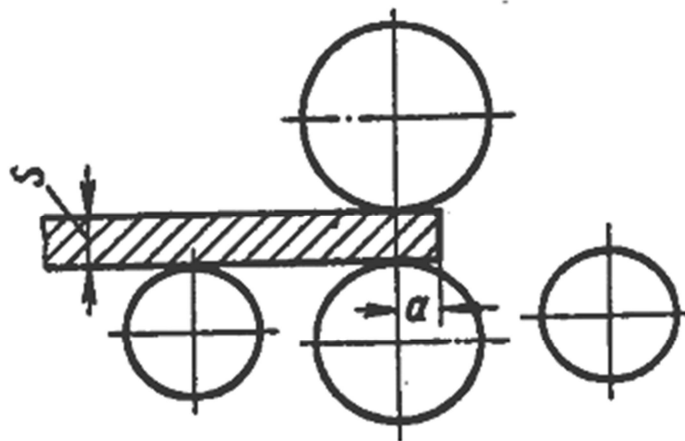


Рис. 1.3. Схема підвальцовування на чотиривалкових згинальних вальцях

Штампування дна.

Верхнє та нижнє дно балону виготовляється за допомогою згинаючих вальців. Послідовність процесу штампування дна балону представлена на (рис. 1.4) [4,5,6,7].

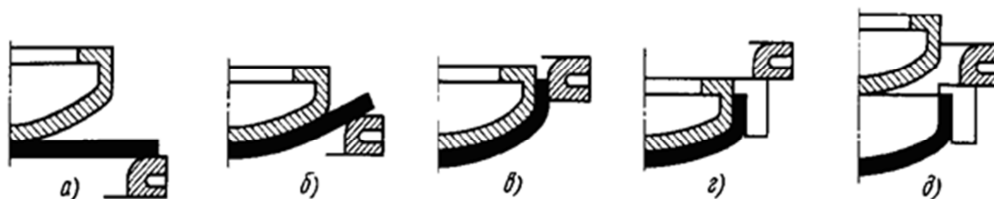


Рис. 1.4. Схема процесу штамповки днища.

Цей метод гнуття обраний тому, що вони найбільш екологічні, прості у застосуванні у виробничому процесі.

Підготовка крайок верхнього дна.

Після штампування верхнього дна, у ньому виконується виріз отвору.

Для цього рекомендується використовувати повітряно - плазмові різання. Плазмові різання використовують для виготовлення деталей зі сталей будь-яких марок, сплавів алюмінію, міді та мідних сплавів. Її об'єм перевищує 70% всього об'єму теплового різання деталей.

Принцип плазмового різання полягає у розплавленні металу дугою плазми та видаленні його з утвореного розрізу струменем плазми. Цей вид різання виконують машинами, оснащеними плазмовими пристроями,

В якості плазмоутворюючого газу рекомендується використовувати повітря. Відмінною рисою плазмового різання є висока швидкість процесу, що перевищує швидкість кисневого різання у середньому в 4 рази. Завдяки цьому продуктивність плазмової машини в 2,5–3 рази вище продуктивності кисневого, а виникнення деформацій деталей при цьому менше в 3–4 рази. Схема плазмового різання представлена на (рис.3.5) [4,5,6,7].

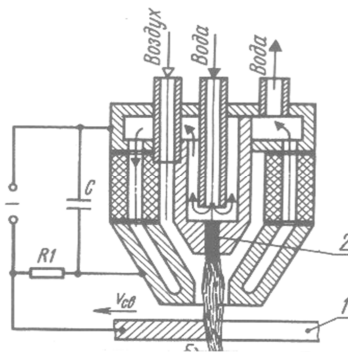


Рис. 1.5. Схема плазмового різання

Підготовка крайок до зварювання.

Перед зварюванням крайки необхідно очищати від окалини, знежирити та відкалібрувати. Це доцільно зробити наступними методами. Поверхня металу знежирюють ацетоном, авіаційним бензином, уайт-спіритом або іншими розчинниками. Плівку оксидів, що перебуває під жировим змащенням, видаляють механічними способами – зачищенням наждаковим папером, шабером або за допомогою металевих дровових щіток. Для щіток рекомендується використовувати дріт із нержавіючої сталі діаметром не більше

0,15мм. Останні два способи переважніше, тому що не створюють небезпеки забруднення шва наждаком. На (рис. 1.6) зображена схема довжини металу від крайок яка підлягає зачищенню.

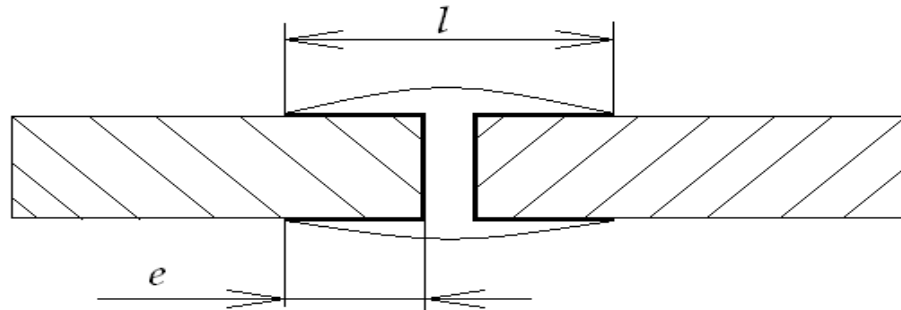


Рис. 1.6. Схема довжини металу від крайок яка зачищаються
Для з'єднання типу С7: $L1 \cdot e/2 + (5 \dots 10)$.

Зварювання циліндричної обичайки.

Цей процес рекомендується провести на приладі для притиснення крайок (рис.1.7) [4,5,6,7].

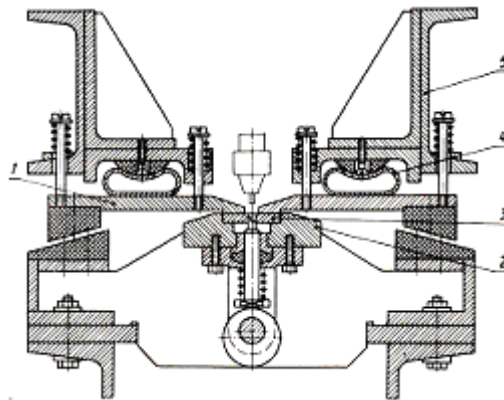


Рис.1.7. Прилад для притиснення крайок

Технологія складання і одностороннього зварювання повздовжніх швів тонкостінних ємностей передбачає застосування стендів з клавішними притискачами, які забезпечують рівномірне і щільне притиснення крайок до підкладки. На рис. 3.6. показано поперечний переріз приладу для притиснення крайок. Крайки обичайки притискаються до ложементу 2 з флюсо - мідною підкладкою 3 клавішними притискачами 1, закріпленими на балках 5. Тиск на клавіші передається пневмошлангами 4. Встановлення і притиснення крайок

проходе в такій послідовності. Поворотом ексцентрикового валика 1 (рис. 1.8.) з підкладки висувуються фіксатори 2, після чого до упору в них спочатку вводиться перша кромка і затискається подачею повітря в шланг. Потім фіксатори прибирають, а другу крайку подають до упору в стиснену першу і затискають своїми притискачами. Таким чином досягається точна установка зварюваного стику по осі підкладки. Після чого виконується зварювання під шаром флюсу, що забезпечую відсутність розбризкування та формування якісного шва [4,5,6,7].

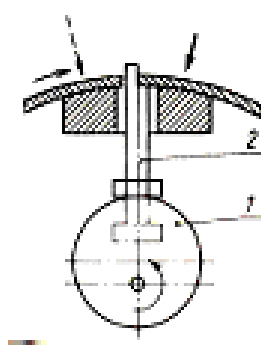


Рис. 1.8. Робота приладу орієнтування крайок повздовжнього шва

Встановлення підкладних кілець в циліндричну частину балону на прихоплення.

