

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу виготовлення глушника автомобіля

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

(шифр і назва спеціальності)

Дармограй Б.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Паньків В.Р.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Дячун А.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

РЕФЕРАТ

При складанні глушників зазвичай застосовують механізоване дугове зварювання в середовищі CO_2 , що є найдоступнішим і маловитратним способом.

Глушник під час зварювальних робіт постійно піддається стрибкам температури і зварювального струму, з'являється розбризкування електродного металу.

Автоматизуючи процес зварювання можна уникнути цих проблем, тому потрібно розробити технологію в якій буде автоматизовано ділянку для зварювання глушника автомобіля.

Розробивши автоматизований процес зварювання з використанням сучасних зварювальних установок, організація зможе знизити час виготовлення продукції, підвищити її якість і продуктивність праці, замінити небезпечну для здоров'я роботу.

Мета випускної кваліфікаційної роботи – автоматизувати зварювання кільцевих швів глушника автомобіля, а також проаналізувати параметри режимів зварювання для зменшення коефіцієнта розбризкування електрода.

ЗМІСТ

1	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1	Аналіз конструкції виробу	7
1.2	Характеристика матеріалу виробу	10
1.3	Характеристика базового технологічного процесу	11
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1	Розроблення варіанту удосконаленого технологічного процесу	18
2.2	Вибір способу зварювання та зварювальних матеріалів	18
2.3	Розрахунок режимів зварювання	20
2.4	Обладнання, пристрої, інструмент для виконання заготівельних операцій	21
2.5	Устаткування для зварювання	22
2.6	Технологічний процес збирання виробу та контроль якості зварних з'єднань	26
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	37
3.1	Розрахунок рами пристосування	37
3.2	Визначення сили притискання другого вузла до рами двухстойкового кантувача	42
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	44
4.1	Безпека життєдіяльності при аргонному зварюванні	44
4.2	Охорона праці під час виконання зварювальних робіт	45
	ВИСНОВКИ	48

ВСТУП

В даний час без зварювання металів не обходиться жоден з виробничих процесів. Щоб досягти відмінної якості з'єднання деталей, на виробництвах вдаються до автоматизації зварювання.

За рахунок безлічі програм виконуються необхідні властивості та характеристики зварного шва, також удосконалюється його якість, досягається повна відсутність видимих дефектів.

Звичайний спосіб механізованого зварювання залежить від ретельної підготовки виробів для роботи, справності наявного устаткування, досвіду роботи зварювальника.

Автоматизація зварювання має на увазі повний перехід всього управління до машин, а зварювальник здійснює управління над функціонуванням програм всього устаткування.

При складанні глушників зазвичай застосовують механізоване дугове зварювання в середовищі CO₂, що є найдоступнішим і маловитратним способом.

Глушник під час зварювальних робіт постійно піддається стрибкам температури і зварювального струму, з'являється розбризкування електродного металу. Автоматизуючи процес зварювання можна уникнути цих проблем, тому потрібно розробити технологію в якій буде автоматизовано ділянку для зварювання глушника автомобіля.

Розробивши автоматизований процес зварювання з використанням сучасних зварювальних установок, організація зможе знизити час виготовлення продукції, підвищити її якість і продуктивність, працюючий, працюючий для роботи, замінити небезпечну для здоров'я роботу.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз конструкції виробу

Система випуску відпрацьованих газів з кожною новою моделлю автомобіля ускладнюється і більш суттєво впливає на її характеристики проте, принципової різниці в конструкції поки не існує.

Традиційна система випуску відпрацьованих газів ділиться на чотири основні частини: приймальну трубу, каталізатор, попередній глушник (резонатор), основний глушник, рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Елементи системи випуску відпрацьованих газів

Приймальна труба відводить гази, граючи проміжну роль між випускним колектором та каталізатором.

Залежно від моделі, на ній може бути встановлений віброкомпенсатор, який приймає він вібрацію від двигуна і не дає їй передаватися на вихлопну систему.

Далі розташований каталізатор, в якому допалюються незгорілі залишки бензину, а окис вуглецю переходить у менш шкідливу фазу. Цей елемент системи представляється у вигляді бачка, всередині якого розташовані керамічні або металеві елементи, виконані у вигляді сот.

Проходячи через такі елементи, вихлопні гази перетворюються за рахунок хімічної реакції.

За каталізатором послідовно розташовані резонатор та основний глушник. Ці елементи системи мають різну внутрішню конструкцію і знижують шум не тільки за рахунок того, що гасять його, але і за рахунок пом'якшення тактів роботи двигуна.

Резонатор і глушник виконують основну функцію зниження рівня шуму вихідних вихлопних газів.

Бачок традиційного глушника є герметично закритою (від зовнішнього середовища) металеву камеру, об'єм якої налічує кілька літрів (глушник з більшим об'ємом ефективніше), всередині в шаховому порядку розташовані камери, що складаються з перегородок з отворами.

При проходженні газів по подібному лабіринту відбувається поглинання пульсацій тиску потоку (що виникають від роботи двигуна), потім звукові хвилі розсіюються на внутрішній поверхні з перетворенням їх енергії в теплову.

Крізь отвори в трубках проникають нагріті гази та заповнюють простір бачка, перегородки відбивають їх у зворотному напрямку, щоб згладити нерівномірність надходження. З метою уникнути зайвих шумів, використовується жароміцна мінеральна вата, яка стримує ударні хвилі газів, оберігаючи стінки металеві конструкції.

Схема, за якою спроектована система випуску газів, відіграє важливу роль. Наприклад, якщо резонатор має малий обсяг, його буде недостатньо, щоб згладити потік вихлопних газів.

Відповідно, велике навантаження буде спрямоване на основний глушник, тому він повинен мати великий об'єм та відповідну будову, щоб витримати досить тривалий термін експлуатації.

Конструкція прямоточного глушника є прямою трубою з перфорованою поверхнею, встановлену у зовнішній кожух. Усередині пристрою знаходиться менше різних камер та роздільників.

Тому відпрацьовані гази проходять прямоточним глушником без опору, але завдяки перфорованій поверхні вони вільно розширюються, і проблем з виходом газів не виникає.

Особливість конструкції полягає в тому, що вона здатна використовувати енергію газів для збільшення потужності автомобіля. З використанням звичайного глушника таке неможливе.

Суть полягає в тому, що вихлопні гази виходять із випускного колектора з меншим опором, відповідно двигун витрачає трохи менше енергії, тому що йому потрібно витрачати менше енергії на подолання тиску. І саме цю різницю вдається перетворити на корисну потужність руху.

Глушники працюють в умовах високих температур (у деяких автомобілях до 1300°C), при високій вібрації, в газовому середовищі та інтенсивному розвитку електрохімічної корозії. Все це призводить до руйнування глушника.

З зовнішнього боку глушника на метал потрапляє багато бруду і води, але значний вплив на руйнування над корозії (від температури вода швидко випаровується), а в теплових ударах, які згодом послаблюють метал.

З внутрішньої сторони глушника руйнування відбувається внаслідок розжареного пульсуючого потоку газів, що викликає старіння та ерозію металу. Крім цього, при режимі холостого ходу та прогріві двигуна, гази в трубах охолоджуються нижче точки роси, виникає утворення конденсату в глушнику відповідно корозії зсередини.

Короткий термін служби випускної системи у легкових автомобілях та обумовлюється наявністю цих несприятливих факторів.

Основними функціями автомобільного глушника є зниження шуму відпрацьованих газів та перетворення їх енергії, зниження температури та пульсації.

Конструкція глушника, часто, відрізняється від аналогічної деталі інших виробників. Глушник у розрізі нагадує нагромадження трубок з перегородками та перфорацією, але спроектовано в ньому все таким чином, щоб максимально ефективно використати його обсяг.

До складу глушника входять такі вузли та деталі:

1. Бачок глушника – основний вузол глушника, що забезпечує його основні експлуатаційні властивості.

2. Впускні та випускні труби – деталі, що забезпечують транспортування вихлопних газів між агрегатами системи випуску відпрацьованих газів.

3. Фланці – деталі, що забезпечують герметичне з'єднання агрегатів.

4. Віброкомпенсатор – агрегати, що забезпечують зниження вібраційних навантажень.

5. Кронштейни – деталі, що забезпечують кріплення на кузові автомобіля.

Основні характеристики глушника та резонатора наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні характеристики глушника та резонатора

№ п/п	Найменування виробу	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса, кг
1	Глушник	950 — 1450	320 — 850	150 — 250	3,5 – 6,0
2	Резонатор	1280 — 2350	280 — 450	100 - 180	3,0 – 8,0

1.2 Характеристика матеріалу виробу

У виробництві використовується прокат тонколистовий холоднокатаний низьковуглецевої якісної сталі для холодного штампування сталь 08Ю.

Клас: Сталь конструкційна вуглецева якісна.

Лист холоднокатаний із сталі 08Ю один із видів листового прокату, який виготовляється особливим способом методом холодної прокатки сталевих заготівлі.

Цей метод використовують для тонколистової сталі, коли метал швидко охолоджується з-за великого відношення його поверхні до обсягу, при цьому забезпечення високої температури в зоні деформації стає неможливим.

Лист холоднокатаний Ст08Ю використовується для виготовлення запчастин на пресах та штампах, а також для обшивки металоконструкцій та виготовлення різноманітних виробів, до поверхні яких пред'являються особливі вимоги.

Хімічний склад та механічні властивості стали представлені в таблицях 1.2 та 1.3:

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі Сталі 08Ю

Марка	C	Mn	S	P	Si	Al
Ст08Ю	0,07	0,35	0,03	0,02	0,03	0,02...0,07

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі Сталі 08Ю

Марка	Межа міцності, δ_v , МПа	Межа плинності, δ_t , МПа	Відносне подовження, δ , %	Твердість HR 15T
Ст08Ю	21	250...380	32	при товщині прокату 0.8-1.7

Лист х/к виготовляють з вуглецевих та низьковуглецевих марок сталі, які за своїми властивостями пластичніші ніж конструкційні або леговані сталі з великим вмістом вуглецю.