У циліндричну частину балону вводяться підкладні кільця після чого виконується їх зварювання точковими прихопленнями, рекомендується використовувати 4-5 прихоплень на стик. Довжину прихоплень потрібно обирати у діапазоні 5-10 мм [4,5,6,7].

Складання горловини з верхнім дном на прихоплення.

Горловина з верхнім дном з'єднуються за допомогою точкових прихоплень, довжина яких складає 5 мм.

Зварювання горловини з верхнім дном.

Для зварювання горловини з верхнім дном, рекомендується обирати зварювання під захисним газом. Виконується двостороннє зварювання. За ГОСТ 14771 – 76 з'єднання виконується швом типу С7.

Перший шар зварювання виконується з зовнішнього боку, а потім виконується підварювання з внутрішнього з частковим переплавленням першого шару.

Складання балону.

Відкалібровані та очищені від окалин верхнє і нижнє дно з'єднують із циліндричною частиною балону на точкові прихоплення. Виконуються 4 – 5 прихоплень на стик.

Особливу увагу при складанні звертають на зазор під зварювання. Зазор між крайками визначається методом зварювання і товщиною листа. Зазор на початку зварювання на кілька міліметрів більше, ніж у кінці.

«Клиновий» зазор необхідний тому що, в процесі зварювання відбувається деформація обичайки і зазор вгорі обичайки збільшується до неприпустимих меж. «Клиновий» зазор при складанні забезпечує рівномірний зазор при зварюванні по всій довжині зварного шва.

Цей технологічний прийом застосовують при зварюванні обичайок з товщиною стінки більше 2 мм. При менших товщинах, стінки обичайки, напруження при зварюванні не настільки великі, щоб істотно вплинути на величину зазору [4,5,6,7].

Для зварюванні кільцевих швів рекомендується використовувати стенд для автоматичного зварювання ємностей. Балон, попередньо зібраний на прихопленнях, подається на верстат теліжкою по рейкам і закріплюється в плаваючій скобі затисними відцентровуючим пристроєм [4,5,6,7].

Зварювання кільцевих швів.

При одночасному автоматичному зварюванні кільцевих швів необхідно обертати виріб з постійною швидкістю, що і забезпечує стенд зображений на (рис. 1.9). Копіювальний диск 8 має дві бігові доріжки: зовнішню по якій котиться ведучий ролик приводного механізму 4, і внутрішню – для опорного холостого ролика 6. Під дією пружного упору 7 копіювальний диск 8 опиняється затисненим між ведучим і опорним роликами. Зовнішня бігова доріжка копіювального диску 8 представляє собою таку ж форму як і у

виробу(коло або овал). Зварювання обох кільцевих швів відбувається одночасно, шляхом обертання виробу навколо своєї осі з постійною швидкістю [4,5,6,7].

Зварювання кільцевих швів на стенді відбувається одночасно.

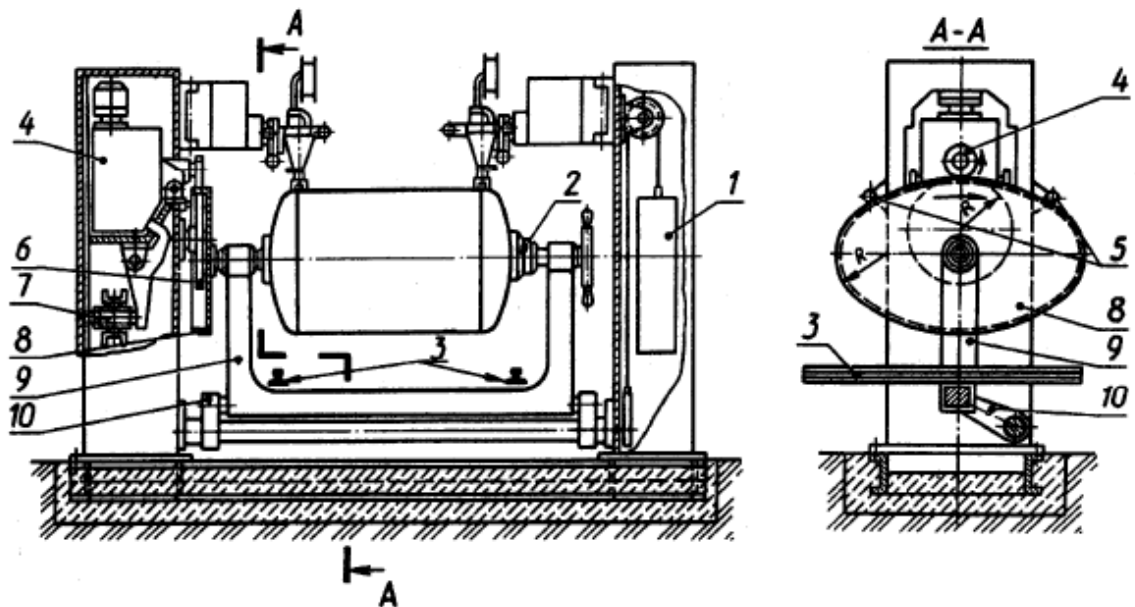


Рис.1.9. Стенд для автоматичного зварювання ємностей

Висновки та завдання дипломного проекту:

Аналіз сучасних технологій складання та зварювання газових балонів і вивчення конструктивних особливостей балонів показали, що в цілому пропановий балон є технологічною конструкцією, що дозволяє застосовувати механізовані способи складання та зварювання.

В данному розділі розглянуто характеристика основного матеріалу конструкції. Хімічний склад сталі СтЗпс та її механічні властивості.

Тому метою даного проекту є розробка технології складання і зварювання, яка передбачає підвищення продуктивності праці, скорочення собівартості і підвищення якості продукції. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Вибрати раціональну послідовність і оптимальні способи зварювання і режим зварювання;
2. Виконати аналіз структури і властивостей одержуваних зварних з'єднань;
3. Вибрати зварювальні матеріали й устаткування;
4. Розробити заходи з охорони праці при виконанні зварювальних робіт;
5. Розрахувати собівартість виконання зварювальних робіт при виконанні річної програми випуску пропанових балонів, яка складає 5000 шт.

2.1. Обґрунтування способів зварювання.

Основні типи з'єднань, конструктивні елементи і розміри швів зварних з'єднань у країнах СНД, у тому числі і в Україні, встановлюються наступними міждержавними стандартами: ГОСТ 5264-80. Ручне дугове зварювання. З'єднання зварні. ГОСТ 8713-79. Зварювання під флюсом. З'єднання зварні; ГОСТ 14771-76. Дугове зварювання в захисному газі. З'єднання зварні.

Виходячи з розмірів конструкції та умов експлуатації та видів зварювання: ручне дугове, автоматичне зварювання під флюсом, а також механізоване зварювання в атмосфері захисних газів, необхідно застосовувати: механізоване зварювання в середовищі CO₂ [5,8,9,10].

При зварюванні конструкції використовують чотири типи зварних з'єднань. Для з'єднання перехідного конусу з верхнім ярмом використовується шов типу С7. Зварювання в середовищі захисних газів було вибрано через те, що цей вид зварювання можна використовувати у різних просторових положеннях. Також цей вид зварювання був обраний тому, що довжина шва достатньо мала. Для з'єднання верхнього та нижнього дна з циліндричною частиною балона використовується шов типу С5 на стенді для автоматичного зварювання ємностей. Зварювання виконується у середовищі захисних газів через те що цей вид зварювання можна виконувати у різних просторових положеннях. У цьому з'єднанні у якості ребра жорсткості використовується підкладне кільце, що залишається. Підкладне кільце використовується для зменшення деформацій під час зварювання.

Для з'єднання циліндричної частини балону використовується шов типу С4. Стикове з'єднання на керамічній підкладки, у середовищі захисних газів. Вибір цього способу зварювання обґрунтовується не великою протяжністю шва з використанням. Зварювання виконується за допомогою підвісних зварювальних автоматів на стенді.

Для приєднання башмака до нижнього дна використовують шов типу Н1. Зварювання в середовищі захисних газів через те що цей вид зварювання можна виконувати у різних просторових положеннях.

Для зварювання пропанового балону вибрані наступні типи зварних з'єднань та швів:

№1 Стикове з'єднання без скосу крайок, у середовищі захисних газів, двосторонній шов типу С7.

№2 Стикове з'єднання без скосу крайок на керамічній підкладки, у середовищі захисних газів, односторонній шов типу С4.

№3 З'єднання в напусток в середовищі захисних газів без скосу крайок, шов типу Н1.

№4 Стикове з'єднання в середовищі захисних газів на металевій підкладки, тип шву С5.

Прихоплення виконуються ручним дуговим зварюванням.

Під час виготовлення побутового пропан – пропанового балону виконують 4 зварних шва.

№1 – Стикове з'єднання в середовищі захисних газів, тип з'єднання С7(ГОСТ 14771 – 76), (рис 2.1).

Мета складання полягає в забезпеченні правильного взаємного розташування і закріплення складових зварної конструкції перед зварюванням. Для виконання складальних операцій використовують складальне або складально-зварювальне устаткування і пристрої. В першому випадку використання пристроїв закінчується після установки прихоплень. У випадку використання складально-зварювального устаткування конструкція звільняється від пристроїв лише після зварювання. Складально-зварювальне устаткування може слугувати для фіксування заготовок, зменшення деформацій у наслідок жорсткого закріплення, для виконання попереднього зворотного очікуваним деформаціям вигину і т.п [15].

Прихоплення під час складання можуть використовуватись для закріплення заготовок між собою та тимчасового закріплення складального або складально-зварювального устаткування та пристроїв [15].

Кількість прихоплень, що закріплюють елементи складної форми може сягати до 10 на 1 п.м на звичайних конструкціях 1...2 на п.м [15].

3.1. Загальний технологічний процес складання та зварювання.

Технологічний процес заготовки деталей з прокату починається з підбору металу за розмірами і марками сталі і може включати наступні операції: правку, розмічування, різання, згинання, та очистку під зварювання.

1. Виготовлення циліндричної обичайки (деталь № 3 см. розділ 1):

- 1) складання обичайки на стенді з прокольним переміщенням підвісних зварювальних автоматів.
- 2) зібрати конструкцію на прихопленнях;
- 3) установка виводних планків;
- 4) закріплення керамічної підкладки;
- 5) здати під зварювання;
- 6) виконати автоматичне зварювання у захисному газі тип шву С4;

7) видалити вивідні планки, керамічну підкладку, зачистити околошовної зони від ґрату;

8) візуально оптичний контроль;

9) вибірковий радіографічний контроль шву.

2. Складання та зварювання горловини з верхнім днищем (деталі № 2,1 см. розділ 1):

1) складання на зварювальному столі горловини з верхнім днищем;

2) зібрати конструкцію на прихопленнях;

3) здати під зварювання;

4) виконати механізоване зварювання у захисному газі тип шву С7;

5) візуально оптичний контроль;

6) кантування верхнього днища;

7) виконати механізоване зварювання у захисному газі тип шву С7;

8) візуально оптичний контроль;

9) зачистити околошовної зони від ґрату;

9) вибірковий радіографічний контроль шву.

3. Складання та зварювання обичайки з верхнім і нижнім днищем (деталі № 3,6,2,4 см. розділ 1):

1) складання циліндричної зварної обичайки (деталь № 3) на стенді для автоматичного зварювання ємностей;

2) установка підкладних кільць на обичайку (деталі № 3, 4);

- 3) установка прихоплень;
- 4) установка верхнього і нижнього днища;
- 5) зібрати конструкцію на прихопленнях;
- 6) здати під зварювання;
- 7) виконати автоматичне одночасне зварювання верхнього і нижнього днища з обичайкою на стенді для автоматичного зварювання ємностей, у захисному газі, тип шву С5;
- 8) візуально оптичний контроль;
- 9) зачистити околовшовної зони від ґрату;
- 10) гідравлічне випробування зварного балону.

4. Складання та зварювання башмака з нижнім днищем (деталі № 5,6 см. розділ 1):

- 1) складання башмака з нижнім днищем;
- 2) установка прихоплень;
- 3) здати під зварювання;
- 4) виконати механізоване зварювання у захисному газі, тип шву Н1;
- 5) зачистити околовшовної зони від ґрату;
- 6) візуально оптичний контроль;

5. Ґрунтовка пропанового балону:

- 1) провести ґрунтовку балки відповідно до відомості ґрунтовки й СНиП 2.03.11-85.

На рис. 3.1 зображено технологічна схема виготовлення пропанового балону.

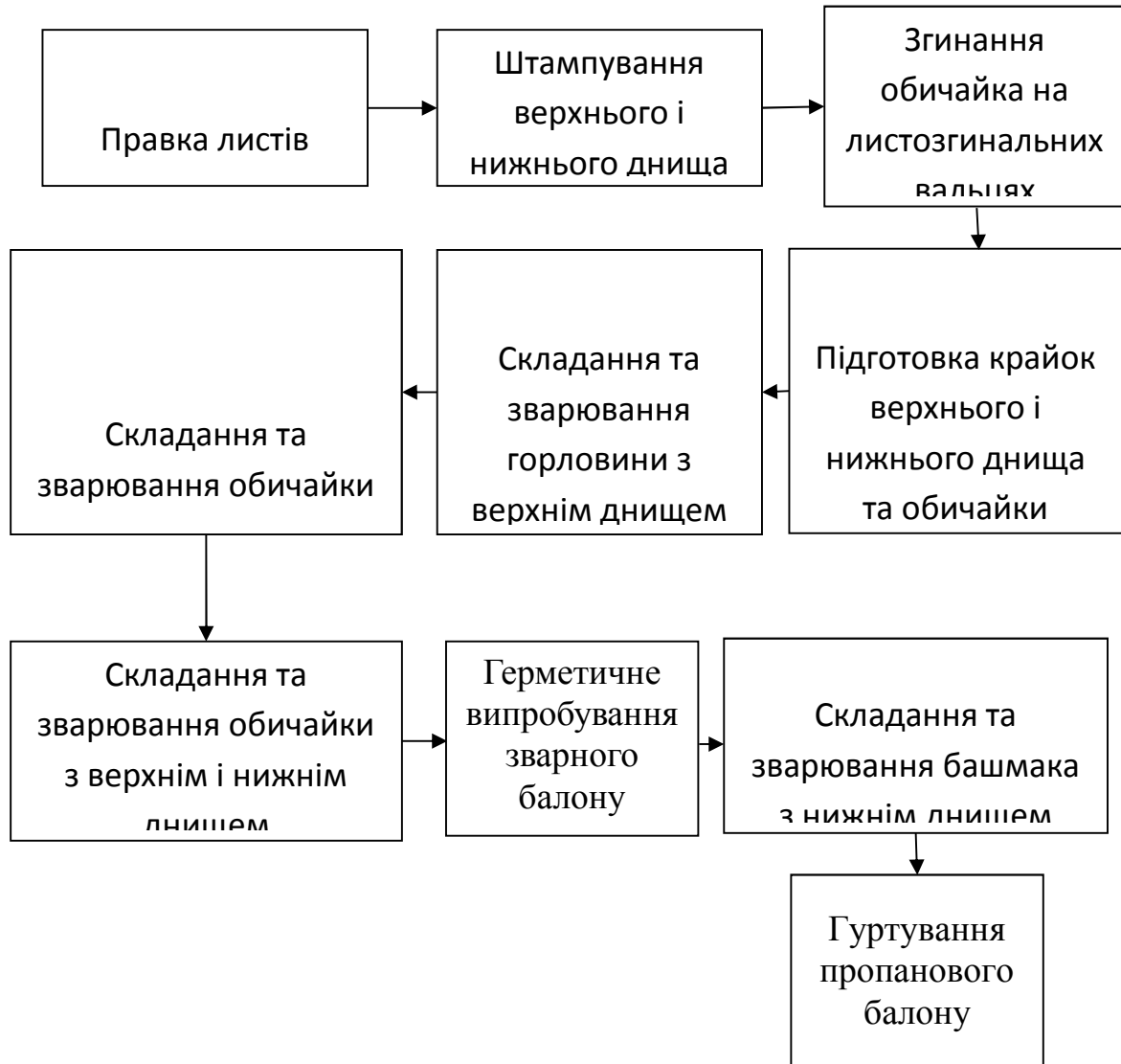


Рис. 3.1. Загальна технологічна схема виготовлення пропанового балону

3.2. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів

На механічні і фізико-хімічні властивості металу шва істотно впливає його хімічний склад. Тому для одержання властивостей, що задовольняють вимогам надійності і якості конструкцій дуже важливим є правильний вибір зварювальних матеріалів.