Сама популярна сталь виготовлення листа х/к ст. 08Ю. Саме завдяки ній унікальним властивостям лист холоднокатаний не має обмежень по зварюванню і зовсім не схильний до відпускної крихкості.

1.3 Характеристика базового технологічного процесу

Однією з основних причин, через яку глушник приходить у непридатність - прогар зварювальних швів. Конструкція автомобільного глушника така, що в місцях кріплення трубок і перегородок, застосовується звичайне зварювання, яке, як відомо, більш схильне до впливу температури і вологи (особливо це стосується автомобілів, що працюють на бензині).

Зварювання є слабким місцем будь-якого глушника. Невелика тріщинка, що з'явилася на шві, починає збільшуватися в ході вібрації вихлопної системи, яка неминуча при їзді. У результаті – трубки обриваються, перегородки відходять від стін, виникає небажаний шум.

При виробництві глушника використовується механізоване зварювання в середовищі захисного газу CO₂.

Для зварювання глушника використовуються наступні зварювальні матеріали.

1) Обміднений легований зварювальний дріт марки СВ08Г2С, діаметром 0,8 мм.

2) Вуглекислий газ.

Характеристика базового технологічного процесу наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Характеристика базового технологічного процесу наведено

№	Опис зварного шва	Призначення зварного шва	Довжина шва, мм
1	Зварний шов – кільцевий замкнутий. Тип зварного з'єднання – нахльосткове. Характер виконаного шва – односторонній. Форма підготовлених кромок – без скосу кромок. Спосіб зварювання – у вуглекислому газі електродом, що плавиться. Катет шва - 4,0 мм	Зварювання впускної труби з бачком 141 мм	2
2	Зварений шов – кільцевий замкнутий. Тип зварного з'єднання – нахльосткове. Характер виконаного шва – односторонній. Форма підготовлених кромок – без скосу кромок. Спосіб зварювання – у вуглекислому газі електродом, що плавиться. Катет шва – 3,0 мм	Зварювання труби впускної з бачком	141
3	Зварний шов – лінійний незамкнутий (по лінії примикання). Тип зварного з'єднання – напустком	Зварювання кронштейнів з трубами та бачком	4-8 шт 50 мм - 100 мм

	Характер виконаного шва – односторонній. Форма підготовлених кромок – без скосу кромок. Спосіб зварювання – у вуглекислому газі електродом, що плавиться. Катет шва - 1,5 мм		
--	--	--	--

Зварюваність сталі: без обмежень.

Параметрами режиму зварювання у вуглекислому газі є: діаметр дроту, величина зварювального струму, швидкість подачі електродного дроту, напруга дуги, швидкість зварювання, витрата вуглекислого газу, виліт електрода.

1. Діаметр дроту – 0,8 мм.
2. Зварювальний струм – 60-150 А.
3. Напруга дуги – 18-21 В.
4. Виліт електрода – 6-12 мм.
5. Витрата вуглекислого газу – 7-8 л/хв.

Зварювання виконується постійним струмом зворотної полярності (плюс на електроді). При зварюванні в горизонтальному, вертикальному і стельовому положеннях зварювальний струм повинен бути на 10-20% менше, ніж при зварюванні в нижньому положенні.

Швидкість зварювання стикових з'єднань приймають залежно від товщини металу, що зварюється, а таврових з'єднань – також і від катета шва.

Технологія збирання та зварювання глушника.

Базовий спосіб зварювання механізоване зварювання в середовищі CO₂

Для складання та зварювання основного глушника застосовується наступне Для складання та зварювання основного глушника застосовується наступне обладнання обладнання:

- напівавтомат ПДГ напівавтомат ПДГ-312;
- зварювальний стенд;
- зварювальний стенд;

- складальний пристрій для виконання кільцевих швів;
- щітка по металу.

На виробництві застосовуються наступні зварювальні матеріали.

1. Обміднений легований зварювальний дріт марки св08Г2С, діаметром 0,8 мм. 0,8 мм.

Літери «СВ» на початку означають зварювальний дріт.

Цифри 08 вказують на вміст у складі дроту сотих часток вуглецю.

Літера Г означає марганець, а цифра після неї – кількісний вміст у дроті цього елемента – 2%. Літера означає кремній.

Якщо число після цієї літери відсутнє, це слід розуміти як те, що кремній міститься у дроті описуваної марки у кількості менше 1 відсотка.

У складі дроту цієї марки є марганець. Завдяки йому забезпечується підвищення міцності з'єднання, оскільки цей елемент формує виражену кристалічну решітку зварного з'єднання.

Кремній забезпечує покращення механічних властивостей виробу. У дроту СВ08Г2С вміст кремнію та марганцю є оптимальним (0,83/1,95).

2. Вуглекислий газ CO₂

Вуглекислий газ, через свої властивості, не має запаху та кольору. Отримують його із газоподібних продуктів згоряння антрациту або коксу, при випаленні вапняку і т.д.

Поставляється вуглекислий газ у балонах у зрідженому вигляді типу А ємністю 40 літрів, який при максимальному тиску 75 кг/см², де вміщується 25 кг вуглекислоти.

Для зварювання використовують зварювальну вуглекислоту та вуглекислий газ осушений.

До недоліків зварювання труби з бачком слід віднести неповномірність швів та велике розбризкування електродного дроту. Неповномірність швів виникає при недостатній швидкості подачі електродного дроту для даної швидкості зварювання, зі збільшенням кута скосу кромки або зазору між ними, при протіканні металу в зазор, при підвищеному зварювальному струмі.

Сутність способу зварювання в захисних газах полягає в тому, що дуга горить у струмені захисного газу, що відтісняє повітря із зони зварювання і захищає розплавлений метал від шкідливого впливу газів, що містяться в атмосфері.

Основними перевагами зварювання серед CO_2 є:

- надійний захист розплавленого металу від навколишнього повітря;
- відсутність обмазок і флюсів при зварюванні, що ускладнюють та подорожчають цей процес;
- висока продуктивність;
- простота процесу та можливість його механізації при зварюванні в різних просторових положеннях з допомогою простих пристроїв;
- можливість зварювання кольорових металів, сплавів та різномірних металів;
- високі механічні властивості з'єднання та гарний зовнішній вигляд зварного шва;
- можливість якісного зварювання труб без внутрішніх підкладних кілець або ручного підварювання.

Зварювати у вуглекислому газі можна електродом, що плавиться або не плавиться.

При зварюванні електродом, що плавиться, електрична дуга горить між виробом і електродним дротом, що подається в зону зварювання. Дуга розплавляє основний метал та електродний дріт.

При зварюванні електродом, що не плавиться, електрична дуга горить між вугільним або вольфрамовим електродом, що не плавиться, і виробом. Пересуваючись уздовж кромки з'єднання, дуга їх оплавляє.

Для зварювання електродом, що не плавиться, використовують вольфрамові стрижні діаметром від 0,8 до 10 мм. Діаметр прутка вибирають з урахуванням необхідної величини зварювального струму.

Для автоматизації процесу зварювання глушника автомобіля використовується зварювальний обертач ТОМ 16С, рис. 1.2.

Основними перевагами використання зварювального обертача є: оптимальність обладнання до поставленої задачі, швидка окупність собівартості пристрою, надійність в експлуатації устаткування.



Рисунок 1.2 – Зварювальний обертач ТОМ-16С

Зварювальний обертач ТОМ-16С.

Призначений для автоматичного зварювання одночасно двох кільцевих швів. Пристрій повністю виключає вплив людського фактора, оскільки дозволяє налаштувати панель управління та стабільно підтримувати режим зварювання.

Робота на зварювальному обертачі значною мірою прискорює час проведення зварювальної операції. При цьому, на відміну від ручного зварювання, якість продукції та механічні властивості зварного шва вище, на 50-70%.

Додаткова комплектація: апарат для автоматичного зварювання апарат для аргондугового зварювання. Каркасом стандартного пристрою служить зварена металева рама з конструкційним алюмінієвим профілем і загартованими верстатними направляючими рейками, що дозволяє виконати складання та зварювання установок з вантажопідйомністю до 350 кг. Конструкція забезпечує співвісність центрів шпиндельного вузла та підтискової задньої бабки, легкість та плавність переміщення кареток зі штативом-тримачем для зварювальних пальників.

Шпиндельний вузол із редукторною збіркою закладається із запасом міцності, що суттєво необхідно при промисловому використанні обладнання. Найчастіше для кріплення деталі використовується 3-х кулачковий патрон, що дозволяє також встановлювати оправки та значно прискорює знімання та встановлення зварної конструкції.

Поставляється установка з наскрізними отворами в вузлі шпинделя, для подачі захисного газу всередину виробу. Підтискна задня бабця виконується у двох варіантах.

У сукупності з ручним підтиском застосовується маховик, що дозволяє швидко і легко підібгати складання, а пневматичний підтиск дозволяє звільнити руки оператора від виконання цієї операції.

Для кріплення деталі можливе встановлення 3-х кулачкового патрона, але частіше центру обертання цілком достатньо. Каретки зі штативом-тримачем для зварювальних пальників ставиться на каретках з роликовими складовими, що забезпечує плавність переміщення у робочій зоні установки.

Для виставлення зварювальних пальників штатив-тримач має п'ять ступенів свободи. Часто потрібно комплектувати каретки системою пневматичного відведення зварювального пальника із зони зварювання та системою коливання пальників.

Як джерело енергії використано джерело живлення постійного струму Форсаж 302.

Інвертор Форсаж 302 випускається в комплекті механізмом подачі дроту Форсаж МП5.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розроблення варіанту удосконаленого ТП

В даний час більшість зварювальних виробництв займаються модернізацією та переобладнанням своїх цехів, а також покращенням технологічного оснащення.

Здійснюється заміна апаратів ручного дугового зварювання на апарати, з можливістю автоматичного зварювання. Переоснащення устаткування дозволяє підвищити як продуктивність, а й якість продукції.

Автоматичне зварювання передбачає звільнення людини від ручного виконання будь-яких дій у технологічному процесі та безпосереднього його керування автоматичними засобами оснащення.

У такому разі за допомогою обслуговуючого персоналу виконуються функції налагодження та спостереження за правильністю роботи технічних засобів оснащення.

Процеси автоматизації та механізації суттєво різняться за своїм змістом, але водночас мають тісний взаємозв'язок та призначення загалом. Автоматизувати можна лише високомеханізований процес.

Тому автоматизація і розглядається як найвищий ступінь механізації.

2.2 Вибір способу зварювання

Для вирішення всіх поставлених завдань було запропоновано роботизований зварювальний комплекс H-WENDER (рис. 2.1), який задовольняє всі необхідні критерії.

Даний комплекс має:

- дві зварювальні станції (рис. 2.2);
- два промислові зварювальні роботи, підключені до зварювальним джерелам.



Рисунок 2.1 – Робочі станції

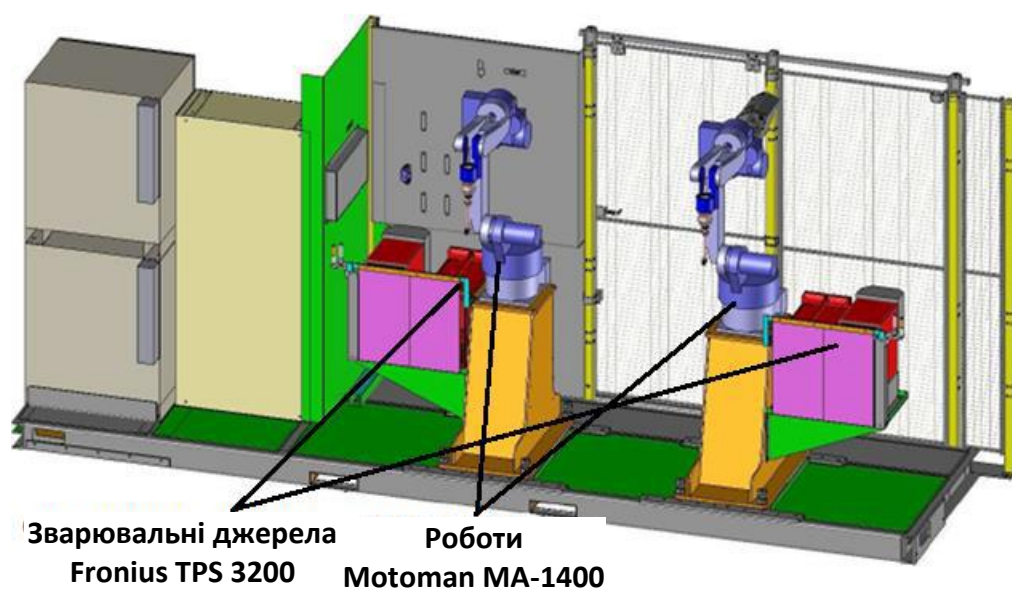


Рисунок 2.2 – Робото-технологічний комплекс

Двонизний, триосьовий горизонтальний позиціонер призначений для використання із сучасними зварювальними роботами у складі РТК (робототехнологічний комплекс).

Позиціонер дозволяє виконувати одночасно завантаження та зварювання заготовки, забезпечуючи безпечну роботу оператора у зоні РТК.

Позиціонер має дві зони роботи, розділені захисним екраном та системою безпеки роботи людини у зоні роботизованого комплексу.

Зварювання на роботизованому комплексі може виконуватися двома роботами одночасно, що дозволяє варити два кільцеві шви синхронно, що дозволяє знизити час зварювання в 2 рази.

2.3 Вибір зварювальних матеріалів

Зварювання проводиться дротом 430LNb у середовищі захисного газу 98% Ar + 2% CO₂ (КРОНІГОН-2).

Даний нержавіючий феритний дріт має низький вміст вуглецю, призначений для зварювання однотипних за структурою сталей.

Розробка дроту велася для автомобільної промисловості: для зварювання вихлопних систем. Головною особливістю наплавленого металу є стійкість до загальної міжкристалітної корозії, а також підвищеної опірності корозії при контакті з агресивними сірчистими середовищами.

Таблиця 2.1 – Хімічні властивості дроту 430LNb [3]

C	Mn	Si	Cr	Nb	P	S
до 0,025	0,20-0,80	0,30-0,50	17,8-18,8	0,05-0,5	до 0,025	до 0,015

Таблиця 2.2 – Механічні властивості дроту 430 LNb

Межа міцності при розтягуванні (МПа)	Межа міцності при розтягуванні (МПа)	Межа міцності при розтягуванні (МПа)
275	420	26

Всі зварювальні пости обладнані напівавтоматами інверторного типу Fronius TPS 3200, зварювання проводиться дротом 430 LNB діаметром 1 мм, в газовій суміші Кронігон-2 (98% Ar+2% CO), витрата захисного газу 10-18 л/хв.

2.4 Розрахунок режимів зварювання

Діаметр зварювального дроту

$$d = \sqrt[4]{h_p \pm 0.05 \cdot h_p}, \quad (2.1)$$

де h_p – глибина плавлення матеріалу, мм.

$$d = \sqrt[4]{8 \pm 0.05 \cdot 8} = 1.1 \text{ мм.}$$

Швидкість при зварюванні

$$V_{38} = K_v \cdot \frac{h_p^{1.61}}{e^{3.36}}, \quad (2.2)$$

де $K_v = 15$ – коефіцієнт, що залежить від параметрів дроту.

$$V_{38} = 15 \cdot \frac{8^{1.61}}{2.7^{3.36}} = 0.38 \text{ м/хв.}$$

Визначимо силу зварювального струму:

$$I_{38} = K_v \cdot \frac{h_p^{1.32}}{e^{1.07}}; \quad (2.3)$$

$$I_{38} = 734 \cdot \frac{9^{1.32}}{2.7^{1.07}} = 194 \text{ А.}$$

Обчислимо напруга зварювання:

$$U_3 = 14 + 0.05 \cdot I_{38}; \quad (2.4)$$

$$U_3 = 14 + 0.05 \cdot 194 = 23.7 \text{ В.}$$

Знайдемо витрати довжини зварювального дроту

$$M = K \cdot (1 + \phi_p) \cdot M_{nm}, \quad (2.5)$$

де K – коефіцієнт;

ϕ_p – коефіцієнт втрат на розбризкування;

M_{nm} – маса наплавленого металу, кг.

$$M = 1.04 \cdot (1 + 0.14) \cdot 3.9 = 4.6 \text{ кг.}$$

Знайдемо витрати захисного газу 10-18 л/хв.:

$$Q_{pz} = q_{pz} \cdot t_z \quad (2.6)$$

$$Q_{pz} = 15 \text{ л/хв.}$$

2.5 Вибір зварювального та складального обладнання

Робот для дугового зварювання Motoman MA 1400.

Motoman Yaskawa є світовим лідером у галузі промислової зварювальної робототехніки. Промисловий робот Motoman MA-1400 (рис. 2.3) був спеціально розроблений для вирішення високотехнологічних зварювальних завдань з роботою на високих швидкостях для зниження часу циклу обробки виробу.

Переваги робота MA-1400 Motoman:

- зменшення часу програмування;
- можливість прямої передачі даних з комп'ютера до контролера;
- оптимізована подача дроту;
- найбільші швидкості переміщення по осях у своєму класі роботів;
- скорочення виробничого циклу;
- збільшення ефективності витрат;
- просте технічне обслуговування;
- швидша і проста заміна компонентів, наприклад, позиційний датчик, може бути замінений менш як за п'ять хвилин;



Рисунок 2.3 – Motoman MA 1400

- висока якість зварювання;
- максимальна дальність 1434 мм;
- можливість монтажу: підлога, стеля, стіни.

Удосконалений зварювальний процес забезпечується за рахунок систем системи цифрового керування Fronius TPS 3200 (рис. 2.4).

За допомогою даного напівавтомата можна проводити зварювання та паяння наступних матеріалів будь-якої товщини:

- конструкційна сталь;
- конструкційна сталь з покриттям;
- феритна/аустенітна хромонікелева сталь;
- сплави на нікелевій основі;
- алюмінієві сплави.

Подача дроту здійснюється механізмом, що подає, для напівавтомата Fronius VR 4000 (рис. 2.5), являє собою промисловий механізм подачі дроту з 4-ма роликами. Даний механізм оснащений цифровим датчиком газу та клапаном економії газу.



Рисунок 2.4 – Fronius TPS 3200

Крім цього, є можливість зовнішнього регулювання швидкості подачі дроту на цифровому дисплеї і присутня функція контролю закінчення дроту.

Таблиця 2.3 – Характеристики Fronius TPS 3200

Параметри	Значення
Тип	інверторний
Напруга мережі	380 В
Зварювальний струм, min	від 3 А
В Зварювальний струм, max	до 320 А
Cos phi	0,99
Діапазон зварювального струму	3-320 А
Напруга холостого ходу	65 В
Робоча напруга	14,2-30 В
Габарити	625 x 290 x 475 мм
Маса	34,6 кг



Рисунок 2.5 – Механізм подачі дроту Fronius VR 4000

Подача дроту здійснюється механізмом, що подає, для напівавтомата Fronius VR 4000 (рис. 1.7), являє собою промисловий механізм подачі дроту з 4-ма роликами.

Даний механізм оснащений цифровим датчиком газу та клапаном економії газу.

Крім цього, є можливість зовнішнього регулювання швидкості подачі дроту на цифровому дисплеї і присутня функція контролю закінчення електродного дроту.

2.6 Технологічний процес зварювання та збирання виробу та контроль якості зварних з'єднань

Перші шість операцій виробляються на роботизованому комплексі H-WENDER. 1.

Вхідний контроль. Кожен компонент перед подачею на складальну операцію перевіряється контрольним калібром на відповідність вимогам креслення.

До компонентів пред'являють такі вимоги: на функціональних поверхнях не допускаються тріщини, задираки та задирки.