Першою умовою при виборі зварювальних матеріалів для зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей є одержання щільних без пористих швів. Основною причиною пороутворення є насичення металу шва воднем і азотом, і уповільнення реакції окислювання вуглецю в період кристалізації зварювальної ванни.

Другою умовою при виборі зварювальних матеріалів є одержання металу шва, що має високу технологічну міцність, тобто неохильність до утворення гарячих тріщин.

Третьою умовою є одержання металу шва з необхідною експлуатаційною міцністю.

Четвертою умовою є низька вартість і наявність зварювальних матеріалів [10].

При виготовленні ферми через середню протяжність швів застосовується зварювання у середовищі захисних газів. Для того щоб одержати якісний зварний шов необхідно правильно підібрати зварювальний дріт. За хімічним складом вони повинні бути максимально близькі до основного металу, також додатково легувати шов і попереджати вигорання легуючих елементів. Для попередження утворення пір у зварних швах метал повинен містити не менш 0,2...0,4 % кремнію і марганцю.

Для всіх швів застосовують механізоване зварювання в вуглекислому газі та дріт Св-08Г2С. Хімічний склад зварювального дроту приведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Хімічний склад дроту [16]

Марка дроту	Зміст елементів, %						
	С	Mn	Si	Ni	Cr	S	P
Св-08Г2С	0,07	2,03	0,9	0,2	0,04	0,026	0,03

Механізоване зварювання у середовищі CO₂ має ряд переваг і дозволяє виконати зварювання в різних просторових положеннях. Для зварювання застосовують CO₂, чистота не нижче 99,5 %, ГОСТ 8050-80. При зварюванні

відбувається вигорання легко окисних елементів, причому з електродного дроту елементи вигорають більш інтенсивно, ніж з основного металу. Вигорання компенсується правильним підбором зварювального дроту, підвищеним змістом розкислювачів, що знижує ймовірність виникнення пор у зварному шві. Цим умовам відповідає зварювальний дріт Св-08Г2С, що поставляється за ГОСТ 224670, хімічний склад приведено у таблиці 3.1.

Для встановлення прихоплень, усунення дефектів та виконання зварних швів малої протяжності використовувати електроди УОНИ 13/45, що призначені для зварювання відповідальних конструкцій з вуглецевих і низьколегованих сталей, коли до металу швів пред'являють підвищені вимоги по пластичності і ударної в'язкості.

Характеристика електродів УОНИ 13/45, типові механічні властивості та хімічний склад металу, наплавленого цими електродами наведено у табл. 3.2-3.4. Таблиця 3.2 Характеристика електродів УОНИ 13/45 [13]

Параметр	Значення
покриття електродів	основне
коефіцієнт наплавки	9,5 г/А·год
продуктивність наплавки (для діаметра 3,0 мм)	1,3 кг/год
витрати електродів на 1 кг наплавленого металу	1,6 кг

Таблиця 3.3 Типові механічні властивості металу шва наплавленого електродами УОНИ 13/45 [16]

Тимчасовий опір $\sigma_{\text{в}}$, МПа	Границя плинності $\sigma_{\text{т}}$, МПа	Відносне подовження δ_5 , %	Ударна в'язкість $a_{\text{н}}$, Дж/см2
460	350	26	200

Таблиця 3.4. Типовий хімічний склад металу наплавленого електродами

С	Mn	Si	Ni	S	P
0,09	0,57	0,23	0,2	0,025	0,027

3.3. Обґрунтування вибору зварювального устаткування, його технічні характеристики.

Для механізованого зварювання в середовищі CO₂ та ручного дугового зварювання використовуємо напівавтомат інверторний ПСИ-250 PRO (5-2) DC MIG/MAG/MMA/TIG. Технічні характеристики ПСИ-250 PRO (5-2) DC MIG/MAG/MMA/TIG приведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. Технічні характеристики ПСИ-250 PRO (5-2) DC MIG/MAG/MMA/TIG

Фото	Характеристики	ПСИ-250P(5-2)
	Номінальна напруга мережі живлення 50Гц, В	220
	Номінальний струм з мережі, А	32...36
	Номінальний зварювальний струм, А	250
	Максимальний діючий струм, А	335
	Тривалість навантаження (ПН)	70%/250А 100%/208А
	Межі зміни напруги мережі живлення, В	160-260
	Межі регулювання зварювального струму, А	12-250
	Межі регулювання зварювального напруги, В	12-28
	Діаметр штучного електрода, мм	1,6-6,0
	Діаметр зварювального дроту, мм	0,6-1,2
	Імпульсні режими при зварюванні	MMA/TIG/MIG/MAG
	Гарячий старт «Hot-Start» в режимі РДС	регулюров.
	Форсаж дуги «Arc-Force» в режимі РДС	регулюров.

	Антипріліпаніє «Anti-Stick» в режимі РДС	автомат.
	Блок зниження напруги холостого ходу	вкл/викл
	Напруга холостого ходу РДС, В	12/75
	Напруга підпалу дуги, В	110
	Номінальна споживана потужність, кВА	6,9...7,9
	Максимальна споживана потужність, кВА	11,0
	ККД, %	90
	охолодження	примусове
	Діапазон робочих температур	-25...+45°C
	Габаритні розміри, ДхШхВ, мм	360x260x270
	Маса без котушки і аксесуарів, кг	10,7
	Клас захисту	IP33

Властивості і переваги:

Широкі можливості регулювання параметрів зварювання:

- в режимі РДС "ММА" - 1 (основний) + 10 (додаткових)
- в режимі АРГ "TIG" - 1 (основний) + 8 (додаткових)
- в режимі ПА "MIG / MAG" - 2 (основних) + 4 (додаткових)

Можливість налаштування на імпульсний режим у всіх методах зварювання;

Мікроелектроніка джерела винесена в окремий відсік.

Для небезпечних умов роботи вбудований блок зниження напруги холостого ходу в режимі РДС «ММА», з можливістю його включення і відключення. Відмінною особливістю напіваавтоматів ПАТОН™ є дуже потужний, якісний і герметичний металевий механізм подачі дроту.

Для автоматичного зварювання у захисному газі використовується зварювальна головка – зварювальний автомат А-1406 .

Головка зварювальний - основний вузол автомата. Вона забезпечує подачу зварювального матеріалу в зону зварювання. За допомогою зварювального

головки підводиться електричний струм, підтримується стабільний процес зварювання.

Зварювальний головка складається з:

- механізму, що подає;
- струмопідвідного пристрою;
- механізму коригування положення щодо зварювального шва;
- флюсового або газового обладнання.

Основні функції зварювальної головки - це: подача в зону зварювання зварювального матеріалу і підведення до нього напруги, підтримку стабільних параметрів зварювання або їх зміни за заданою програмою.