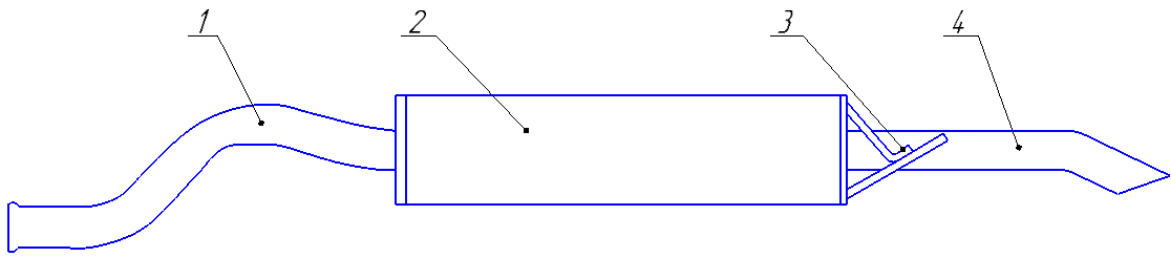


Рисунок 2.6 – Задня частина вихлопної системи: 1 – труба передня; 2 – основний глушник; 3 – кронштейн; 4 – труба ззаду

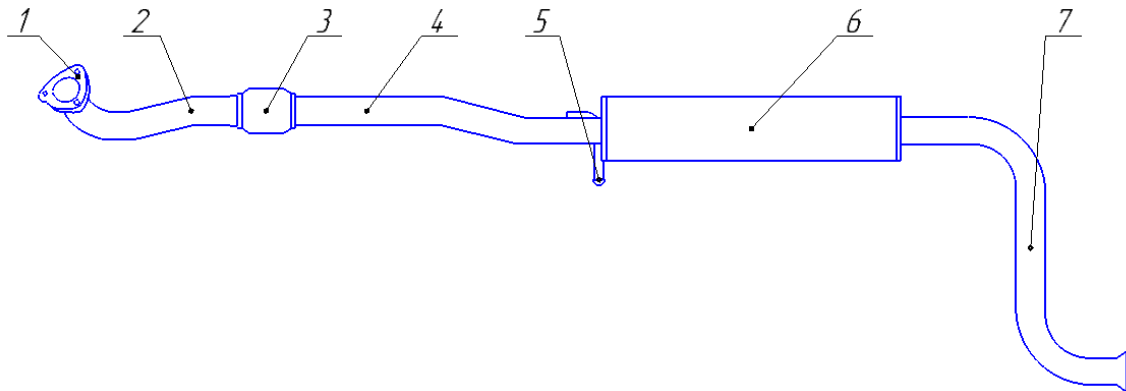


Рисунок 2.7 – Передня частина вихлопної системи: 1 – фланець приймальний; 2 – труба передня; 3 – компенсатор; 4 – труба середня; 5 – кронштейн; 6 – додатковий глушник; 7 – труба ззаду.

Труби повинні бути чистими, без металевої стружки всередині, без слідів олії та експлуатаційних рідин від обладнання. Задирки та задираки на торцях труб та гофри на радіусних ділянках – не допускаються.

2. Складання додаткового глушника на поворотній станції 1.

Взяти фланець з тари, встановити в оснастку орієнтуючи за базовими штифтами, зафіксувати притиском. Взяти трубу та компенсатор, встановити в оснастку. Трубу встановити в отвір фланця до упору, компенсатор встановити фланцем у паз та зафіксувати притиском.

3. Складання основного глушника на поворотній станції 1.

Взяти задній глушник, встановити в оснащення маркуванням вниз, поздовжнім швом від себе. Задню трубу встановити трубу прямим кінцем в отвір глушника, а косим кінцем в ложементи оснастки і зафіксувати притиском. Взяти передню трубу, встановити в отвір глушника і по сфері в оснастку, зафіксувати притисками.

Переконалися, що машина перебуває у робочому стані – горить зелений ліхтар, вийти з небезпечної зони, переконалися у відсутності операторів у небезпечній зоні та натиснути кнопку «Старт».

4. Вивантаження деталей із поворотної станції 2.

Взяти зварений додатковий глушник із оснащення, візуально оглянути якість зварних швів та передати на наступну операцію.

5. Складання додаткового глушника на поворотній станції 2

Взяти зварений вузол для додаткового глушника, встановити вузол в оснастку, орієнтуючи отвори фланця по базових штифтах, компенсатор встановити фланцем у паз.

Зафіксувати притисками.

Взяти додатковий глушник, встановити в оснастку праворуч до упору, маркуванням вгору і поздовжнім швом до себе.

Взяти середню трубу переднього глушника, встановити в ложемент оснастки, зібравши з компенсатором і глушником.

Зафіксувати трубу та глушник притисками. Задню трубу встановити в отвір глушника і по сфері.

Зафіксувати послідовно притисками. Переконалися, що машина перебуває у робочому стані – горить зелений ліхтар, вийти з небезпечної зони, переконалися у відсутності операторів у небезпечній зоні та натиснути кнопку «Старт».

6. Вивантаження деталей із поворотної станції 1.

Взяти з оснастки зварений основний глушник, вузол додаткового глушника. Візуально оглянути якість зварних швів та передати на наступну операцію.

7. Завантаження додаткового глушника у стенд приварювання кронштейнів – перевірки герметичності.

Встановити додатковий глушник в оснастку (рис. 2.7), позиціонувавши трубу задню сферою до оснастки, а потім встановити фланцем за базовими штифтами. Зафіксувати притисками фланець, передню трубу і задню трубу. Взяти кронштейни, встановити їх прямою ділянкою в ложемент оснастки та зафіксувати.

7. Зварювання.

Приварити кронштейни до глушника дотримуючись послідовності швів, згідно з інструкціями TOG-WI-WPS-88 та TOG-WI-WPS-89.

8. Перевірка герметичності.

Натиснути кнопку "СТАРТ". Запуститься цикл перевірки глушника на герметичність та маркування.

Перевірку проводять під надлишковим тиском 0,35 бар. При витік менше 15 л/хв деталь вважається придатною.

Місцеві течі через непровари та пропалювання у зварних швах або нещільності та складки у завальцьованих швах не допускаються.

Після завершення циклу перевірки системи на герметичність, якщо тест на герметичність пройдено позитивно, проводиться маркування.

Розфіксувати притискання та витягти глушник з оснастки, передати на фінальний контроль.

9. Завантаження основного глушника у стенд приварювання кронштейнів – перевірки герметичності.

Встановити основний глушник у оснащення (рис. 2.6). Зафіксувати притисками сферу, трубу задню та глушник. Взяти кронштейни, встановити в оснастку і зафіксувати.

10. Зварювання.

Приварити кронштейни до глушника, дотримуючись послідовності швів,.

11. Перевірка герметичності.

Натиснути кнопку "СТАРТ". Запуститься цикл перевірки глушника на герметичність та маркування.

Перевірку проводять під надлишковим тиском 0,35 бар. При витік менше 15 л/хв деталь вважається придатною. Місцеві течі через непровари та пропалювання у зварних швах або нещільності та складки у завальцьованих швах не допускаються.

Після завершення циклу перевірки системи на герметичність, якщо тест на герметичність пройдено позитивно, проводиться маркування.

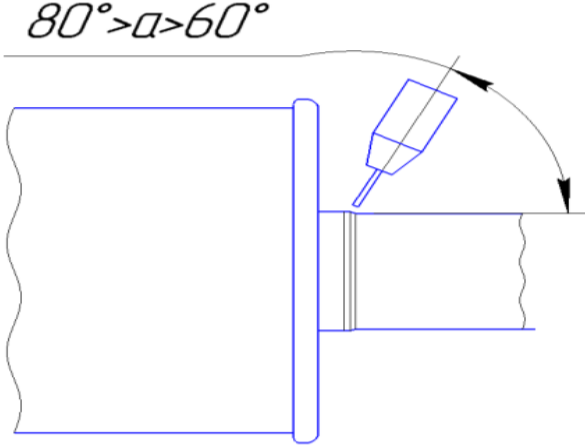
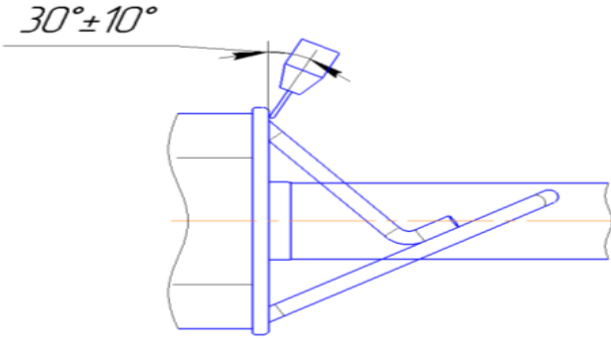
Розфіксувати притискання та витягти глушник з оснастки, передати на фінальний контроль.

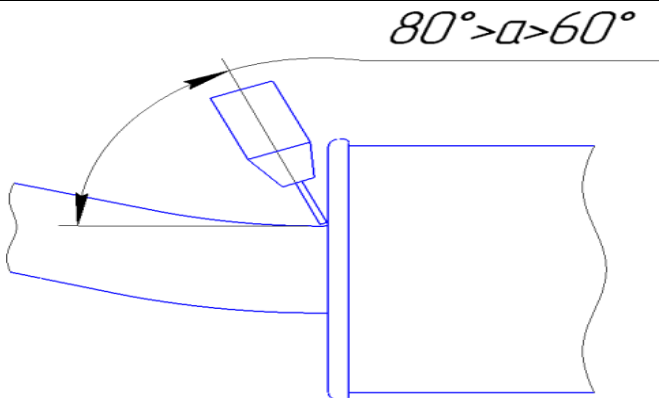
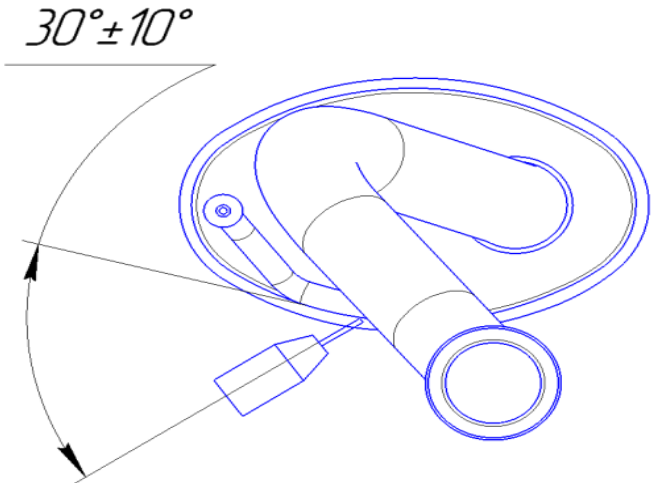
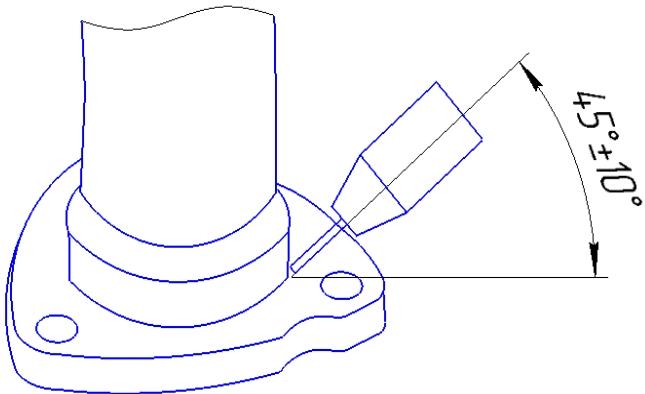
12. Фінальний контроль.