Технічні характеристики зварювального автомату А-1406 приведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. Технічні характеристики ПСИ-250 PRO (5-2) DC MIG/MAG/MMA/TIG

Фото	Характеристики	А-1406 (джерело живлення 500 А)
	Джерело мережи	380 В, 50 Гц, 3 фази
	Номінальний зварювальний струм, А при ПВ = 100%	500
	Діапазон регулювання зварювального струму, А	60...500
	Кількість електродів, шт	1
	Діаметр електродного дроту, мм:	-
	- суцільний	1,2...5
	- порошкової	2...3
	Межі регулювання швидкості подачі електродного дроту, м / год	17...553
	Вертикальне переміщення зварювальної головки:	-
	- хід, мм	500
	- швидкість, м / ч	29,4

	Поперечне переміщення зварювальної головки:	-
	- швидкість, м / ч	від руки
	- хід, мм	±70
	Регулювання кута нахилу електрода (мундштука), град / привід	± 30 ° / ручний
	Амплітуда коливання електрода при наплавленні порошковим дротом діаметром до 3 мм., Мм	10...70
	Флюсоаппаратура:	-
	- обсяг, дмЗ	40
	- витрата повітря, мЗ / ч	20
	- висота всмоктування флюсу, м	2
	Маса, кг:	185
	Габаритні розміри, мм:	1010x890x1725

Зварювальний автомат А-1406 (підвісний) приєднується на наплавочні верстати і може служити для зварювання і наплавлення порошковим і суцільним дротом. Зварювальний автомат використовується для зварювання та наплавлення легованих і низьковуглецевих сталей.

А-1406 забезпечує наступні способи наплавлення:

- в середовищі захисного газу (CO₂);
- відкритою дугою порошковим дротом або порошкової стрічкою;
- суцільним дротом під шаром флюсу;
- розщепленим електродом відкритою дугою (на спецзамовлення);

Сварка здійснюється при постійному струмі незалежно від параметрів дуги і швидкості подачі електродного дроту.

3.4. Контроль якості зварних з'єднань балону

Контроль якості зварних швів здійснюється за ГОСТ 5.1093-78 на підставі результатів контролю: кваліфікації зварників, якості матеріалів, що зварюються й зварювальних, зварювального устаткування, інструмента й оснащення, якості зварних швів, обумовленого зовнішнім оглядом, вимірами, ультразвуком, радіографією, випробуванням швів на герметичність і непроникність.

До виконання зварювальних робіт допускаються атестовані зварники, що мають розряд відповідно до вимог основних положень і здали теоретичні і практичні екзамени за ОСТ 5.9126-84 відповідно до СНиП.

Матеріали, застосовувані для виготовлення балки, а також електроди, зварювальний дріт, захисні гази до використання у виробництві перевіряються ВТК на відповідність вимогам ГОСТів і основним положенням по зварюванню металів, вимогам СНиПів.

Важливим фактором одержання якісних зварних з'єднань є контроль якості складання під зварювання. Найбільш скрупульозно перевіряється відповідність кресленням зібраних деталей, вузлів, що збираються, правильність оброблення крайок під зварювання, чистота поверхні деталей.

У процесі виготовлення конструкції майстер контролює дотримання послідовності і правильності виконуваних швів, марок застосовуваних зварювальних матеріалів, зазначених у технологічному процесі зварювання. Для контролю якості зварних швів застосовуються наступні види контролю: зовнішній огляд і обмір, перевірка на проникність. Контроль якості зварних з'єднань зовнішнім оглядом і виміром геометрії шва виконується відповідно до ОСТ 5.9170-73. Контролю зовнішнім оглядом і вимірам піддаються всі закінчені шви, незалежно від категорії, по всій довжині з лицьової і зворотної сторони. Огляду підлягають як наплавлений метал, так і зона основного металу, що прилягає до нього, на відстані 100 мм від границь шва. Перед зовнішнім оглядом і виміром шви повинні бути очищені від шлаку, бризів і забруднення.

При контролі зовнішнім оглядом оцінка якості виконується відповідно до ГОСТ 5.1093-78.

При контролі зовнішнім оглядом у зварних швах не допускається наявність наступних дефектів:

- тріщин у металі шва й околошовної зони, пропиків, свищів, кратерів, напливів, потоків, місцевих скупчень пор і включень, невідповідність форми шва;
- окремих пор розміром більш 0,1 мінімальної товщини деталі, що зварюється, при товщині деталі до 20 мм і пор більше 2 мм, при товщині деталі більше 20 мм;
- підрізів основного металу глибиною до 1 мм, довжиною більш 15 мм і підрізів більш 1 мм будь-якої довжини. Сумарна довжина окремих підрізів глибиною до 1 мм, але довжиною менш 15 мм не повинна перевищувати 10% від довжини з'єднання;
- горбистості, лускатості величиною більш 2 мм;
- западання між валиками більш 1,5 мм;
- западання між швом і основним металом більш 3 мм, з'єднання з однобічним скосом крайок, і більше 2 мм для окремих типів з'єднання.

Для виміру зварних швів застосовувати: калібрметри, штангенциркуль, вимірник зварних швів, лінійку. Виміри зробити відповідно до інструкцій.

Також виконується вибірковий радіографічний контроль для відповідальних конструкцій; цим способом контролюється 10% швів. Виконання перевірки якості швів радіографічним методом виконується відповідно до ГОСТ 7512-82, ГОСТ 2305-73 і ОСТ 5.90095-77. Також використовується ультразвуковий контроль.

Контроль зварних з'єднань радіаційними методами заснований на зміні інтенсивності випромінювання рентгенівського і гамма-випромінювання в результаті проходження через контрольований матеріал. Інтенсивність випромінювання змінюється в залежності від товщини матеріалу. Основний метал має інші відбиваючі властивості, чим різні включення в металі шва, що і фіксується при даному методі контролю на фотоплівці.

Перевірка конструкції на непроникність виробляється за допомогою проби "гас на крейду", коли з нижньої сторони, або з однієї зі сторін, зварний шов намазується гасом, а з іншої сторони наноситься крейда. При неякісному шві на крейді будуть видні плями гасу. При цьому методі використовуються досить високі проникаючі властивості гасу.

Гідравлічне випробування. Балон заповнюється водою, створюється надмірний тиск, що перевищує робочий, найчастіше на 25%. Після повного заповнення балону перекривається подача води і контролюється падіння тиску в балоні. У разі якщо тиск не впаде за період витримки, на протязі 5 хвилин, можна визнати що він витримав випробування. У разі, якщо при випробуванні буде з'ясовано, що він знаходиться в небезпечному становищі або має дефекти, що викликають сумніви в його міцності, робота його забороняється.

Висновки:

1. У даному розділі дипломного проекту описана принципова послідовність виготовлення пропанового балону. Для виконання усіх швів застосовується механізоване та автоматизоване зварювання в середовищі CO₂.

2. Проведено аналіз та підбір зварювальних матеріалів для СтЗпс. Механізоване та автоматизоване зварювання в середовищі CO₂ виконується зварювальною проволокою Св-08Г2С. Для встановлення прихоплень, усунення дефектів та виконання зварних швів малої протяжності використовувати електроди УОНИ 13/45.

3. Обрано устаткування для механізованого зварювання – напівавтомат інверторний ПСИ-250 PRO (5-2) DC MIG/MAG/MMA/TIG.

4. Автоматизоване зварювання в середовищі CO₂ виконується за допомогою зварювальної головки – зварювальний автомат А-1406.

5. Застосування обраної технології, устаткування і зварювальних матеріалів, методів контролю забезпечує необхідну якість виготовлення пропанового балону.

4.1. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів при виготовленні балону

В даний час зварювання - найскладніший технологічний процес. До числа основних фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться машини, що рухаються, і механізми, рухливі частини виробничого устаткування, переміщувані вироби і заготовки. Застосування рухливого устаткування викликає необхідність забезпечення безпеки експлуатації цих пристроїв, вимагає огороження всіх доступних, які рухаються або обертаються, частин механізмів, застосування блокуючих пристроїв, для виключення можливого проникнення людини в небезпечну зону, сигнальних пристроїв, до яких відносяться покажчики, фарбування відповідними умовними знаками і кольорами. Також необхідно забезпечити міцність механізмів, допоміжних і вантажозахоплюючих пристосувань. Крани не рідше одного разу в рік підлягають технічному огляду. На організм людини шкідливо впливає шум, джерелами якого можуть бути роботи, які виконуються електричними, ручними інструментами, вентиляційними установками.