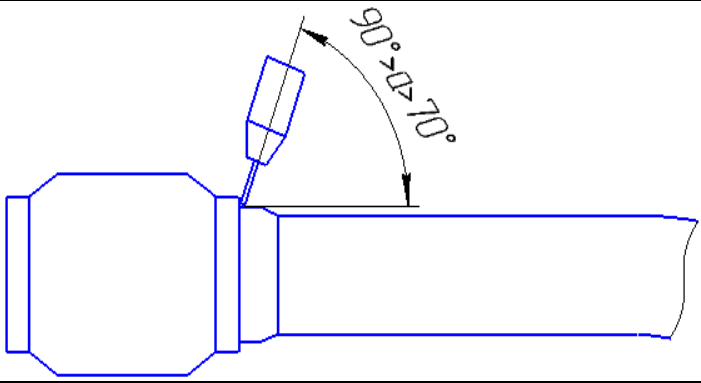
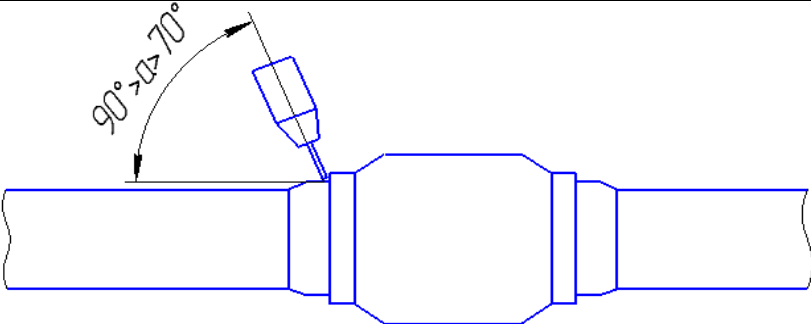
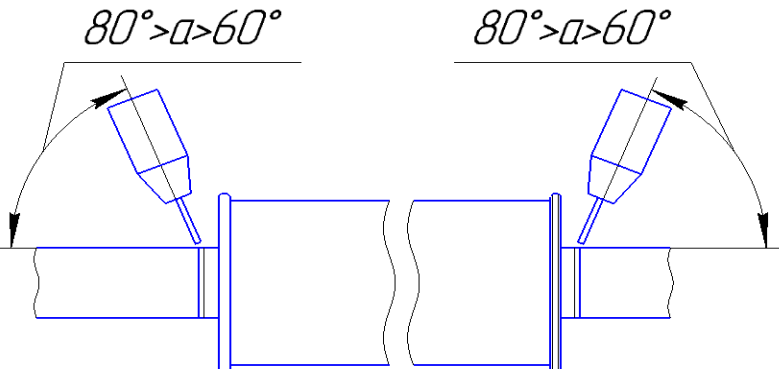
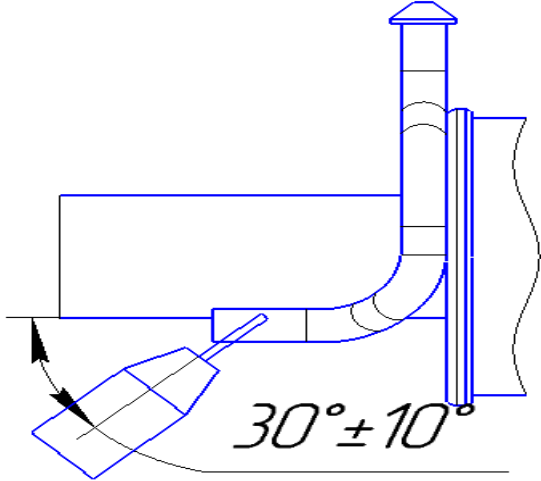
Перевірці геометрії на контрольному калібрі для основного глушника підлягає перша деталь під час запуску зміни й надалі кожна 20 деталей.

Детальна деталь повинна відповідати вимогам креслення на готовий виріб.

Таблиця 2.4 – Технологічний процес зварювання

основного глушника		
005	До компонентів пред'являють такі вимоги: на функціональних поверхнях не допускаються тріщини, задираки та задирки. Труби повинні бути чистими, без металевої стружки всередині, без слідів олії та експлуатаційних рідин від обладнання. Задирки та задираки на торцях труб та гофри на радіусних ділянках - не допускаються	Вхідний контроль
010		Зварювання основного глушника із задньою трубою
020		Зварювання основного глушника з кронштейном
030		Зварювання основного глушника з передньою трубою та кронштейном

		
035		Зварювання основного глушника кронштейном 3
040	Встановити систему випуску в оснастку за упорами, зафіксувати притисками. Запустіть цикл перевірки герметичності. Перевірку здійснюють під надлишковим тиском 0.35 бар на стенді герметичності. При витoku менше 15 л/хв деталь вважається придатною. Місцеві течі через непровари та пропалювання у зварних швах або нещільності та складки у завальцьованих швах не допускаються.	Контроль герметичності основного глушника
045	Деталь повинна відповідати вимогам креслення на готовий виріб	Фінальний контроль
Технологічний процес зварювання додаткового глушника		
050		Зварювання фланця приймального та труби передньої додаткового глушника

055		Зварювання труби передньої та компенсатора
060		Зварювання труби середньої та компенсатора
065		Зварювання додаткового глушника із задньою трубою та середньою
070		Зварювання глушника додаткового та кронштейна
075	Встановити систему випуску в оснастку за упорами, зафіксувати притисками. Запустіть цикл перевірки герметичності. Перевірку здійснюють під надлишковим тиском 0.35 бар на стенді герметичності АТЕQ-5. При витoku менше 12 л/хв деталь вважається придатною. Місцеві течі через непровари та пропалювання у зварних швах або	Контроль герметичності основного глушника

	нещільності та складки у завальцьованих швах не допускаються.	
080	Деталь повинна відповідати вимогам креслення на готовий виріб	Фінальний контроль

Розглянемо ТП складання даного виробу

Таблиця 2.5 – Технологічний процес складання

Технологічна операція, вид виконуваних робіт	Найменування посади працівника, який виконує технологічний процес, операцію	Обладнання, влаштування, пристосування	Матеріали, речовини
1. Вхідний контроль	Інспектор вхідного контролю Шц-3, лінійка,	Контрольний калібр	
2. Складання додаткового глушника ST1	Оператор	Робот MOTOMAN MA1400, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200, роботи, H-wender	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова суміш «Кронігон-2»
3. Складання додаткового глушника ST1	Оператор Робот MOTOMAN MA1400, зварювальний інвертор	Fronius TPS 3200, роботи, H-wender дріт, газова суміш «Кронігон-2»	Повітря стиснене, зварювальний
4. Складання основного Глушника ST1	Оператор	Робот MOTOMAN MA1400, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200, роботи,	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова суміш «Кронігон-2»

		H-wender	
5.Вивантаження деталей ST2 Робот	Оператор	MOTOMAN MA1400, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200, роботи, H-wender	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова суміш «Кронігон- 2»
6.Складання додаткового глушника ST2	Оператор	Робот MOTOMAN MA1400, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200, роботи, H-wender	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова суміш «Кронігон- 2»
7.Вивантаження деталей ST1	Оператор	Робот MOTOMAN MA1400, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200, роботи, H-wender	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова суміш «Кронігон- 2»
8.Завантаження додаткового глушника	Зварювальник	Стенд приварювання кронштейнів- перевірки герметичності, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова суміш «Кронігон- 2»
9. Зварювання	Зварювальник	Стенд приварювання	Повітря стиснене, зварювальний

		кронштейнів- перевірки герметичності, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200	дріт, газова суміш «Кронігон- 2
10.Перевірка Герметичність	Зварювальник	Стенд приварювання кронштейнів- перевірки герметичності, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова суміш «Кронігон- 2»
11.Завантаження деталей	Оператор	Стенд приварювання кронштейнів- перевірки герметичності, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова суміш «Кронігон- 2»
Зварювальник	Стенд приварювання кронштейнів	перевірки герметичності, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова суміш «Кронігон- 2»
Перевірка герметичність	Зварювальник	Стенд приварювання кронштейнів-	Повітря стиснене, зварювальний дріт, газова

		перевірки герметичності, зварювальний інвертор Fronius TPS 3200	суміш «Кронігон- 2»
13. Контроль геометрії	Оператор		Контрольний калібр

Якість зварних з'єднань систематично контролюється наступними способами:

- а) правильність виконання технологічного процесу під час повсякденної перевірки;
- б) візуальним оглядом всіх з'єднань неозброєним оком, а також виміром фактичних розмірів шва;
- в) герметичність виробу.

Майстер чи контролер перевіряє:

1. Перед зварюванням перевіряється кваліфікація зварювальника, справність зварювального обладнання, захист робочого місця від атмосферних опадів, забезпеченість зварювальника необхідними інструментами для виконання робіт, відповідність зварювальних матеріалів стандартам та їх якість, вибір оптимальних режимів зварювання.

2. У процесі зварювання контролюється режим зварювання (сила струму, напруга дуги, швидкість подачі зварювального дроту), техніка та технологія виконання зварювальних робіт (послідовність накладання швів, напрям зварювання, кут нахилу електрода);

3. Після зварювання оглядають зачистку зварних швів від окалини та шлаків, наявність та правильність розташування тавра зварника, якість зварного шва.

До якості зварного шва пред'являються такі вимоги:

- 1) зварний шов повинен мати дрібношуйчасту або гладку поверхню (без

пропалів, напливів, звужень, перерв) та плавний перехід до основного металу;

2) зварний шов повинен відповідати розміру, вказаному у завданні;

3) наплавлений метал не повинен мати тріщин і бути щільним по всій довжина.

Контроль параметрів зварювання.

Для контролю параметрів зварювання використовуються наступні прилади та реєстратори:

- амперметри, цифрові вольтметри, клас точності 1,5;
- осцилограф типу С-55, клас точності 2,5;
- реєстратор EN 6010-1 BeeTech 820, клас точності 2,5;
- ротаметри EN FLOW 1.3-30 "Linde", клас точності 1,5;
- реєстратор;
- давач струму;
- датчик напруги
- програми.

Вимірювання контрольних параметрів проводиться із застосуванням вимірювальних приладів за загальновідомою методикою.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір пристосування

Для механізації збирання та зварювання основних глушників застосовуються спеціальний складальний кондуктор, рис. 3.1.

Він виготовляється відповідно до всіх технологічних вимог та геометричних параметрів виробу.

Основою зварювального кондуктора є жорсткий каркас, оснащений фіксаторами, упорами та притисками.

До початку зварювання комплектуючі глушника укладають у збірний кондуктор їх за упорами та фіксаторами, далі за допомогою ручних або механічних притисків стягуючої та розпірної дії, закріплюють деталі, потім кожній зоні кільцевого шва для фіксації комплектуючих проводиться зварювальні прихватки (довжиною близько 10 мм), рис. 3.2.

Ручні притиски хоч і відрізняються простотою у використанні, але вимагають безпосереднього участі людини у процесі складання.

До механічних притисків відносяться пневматичні, гідравлічні, вакуумні та електромагнітні пристрої.

Елементи складального кондуктора дозволяють суттєво скоротити час збирання виробу на складально-монтажному зварювальному столі, особливо при необхідності затискання або фіксації деталі одночасно в кількох місцях.

Матеріал, з якого виготовляється кондуктор повинен мати характеристики міцності вище, ніж основний метал продукції, що виготовляється.

Зберігання кондукторів повинно проводитись у закритому приміщенні сухому провітрюваному спеціально відведеному місці відповідно до цеховим плануванням.

Умови зберігання повинні забезпечувати безперешкодний огляд кондукторів та навантаження (вивантаження) будь-якої одиниці.

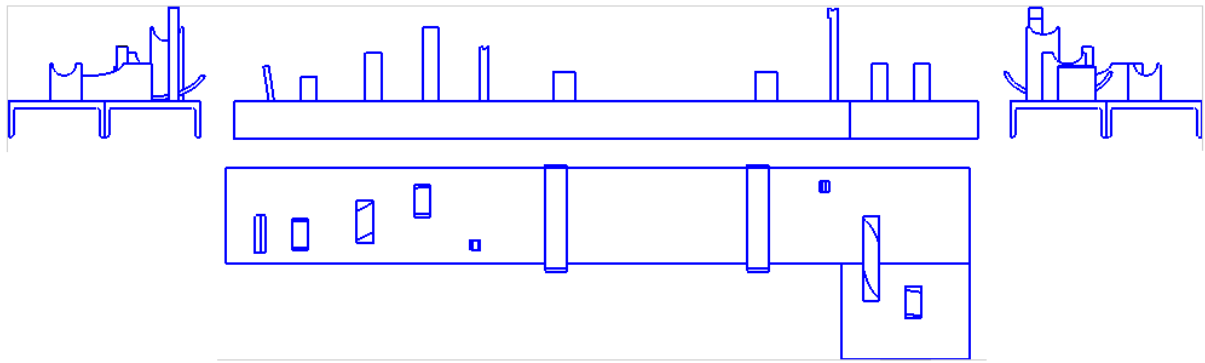


Рисунок 3.1 – Ескіз складального кондуктора без глушника

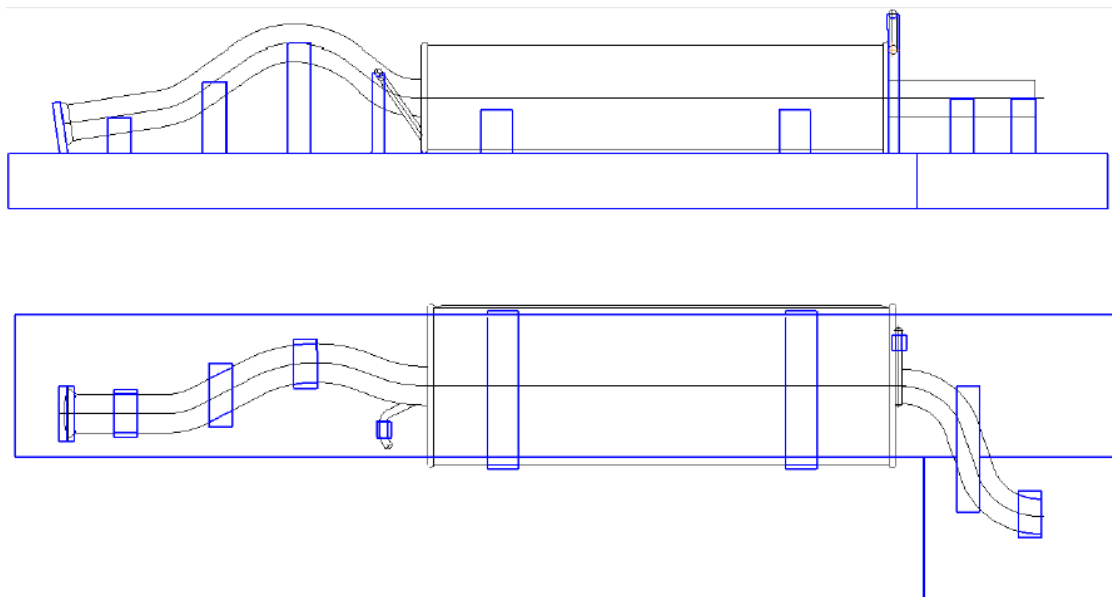


Рисунок 3.2 – Ескіз складального кондуктора з глушником

Бригадир повинен щодня проводити огляд місця зберігання кондукторів. У разі виявлення факторів, що впливають на забезпечення безпеки якості, негайно вжити всіх необхідних заходів для запобігання подібним негативним впливам

Магнітні затискачі відносяться до універсальних пристроїв для збирання деталей під зварювання. Із застосуванням магнітних пристроїв підвищується чистота та культура виробництва на робочих місцях цехів зварювального виробництва, рис. 3.3.

Магнітні затискачі відрізняються універсальністю, простотою конструкції, швидкістю дії та відсутністю рухомих частин (у електромагнітів) або громіздких комунікацій – шлангів (у постійних магнітів).

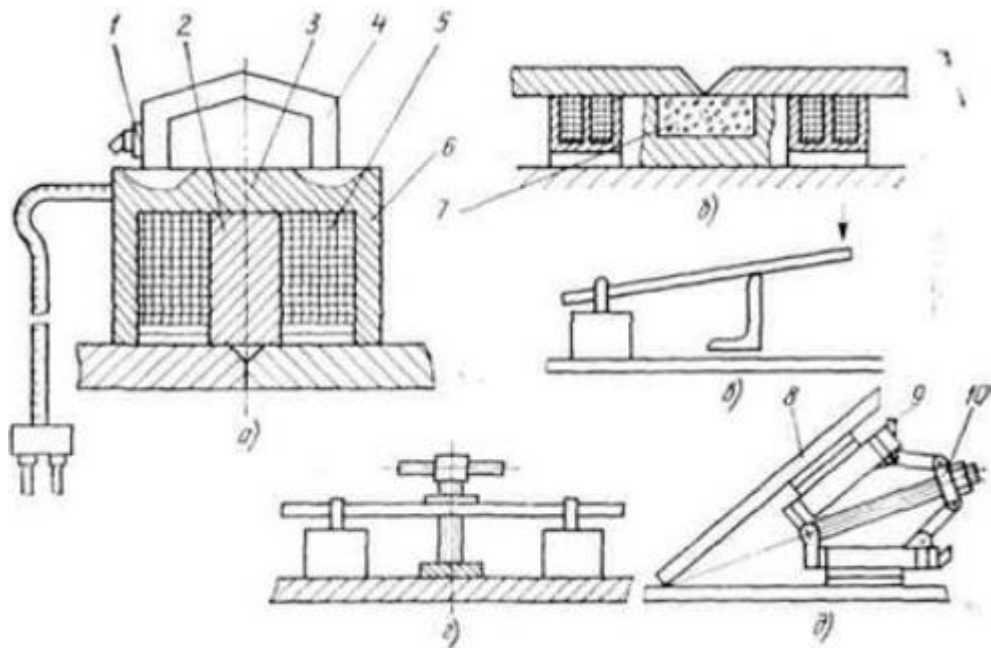


Рисунок 3.3 – Електромагнітні затискачі: а – схема затиску; б, в, г, д – приклади застосування затискача; 1 – вимикач; 2 – внутрішній полюс; 3 – днище; 4 – скоба; 5 – котушка; 6 – зовнішній полюс; 7 – флюсова подушка; 8 – електромагніт; 9 – вимикач; 10 – шарнірна система

Дія електромагнітів ґрунтується на використанні природних або штучних магнітів, що живляться від мережі або джерела зварювального струму. Увімкнення та вимкнення струму здійснюється звичайним електричним вимикачем.

Типова конструкція електромагніта показана на рис.3.3.

Він являє собою магнітопровід, що складається з зовнішнього 6 і внутрішнього 2 кільцевих полюсів з дном 3, всередині якого розміщена котушка 5.