Виробничий шум впливає на здоров'я людини, а зокрема, на нервову систему. Нормовані параметри шуму визначені ГОСТом 12.1003-83. Працюючих у зоні складально-зварювальної ділянки з рівнем шуму більш 80дБ необхідно забезпечувати засобами індивідуального захисту.

Наступним видом виробничих небезпечних факторів є електричний струм, вплив якого проявляється внаслідок використання електричних машин і установок. Основними параметрами захисту від поразки струмом, відповідно до ГОСТ 12.1.030-81 є: електрозахисний поділ мережі; забезпечення неприступності струмоведучих частин для попередження випадкового проникнення; усунення небезпеки з появою напруги на корпусах, кожухах і т.д.; застосування ізоляції; захисне заземлення; застосування засобів індивідуального захисту.

Більшу частину трудомісткості виготовлення вилицевої секції складають зварювальні роботи. Секція вариться автоматичним зварюванням під шаром флюсу і п/а в середовищі захисних газів. Недотримання техніки безпеки при

зварюванні електродом, що плавиться, може призвести до поразки електричним струмом і випромінюванням дуги, до опіків розплавленим металом.

При роботі в середовищі захисних газів слід зазначити, що основним газом є CO₂, а його щільність у 1,5 рази більше щільності повітря і він може накопичуватися нижніх частинах приміщення (див. табл. 4.1). При збільшенні концентрації CO₂ у зварника може виникнути кисневе голодування, що може привести до летального результату. При роботах у збирально-зварювальних цехах газ повинний знаходитися в балонах під високим тиском.

Таблиця 4.1. Сумарне виділення шкідливих речовин при зварюванні, г/кг

Вид зварювання	Найменування і марка зварювального матеріалу	Пил	Гази	
		Mn	CO	НВ
Зварювання під флюсом	Флюс- ОСЦ-45	0,03	-	0.2
Зварювання в CO ₂	Дріт- Св-08М2	0,5	14	-

У зв'язку з виділенням при зварюванні в середовищі захисних газів значної кількості пилу і газів необхідно обладнати зварювальний цех місцевою і загально-обмінною приточною витяжною вентиляцією, бажано зі спрямованим потоком свіжого повітря. При зварюванні в середовищі захисних газів на основі CO₂ витяжні відсоси загально-обмінної вентиляції необхідно встановлювати в самих нижніх точках приміщення.

Освітлення також має велике значення в охороні праці. Достатнє освітлення забезпечує гарну видимість і створює сприятливі умови для роботи. Великий вплив на продуктивність праці робить також кольорова гама робочого місця (фарбування приміщень і устаткування). Фахівцями доведено, що правильно обрана освітленість і кольорова гама може підвищити продуктивність деяких робіт на 15-20 %.

Нормативним документом про штучне освітлення є СНиП II-4-79 «Природне і штучне освітлення». Для ділянок збирально-зварювальних цехів ці норми встановлюють рівень освітлення газорозрядними лампами - 300 люкс.

4.2. Розрахунок місцевої вентиляції складально-зварювального цеху

Для виконання зварних таврових проб у середовищі захисних газів на робочому місці необхідне застосування місцевої вентиляції.

Переріз повітреприймного пристрою має форму кола:

$$d_0 = 0,3 \text{ м.}$$

Діаметр повітроводу визначимо за формулою:

$$d = \frac{F}{\pi d_0};$$

$$F = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Підставимо значення у формулу й одержимо:

$$d = \frac{3,14(0,3)^2}{4} * \frac{1}{2 * 3,14 \frac{0,3}{2}} = 0,075 \text{ м.}$$

Швидкість руху повітря у повітроприймачі дорівнює:

$$V_B = \frac{V_T l^2}{k d^2},$$

де V_T - швидкість виділення шкідливих речовин у якій-небудь точці або перетині, м/с;

l – відстань точки, що обмежує швидкість руху потоку, від вхідного перерізу повітроприймача, м;

d – гідравлічний діаметр повітроприймача, м.

$$V_T = 0,5 \text{ м/с};$$

$$l = 0,09 \text{ м.}$$

$$V_B = \frac{0,3 * 0,09^2}{0,07 * 0,075^2} = 6 \text{ м/с.}$$

Кількість повітря, необхідне для видалення шкідливих речовин одним пилогазоприймачем дорівнює:

$$Q_H = V_B S_B * 3600,$$

де S_B – швидкість вхідного перерізу пилогазоприймача;

V_B – швидкість руху у повітроприймачі.

$$Q_H = 95 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Загальна кількість повітря, необхідна для місцевої вентиляції:

$$Q_M = n * Q_H,$$

де Q_H – кількість повітря для видалення шкідливих речовин від одного джерела, $\text{м}^3/\text{год}$;

n – кількість джерел, що виділяють шкідливу речовину.

$$Q_M = 7 * 95 = 665 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Схема місцевої вентиляції приведена на рис.4.1.

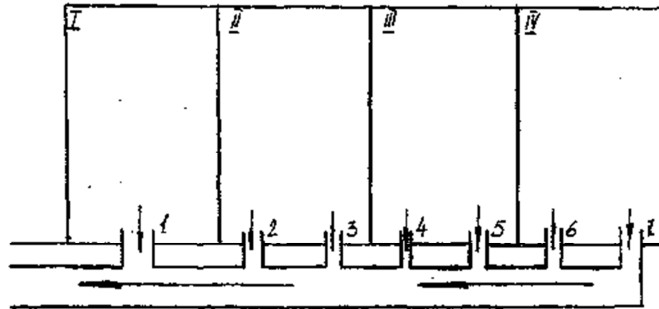


Рис. 4.1. Схема місцевої вентиляції

Діаметр на ділянці 1-2 визначається:

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4Q_{1-2}}{3600\pi V_B}} = \sqrt{\frac{4 * 665}{3600 * 6 * 3,14}} = 0,2 \text{ м},$$

де Q_{1-2} кількість повітря, що проходить через ділянку 1- 2, $\text{м}^3/\text{год}$;

V_B - швидкість руху повітря у повітроводі, $\text{м}/\text{год}$.

Втрати на тертя на ділянці 1-2 визначаються:

$$H_{тр} = \frac{\rho \lambda L V_B^2}{2d},$$

де $\lambda = 0,03$ - коефіцієнт гідравлічних втрат;

L - довжина прямолінійної ділянки, м ;

$$L_{1-2} = 8 \text{ м}.$$

$$L_{2-3} = 3 \text{ м}.$$

Звідси одержимо:

$$H_{тр} = \frac{1,226 * 0,03 * 8 * 6^2}{2 * 0,2} = 26,5 \text{ кгс} / \text{м}^2 = 265 \text{ Па}.$$

Місцеві втрати на цій ділянці рівні:

$$H_m = \frac{\xi V_B^2 \rho}{2},$$

де $\xi = 1,2$ — коефіцієнт місцевого опору;

$\rho = 1,226 \text{ кг/м}^3$ - щільність повітря.

$$H_m = \frac{0,03 * 1,226 * 6^2 * 3}{2} = 265 \text{ Па.}$$

Для прямолінійної ділянки 2- 3 утрати на тертя:

$$H_m = \frac{0,03 * 1,226 * 6^2 * 3}{2 * 0,2} = 100 \text{ Па.}$$

Аналогічно визначимо втрати напору на всіх інших ділянках, отримані втрати просумуємо:

$$\Sigma = 109,5 \text{ кгс/м}^2 = 1095 \text{ Па.}$$

Вибираємо вентилятор ВНИИСТО серії ЗВР № 2, його дані:

$$Q = 1000 \text{ м}^3/\text{год}, N = 1 \text{ кВт}, H = 92 \text{ кг/м}^2, \eta = 0,55.$$

Коефіцієнт R у вентиляторній мережі дорівнює:

$$R = \Sigma H / Q^2,$$

де ΣH – сума втрат у системі;

Q – кількість повітря, необхідне для місцевої вентиляції.