Струм включається вимикачем 1, вмонтованим в скобу 4. Магніти використовують для вирівнювання 9 б), для створення опори важільних (рисунок 59, в) або гвинтових (рисунок 59, г) притисків, фіксаторів (рисунок 59, д), для установки деталей під кутом 30 - 150 °.

Останнім часом все частіше застосовують постійні магніти, розраховані на порівняно невелике зусилля притиску переважно для збирання деталей та прихватки під зварювання.

Управління постійними магнітами здійснюється за рахунок змін шляху магнітних потоків між рухомими та нерухомими частинами, розділеними немагнітними перегородками, які створюють значні магнітні опори.

При включенні постійного магніту немагнітні перегородки обох частин розташовані один проти одного.

Магнітні потоки проходять від північних полюсів магнітів до південних через магнітопроводи, робочий (повітряний) не більше 0,5 мм зазор, деталь, що закріплюється, і магнітопроводи.

Для відключення магніту досить зрушити рухому частину відносно нерухомої частини магніту, щоб магнітний потік отримав можливість замикатися більш коротким шляхом, минаючи при цьому деталь, що закріплюється, яка тепер легко знімається з пристосування.

Як матеріал для постійних магнітів використовують спеціальні сплави із заліза, нікелю, алюмінію, міді (литі магніти) або більш дешеві керамічні оксидно-барієві магніти. Питома зусилля тяжіння литих магнітів становить до 0,7 МПа, а оксидно-барієвих - до 0,3 - 0,4 МПа.

Тристоронню магнітну призму (рис. 3.3б) застосовують для закріплення циліндричних деталей і труб у горизонтальному і вертикальному положеннях і під кутом 45°. При закріпленні деталі призма притягується до металевої поверхні, яку вона встановлюється. Зусилля закріплення деталей змінюється залежно від кута повороту ручки.

Магнітні тримачі (рис.3.3в) призначені для закріплення плоских та циліндричних деталей.

Вони мають трапецеїдальну форму і складаються з двох сталевих пластин, між якими вміщено оксидно-барієвий магніт.

Відрив утримувачів від деталей виробляють вручну.

Регульований тримач складається з магнітних призм, шарнірно з'єднаних між собою двома планками і перемикаються поворотом перемикачів.

Він служить для закріплення плоских та циліндричних деталей під будь-яким кутом.

Використання електромагнітів у спеціалізованому складально-зварювальному оснащенні розширює сферу їх застосування та полегшує вибір технічних рішень при проектуванні оснастки.

Як приклад розглянемо пристосування з вбудованими електромагнітами для збирання та зварювання глушника.

Корпус глушника встановлюється в пристосування на призми 3 (рис. 3.4), фланці глушника надягаються на центруючі штирі 4 опорної плити 5 і притискаються до базових опорних площин Б електромагнітами в головках 2 і 6.

Електромагнітна головка 2 жорстко закріплена на стійці 1. невмоциліндром 11 переміщається по напрямних корпусу 8.

Електромагніт і центруючий механізм головки закріплені в повзуні 15 хомутом 13.

Всі механізми пристосування базуються на плиті корпусу 12. Тягнуті елементи захищені від дії бризок зварювальних кожухами 9.

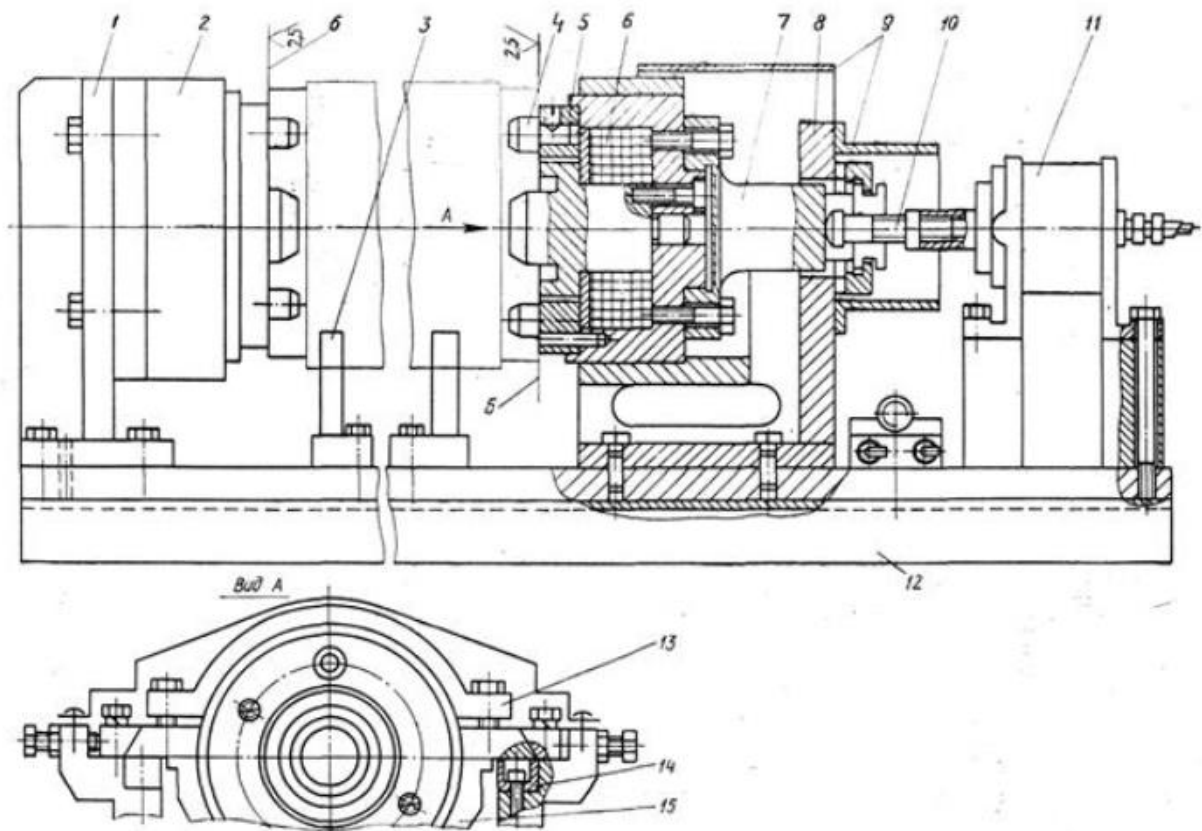


Рисунок 3.4 – Пристрій для збирання та зварювання глушника

Застосування електромагнітів у конструкції пристосування дозволило:

- 1) забезпечити виконання технічних вимог креслення у частині перпендикулярності фланців до осі глушника;
- 2) виключити операцію обробки різанням фланців;
- 3) спростити конструкцію пристосування.

3.2. Розрахунок магнітних затискачів

Сила тяжіння тіла до магнітного пристрою Q визначається за формулою:

$$Q = \frac{B^2}{2 \cdot \mu} \cdot F = \frac{B^2}{8 \cdot \pi} \cdot F, \quad (3.1)$$

де B – магнітна індукція;

F – площа, через яку проходить магнітний потік;

μ – магнітна проникність вакууму (4π).

$$Q = \frac{20^2}{8 \cdot 3.14} \cdot 0.4 = 6,37 \text{ Н.}$$

Магнітна індукція залежить від напруженості магнітного поля, що є характеристикою магніту, від магнітної проникності середовища μ та довжини магнітопроводу.

Довжина магнітопроводу визначається конструкцією пристосування і висотою (товщиною) деталі H , що закріплюється: при збільшенні висоти деталі зростає довжина магнітопроводу та зменшується індукція B .

Сила P_{zc} , що перешкоджає зсуву заготовки на магнітній плиті (рис. 3.5), пропорційна силі притиску Q та коефіцієнту тертя між деталлю та поверхнею плити K_{mp} .

$$P_{zc} = K_{mp} \cdot Q = \frac{B^2 \cdot K_{mp}}{8 \cdot \pi} \cdot F. \quad (3.2)$$

$$P_{zc} = 0.8 \cdot 6.37 = 5.1 \text{ Н.}$$

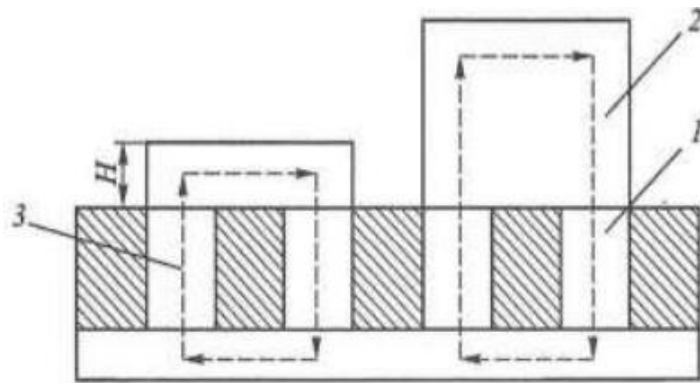


Рисунок 3.5 – Схема магнітного потоку: 1 – магніт; 2 – деталь; 3 – магнітний потік

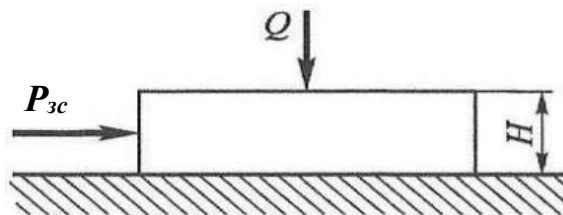


Рисунок 3.6 – Схема дії сил на деталь

Якщо магнітна індукція та коефіцієнт тертя невідомі, тоді (з урахуванням того, що для деталей, виготовлених з одного й того самого матеріалу, $\mu = \text{const}$) можна записати:

$$P_{zc} = C \cdot F \cdot K_{mp} \cdot f(H). \quad (3.3)$$

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Безпека життєдіяльності при аргонному зварюванні

Аргонне зварювання є високоефективним методом з'єднання металів, що широко використовується в промисловості та будівництві.

Однак, цей процес пов'язаний з певними ризиками, тому дотримання правил безпеки є критично важливим для захисту здоров'я та життя зварювальника.