Для очищення повітря приймаємо «Циклон» НІОГаз продуктивністю $1000 \text{ м}^3/\text{год}$.

Утрати напору в «Циклоні» складають 6 кг/м^2 , тоді втрати в системі дорівнюють:

$$\Sigma H = 268,5 + 6 = 274,5 \text{ Па.}$$

$$R = 274,5 / 665^2 = 6,2 * 10^{-4}.$$

4.3. Основні джерела шуму і захист від них

У сучасних умовах людина на виробництві піддається постійному впливу шуму. Найбільш значний по інтенсивності шум, 115- 125 дБ, виникає при пневматичному рубанні і зачищенні зварних швів корпусних деталей і конструкцій. При роботах у замкнених суднових відсіках рівень шуму підвищується до 125- 130 дБ. Трохи менше рівень шуму при роботі пневматичних зачисних машин, до 105 дБ, однак, у корпусних цехах при обробці відносно тонких листових конструкцій виникає структурний непостійний шум, що досягає на робочих місцях 110- 120 дБ. Двигуни внутрішнього згоряння, широко використовувані на судах, вироблений у приміщення шум, що складається із шумів механічного й аеродинамічного походження. Рівні звукового тиску при роботі дизеля, вимірювані на відстані 1 м від його контуру, складають 85- 100 дБ, але деякі рівні шуму випуску в деяких типів двигунів досягають 120- 130 дБ.

Необхідно вживати серйозні міри захисту працівників від шкідливого впливу шуму. Ці міри включають розробку шумобезпечної техніки і технологічних процесів, що виключають чи обмежують операції, застосування засобів і методів колективного й індивідуального захисту працюючих.

Велике значення для зменшення шкідливого впливу шуму на працівників має розробка раціональних технологічних процесів, наприклад, електрозварювання, пресування або кліпання деталей замість пневматичної клепки, газове чи верстатне стругання крайок замість пневматичного рубання.

Засоби колективного захисту знижують шум на шляху його поширення від джерела до захищаємого об'єкта (людини) і в залежності від середовища підрозділяються на засоби, що зменшують передачу повітряного чи структурного шуму. За способом реалізації розрізняють засоби звукоізоляції, звукопоглинання, демпформування і глушители шуму.

Основним способом захисту від шуму для робочих є використання засобів індивідуального захисту органів слуху. Це протишумові навушники, що закривають вушну раковину зовні; вкладиші, що перекривають зовнішній

слуховий прохід чи прилягають до нього; протишумові шоломи і маски, а також протишумові костюми.

4.4. Заходи щодо усунення шкідливих факторів на виробництві

Отруєння при зварюванні в захисних газах виникають внаслідок витиснення ним кисню, вміст кисню у повітрі робочого приміщення зварника стане менше 19% (по об'єму). Таке отруєння може стати при роботі в замкнених, погано провітрюваних приміщеннях. При цьому необхідно враховувати, що захисний газ може проникати в робоче приміщення не тільки із пальника, але і з комунікацій з газом, захисних пристроїв. Тому, у приміщенні для зварювання повинна бути передбачена місцева вентиляція. Також можна використати маски з подачею повітря.

Активний газ CO_2 , виконуючи захисні функції металу шва, у той же час є окиснювачем і сприяє виникненню зварювальних аерозолей за рахунок, як випаровування, так і окиснення основного і електродного металів. Тому зварювання в CO_2 характеризується високим рівнем виділення зварювальних аерозолей, а також газових компонентів CO , NO , NO_2 . Через це на участку зварювання в середовищі захисних газів необхідна витяжна вентиляція. Для місцевої вентиляції при зварюванні в середовищі захисних газів вимагаються технологічні вимоги по відношенню до обмеження рухливості повітря в зоні дуги. Тому, при розрахунку вентиляційних систем потрібно виходити з того, що швидкість повітря в зоні зварювання повинна бути не більше 0,3 м/с.

Збільшення витрат відсмоктуючого повітря призводить до погіршення захисту і якості зварного шва. Обмін повітря на один пост повинен складати 500-1000 $\text{м}^3/\text{ч}$. В холодний період, повітря, яке подається в зону дихання зварника, повинне мати температуру 20-22 $^{\circ}\text{C}$.

Для попередження ураження робітників електричним струмом, усе устаткування, що знаходиться під напругою повинно бути заземлено або занулено та позначено попереджувальними знаками « обережно висока напруга ».

При роботі з деталями при складанні-зварюванні виробів недопускається працювати без захисного одягу, взуття та рукавиць. У разі роботи по

зачищенню зварних швів робітник повинен працювати у распіраторі і захистній масці, що протидіє попаданню частинок у очі та дихальну систему робітника. Електрозварювальники та газорізальники повинні працювати у захистних масках або окулярах з светофільтром необхідного рівня, який попереджає ураження очей робітника випромінюванням.

При наявності в робочій зоні шуму, що перевищує допустимі норми, усі працюючі повинні працювати у шумозахисних навушниках або берушах.

Для попередження травмування працівників падаючими або переміщуваними краном деталями, усі працівники на виробництві повинні знаходитись у захисних касках та спеціальній протиударній обуві.

Висновки:

1. Розрахункова система місцевої вентиляції на зварювального цеху дозволить здійснити захист зварників у процесі роботи від впливу шкідливих речовин, що виділяються при зварюванні, також підібрано необхідний вентилятор для системи вентиляції,

2. Визначили основні джерела шуму і виявили способи захисту від шуму для робітників.

5.1. Розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску зварних пропанових балонів

У даному розділі дипломного проекту виконується розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску балонів.

Розрахунок виконується для річного випуску пропанових балонів у кількості 5000 шт.

Вихідні данні розрахунку:

1.Річний об'єм продукції, м. п.	25000
2. Ціна дроту, грн. за кг	40
3. Витрати CO ₂ на 1 м.п., л	1,85
4. Витрати дроту на 1 м.п., кг	0,45
5. Ціна 1 л. CO ₂ , грн.	9,0
6. Витрати електроенергії на 1м.п. с.д. кВт/г	3,7
7. Ціна 1 кВт/г, грн.	7,03
8. Трудомісткість на 1м.п. н/а н.-г. [20]	0,23
9. Розряд робіт	4
10. Часова тарифна ставка, грн.	70
11. Рівень додаткових витрат, %	16
12. Норма амортизації, %	15
13. Норма витрат на поточний ремонт обладнання, %	5
14. Вартість зварювального обладнання, грн.	620000

Розрахунок витрат на електроенергію наведений в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 Витрати на електроенергію

Найменування	Е.О. виміри	Розхід на річну програму	Річна програма в п.м.	Розхід на 1 п.м.	Ціна 1 кВт/г, грн.	Витрати на електроенергію, грн.
Електроенергія	кВт/г	92500	25000	3,7	7,03	650275

Розрахунок витрат на основну заробітну плату приведений в таблиці 5.2

Таблиця 5.2. Витрати на ОЗП

Найменування	Е.О. виміри	Річна програма п.м.	Трудовісткість на річну програму, н-г	Часова тарифна ставка, грн.	Сума витрат ОЗП, грн.
Зварювання напівавтоматом	0,23	Існуючий варіант		70	402500
		25000	5750		

Розрахунок витрат на зварювальні матеріали приведені в таблиці 5.3

Таблиця 5.3. Витрати на зварювальні матеріали

Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Розхід на 1 п.м.	Річна програма, п.м.	Ціна одиниці, грн.	Розхід на річну програму, кг; л	Витрати на матеріал, грн.
Дріт	кг	0,45	25000	40	11250	450000
СО ₂	л	1,85	25000	9	46250	416250
Всього						866250

Розрахунок витрат на додаткову заробітну плату (ДЗП) наведений в таблиці 5.4

Таблиця 5.4. Витрати на ДЗП

Сума витрат ОЗП, грн.	Рівень витрат на ДЗП, %	Сума витрат на ДЗП, грн.
402500	16%	64400

Розрахунок відрахувань від ЗП приведений в таблиці 5.5

Таблиця 5.5. Відрахування ЄСВ від З.П.