Під час аргонного зварювання зварювальник може стикатися з такими небезпеками:

- Ураження електричним струмом: Недостатня ізоляція або несправне обладнання можуть призвести до електротравм.
- Опіки: Іскри та розплавлений метал можуть спричинити серйозні опіки шкіри.
- Ураження очей: Ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання зварювальної дуги може пошкодити зір.
- Інтوكсикація газами: Неправильна вентиляція може призвести до накопичення аргону, що витісняє кисень і може спричинити задиху.

Для мінімізації ризиків зварювальник повинен використовувати такі засоби індивідуального захисту:

- Захисний одяг: Вогнетривкий комбінезон, рукавиці та взуття на гумовій підошві захищають від опіків та електричного струму.
- Захист очей та обличчя: Зварювальна маска з відповідним світлофільтром запобігає ураженню очей випромінюванням.
- Додаткові засоби: Гумові килимки та спеціальні шапки або капюшони забезпечують додатковий захист.

Безпечне робоче місце є запорукою ефективної роботи:

- Ізоляція: Перевірте ізоляцію всіх струмопровідних елементів та забезпечте надійне заземлення обладнання.

- Видалення горючих матеріалів: Очистіть робочу зону від легкозаймистих речовин на відстані не менше 5 метрів.

- Вентиляція: Забезпечте належну вентиляцію для запобігання накопиченню шкідливих газів.

Дотримання наступних правил допоможе уникнути нещасних випадків:

- Регулярна перевірка обладнання: Своєчасне обслуговування та перевірка справності зварювальних апаратів.

- Правильна техніка зварювання: Використовуйте відповідні налаштування обладнання та дотримуйтесь рекомендованих методик зварювання.

- Уникнення роботи у вологих умовах: Не проводьте зварювальні роботи під час опадів або в умовах підвищеної вологості.

- Заборона на зварювання поблизу легкозаймистих матеріалів: Дотримуйтесь безпечної відстані від горючих речовин.

У разі виникнення нещасного випадку важливо діяти швидко та правильно:

- Ураження електричним струмом: негайно відключіть джерело струму та надайте постраждалому першу допомогу.

- Опіки: Охолодіть уражену ділянку холодною водою та зверніться по медичну допомогу.

- Інтоксикація газами: Виведіть постраждалого на свіже повітря та забезпечте доступ кисню.

Дотримання цих рекомендацій забезпечить безпечні умови праці та знизить ризик нещасних випадків під час аргонного зварювання.

4.2 Охорона праці під час виконання зварювальних робіт

Охорона праці під час виконання зварювальних робіт передбачає низку вимог і рекомендацій, за яких підвищується рівень безпеки як виконавця, і його оточення.

Зварювальні роботи – це надзвичайно небезпечний вид діяльності, до організації якого слід поставитися максимально відповідально. Вони передбачають фізичні та хімічні процеси, які можуть суттєво вплинути на людський організм. Саме тому правила охорони праці під час зварювання металів повинні чітко виконуватись усіма учасниками процесу.

Важливо, що до виконання такого роду діяльності допускаються лише фахівці. Це дозволяє значно зменшити ризик отримання виробничої травми.

Охорона праці під час зварювальних робіт необхідна насамперед тому, що такий процес передбачає цілу низку факторів ризику, які несуть небезпеку людському організму. До них слід зарахувати:

1. Під час зварювання металів з'являються іскри. Вони мають надзвичайно високу температуру, яка дозволяє пропалювати практично весь одяг, крім спеціальних ЗІЗ. Це може стати причиною появи різного роду опіків.
2. Температура металу в процесі зварювання значно підвищується, через що може змінюватись його агрегатний стан. Бризки металу можуть пропалювати одяг і викликати опіки.
3. Процес плавлення металів передбачає виділення гарячих пар, які можуть призвести до опіків очей та шкіри обличчя. Також вони негативно впливають на органи дихання. Правила охорони праці під час виконання зварювальних робіт до таких речовин відносять: хром, кадмій, свинець тощо.
4. Викид іскор може призвести до виникнення вогнища горіння із займистих матеріалів навколо.
5. Погана ізоляція кабелю обладнання може призвести до удару струмом.
6. Шум високого рівня зварювального апарата може призвести до ураження слуху.
7. Зварювальний процес супроводжується ультрафіолетовим та інфрачервоним випромінюваннями.
8. Дугове зварювання передбачає яскраве свічення, яке може засліпити співробітника та його оточення.

Правила з охорони праці при зварювальних роботах передбачають цілу низку вимог, які покликані обмежити вплив факторів ризику. До них слід зарахувати:

- Зварювальні роботи не можна проводити біля місць зберігання легкозаймистої сировини. Це може бути паливо, деревна стружка тощо.
- Необхідність проведення зварювальних робіт у резервуарах та інших подібних приміщеннях супроводжується попередньою вентиляцією та наявністю ще одного співробітника, який за необхідності надасть першу медичну допомогу.
- Виконання зварювальних робіт металу з великою товщиною передбачає необхідність використовувати спеціальні газополум'яні різакі зі збільшеною довгою трубкою.
- Редуктор, що використовується, повинен обов'язково бути оснащений манометром в робочому стані.
- Перед редуктором не можна стояти під час впуску газу.
- Охорона праці під час проведення зварювальних робіт передбачає необхідність запобігання потраплянню мастила в кисневий редуктор.
- Конструкція редуктора, що використовується, повинна бути повністю герметичною.
- Не можна використовувати більше одного трійника під час виконання зварювальних робіт.
- Перед початком робіт слід перевірити справність зварювального апарату.
- Також перед зварювальними роботами очищається місце проведення. Співробітник повинен подбати про те, щоб до робочого місця був легкий доступ і нічого не заважало пересування навколо нього.

ВИСНОВКИ

Аналіз технології складання та зварювання глушника автомобіля показав, що вибраний процес зварювання супроводжується великим розбризкуванням електродного металу та низькою продуктивністю складання та зварювання, тому в роботі проведено аналіз впливу параметрів обладнання на коефіцієнт розбризкування.

Встановлено, що коефіцієнт розбризкування залежить від діаметра присадочного дроту, тому необхідно вибрати швидкість наростання струму короткого замикання.

Ці параметри пов'язані з вибором зварювального обладнання або доопрацювання вже наявного. У роботі пропонуються обидва варіанти. Вибір оптимальних параметрів режиму дозволяє знизити коефіцієнт розбризкування.

Для того, щоб збільшити продуктивність складання та зварювання глушника запропонована механізація складання та автоматизація зварювання кільцевих швів.

Механізація складання відбувається у складальному кондукторі, а автоматизація зварювання кільцевих швів у зварювальному центрі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматизоване керування зварюванням: навч. посіб. / Г. Н. Семенцов, Я. Р. Когуч, Р. Б. Діжак [та ін.]. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2006. 562 с.
2. Будова та експлуатація устаткування для зварювання плавленням: Навч. посібник для учнів проф.-техн. закладів освіти / О. Г. Александров, І. І. Заруба, І. В. Пінковський. К.: Техніка, 1998. 176 с.
3. Виробництво зварних конструкцій: підручник / Г. О. Кривов, К. О. Зворикін. К. : КВІЦ, 2012. 896 с.
4. Джерела живлення для дугового зварювання та наплавлення: навч. посіб. / О. Г. Александров, Д. А. Антонюк, О. Є. Капустян. Львів: Новий Світ-2000, 2013. 224 с.
5. Джерела живлення для дугового та плазмового зварювання і різання: навч. посіб. / Г. П. Болотов, М. Г. Болотов, Чернігів. нац. технол. ун-т. Чернігів: ЧНТУ, 2017. 178 с. ISBN 978-617-7571-06-2.
6. Довідник зварника / О. Г. Биковський, І. В. Пінковський. К. : Техніка, 2002. 336 с.
7. Матійко М. М. Розвиток дугового електрозварювання на Україні. К., 1960.
8. Металознавчі аспекти зварності залізовуглецевих сплавів: навч. посіб. / В. М. Палаш. Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2003. 236 с.
9. Обладнання і технологія газозварвальних робіт : Підручник / І. В. Гуменюк, О. Ф. Іваськів. К.: Грамота, 2005. 272 с. ISBN 966-349-000-4.
10. Александров О. Г., Заруба І. І. Будова та експлуатація устаткування для зварювання плавленням. К.: Техніка, 1998. 176 с.
11. Автоматичне керування електрозварювальними процесами і установками: Навч. посібник / За ред. В.К.Лебедева, В.П.Черниша. К. : Вища шк., 1994. 391 с.
12. Автоматизоване керування зварюванням: навч. посіб. / Г.Н. Семенцов, Я.Р. Когуч, Р.Б. Діжак [та ін.]. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2006. 562 с.

13. Охорона праці. Лабораторний практикум / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець. К.: Основа, 1998. 224 с.

14. Расчет сварных соединений и конструкций. Примеры и задачи / А. Н. Серенко, М. Н. Крумбольт, К. В. Багрянский ; Под. ред. А. Н. Серенко. К.: Вища школа, 1977. 336 с.

15. Проектування та експлуатація обладнання для дугового зварювання: навч. посіб. / О. Г. Александров, Д. А. Антонюк. Львів: Новий Світ-2000, 2011. 312 с.

16. Спеціальні способи зварювання: навч. посіб. / В. В. Квасницький. Миколаїв: УДМТУ, 2003. 437 с.

17. Теоретичні основи процесів зварювання: навч. посіб. / В. М. Мілютін, Г. І. Камель, П. С. Івченко, Ю. А. Гасило. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016. 629 с. ISBN 966-175-141-4.

18. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання. : навч. посіб. / В. В. Квасницький. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 184 с.

19. Технологія та обладнання електричного контактного зварювання: навч. посіб. для ПТНЗ / О. Г. Биковський, Д. М. Лутов, І. В. Пінковський. К.: Технологія, 2001. 240 с.

20. Жидецкий В. Ц., Джиги рей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник.- Видавництво 5-те, доповнене. – Л.: Афіша, 2000. -350 с.

21. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.

ДОДАТКИ