Сума витрат на ОЗП і ДЗП, грн.	Рівень відрахувань від ЗП, %	Сума відрахувань від ЗП, грн.
466900	22,0%	102718

Розрахунок витрат на амортизацію зварювального обладнання наведено у таблиці 5.6

Таблиця 5.6. Витрати на амортизацію зварювального обладнання

Найменування обладнання	Початкова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Сума витрат на амортизацію, грн.
Зварювальний напівавтомат та зварювальні головки	620000	15	93000

Розрахунок витрат на поточний ремонт обладнання наведено у таблиці 5.7.

Таблиця 5.7. Витрати на поточний ремонт обладнання

Найменування обладнання	Вартість обладнання, грн.	Норма витрат на поточний ремонт, %	Сума витрат на поточний ремонт обладнання, грн.
Зварювальний напівавтомат та	620000	5	31000

зварювальні головки			
---------------------	--	--	--

Розрахунок цехових накладних витрат наведено у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8. Розрахунок цехових накладних витрат

Сума витрат на основну зарплатню, грн.	Рівень витрат на цехові накладні витрати, %	Рівень затрат на цехові накладні витрати, грн.
402500	20	80500

Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні балок плит перекриття приведено у таблиці 5.9.

Таблиця 5.9. Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні пропанових балонів

	Показники	Одиниці вимірювання	Зміна витрат, грн.
1	Витрати на матеріали	грн.	866250
2	Витрати на електроенергію	грн.	650275
3	Витрати на ОЗП	грн.	402500
4	Витрати на ДЗП	грн.	64400
5	Відрахування від ЗП	грн.	102718
6	Витрати на поточний ремонт	грн.	31000
7	Амортизаційні відрахування	грн.	93000
8	Цехові накладні витрати	грн.	80500

9	Загальна собівартість зварювальних робіт для річної програми	грн.	2290643
10	Середня загальна собівартість зварювальних робіт для одного виробу	грн.	458

Висновки:

1. Виконано розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні зварних пропанових балонів.

2. Загальна собівартість зварювання річної програми випуску виробів в кількості 5000 шт. складає 2746893 грн. Середня загальна собівартість зварювальних робіт для одного виробу складає 458 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасних технологій складання та зварювання газових балонів і вивчення конструктивних особливостей балонів показали, що в цілому пропановий балон є технологічною конструкцією, що дозволяє застосовувати механізовані способи складання та зварювання.

2. Для виготовлення балону застосовується механізоване зварювання в CO_2 . Обґрунтовано і розраховано режими механізованого зварювання в CO_2 . Обґрунтовано необхідні типи зварних з'єднань.

3. Стикове з'єднання без скошу крайок на керамічній підкладці, односторонній шов типу С4 виконується за у середовищі захисних газів за допомогою підвісних зварювальних автоматів на стенді.

4. Кругове з'єднання на металевій підкладці, односторонній шов типу С5 виконується за у середовищі захисних газів за допомогою підвісного зварюального автомату з порольним переміщенням

5. Для стикового з'єднання С7 при механізованому зварюванні утворюється структура 50% мартенситу та 50% (Ф+П) з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі СтЗпс HV=320.

6. Для з'єднань в напусток Н1 при механізованому зварюванні утворюється структура 50% мартенситу та 50% (Ф+П) з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі СтЗпс HV=270.

7. Для стикового з'єднання С4, С5 при механізованому зварюванні у середовищі захисних газів за допомогою підвісних зварювальних автоматів утворюється структура 25% мартенситу та 75% (Ф+П) з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі СтЗпс HV = 190.

8. Проведено розрахунок очікуваних зварювальних деформацій для стикового з'єднання без скошу кромки з підкладкою, що залишається (С5). Розрахунок деформацій показав що деформація в границі норми, а отже ні яких додаткових заходів щодо усунення цих деформацій робити не потрібно.

9. У даному розділі дипломного проекту описана принципова послідовність виготовлення пропанового балону. Для виконання усіх швів застосовується механізоване та автоматизоване зварювання в середовищі CO_2 .

10. Проведено аналіз та підбір зварювальних матеріалів для СтЗпс. Механізоване та автоматизоване зварювання в середовищі CO₂ виконується зварювальною проволокою Св-08Г2С. Для встановлення прихоплень, усунення дефектів та виконання зварних швів малої протяжності використовувати електроди УОНИ 13/45.

11. Обрано устаткування для механізованого зварювання – напівавтомат інверторний ПСИ-250 PRO (5-2) DC MIG/MAG/MMA/TIG. Автоматизоване зварювання в середовищі CO₂ виконується за допомогою зварювальної головки – зварювальний автомат А-1406.

12. Застосування обраної технології, устаткування і зварювальних матеріалів, методів контролю забезпечує необхідну якість виготовлення пропанового балону.

13. Розрахункова система місцевої вентиляції на зварювального цеху дозволить здійснити захист зварників у процесі роботи від впливу шкідливих речовин, що виділяються при зварюванні, також підібрано необхідний вентилятор для системи вентиляції,

14. Загальна собівартість зварювання річної програми випуску виробів в кількості 5000 шт. складає 2746893 грн. Середня загальна собівартість зварювальних робіт для одного виробу складає 458 грн.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 15860-84 Баллоны стальные сварные для сжиженных углеводородных газов на давление до 1,6 МПа. Технические условия (с Изменениями N 1, 2)
2. Технология металлов и материаловедение. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В. и др. М.: Металлургия, 1987.
3. ГОСТ 14637-89 (ИСО 4995-78) Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия (с Изменением N 1).
4. Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производств сварных конструкций: Атлас: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
5. Николаев Г.А. и др.. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций. Учеб. пособие для машиностроит. Вузов. М., «Высш. школа», 1971.
6. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Ведеников и др.; Под общ. ред. Е.И. Беленя. – 6-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 560.
7. Куркин С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учеб. для вузов / С.А. Куркин, Николаев Г.А. – М.: Высш. шк., 1991. – 398.
8. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977.
9. Справочник по сварке. Под редакцией инж. Е.В. Соколова. Том 1. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. Москва, 1961.
10. Справочник по сварке. Под редакцией инж. Е.В. Соколова. Том 2. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. Москва, 1962.

11.Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра за напрямом підготовки 6.050504 "Зварювання" / С.В. Драган, Г.В. Єрмолаєв, Ж.Г. Голобородько, М.В. Матвієнко, С.А. Лой, В.Я. Сагань. – Миколаїв : НУК, 2015. – 69 с.

12. Лебедєв Ю.М., Лебедєва В.Ф., Лой С.А. Розрахунки теплових процесів при зварюванні: Методичні вказівки до виконання курсової роботи. – Миколаїв: НУК, 2008. – 64 с.

13. Єрмолаєв, Г.В. Міцність зварних з'єднань. Підручник. [Текст] – Миколаїв: НУК, 2007. – 220с.

14.Махненко, В.І. Напруження та деформації при зварюванні. Навчальний посібник. [Текст] / В.І. Махненко, Г.В. Єрмолаєв, В.В. Квасницький, А.В. Лабарткава. – Миколаїв: НУК, 2011.

15.Бугаєнко Б.В., Сагань В.Я. Технологічні процеси зварювального виробництва: Методичні вказівки до виконання курсового проекту. – Миколаїв: НУК, 2010. – 53 с.

16. Костін О.М. Зварювальні матеріали: Навч. посібник. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.

