

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розроблення технологічного процесу виготовлення
автомобільних коліс**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МП-41
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Ковалишин Я. І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Сенчишин В. С.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Ткаченко І. Г.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Окіпний І. Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Левкович М. Г.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: "Розроблення технологічного процесу виготовлення автомобільних коліс" складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 2 аркуші формату А4 і графічної частини об'ємом 5 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із таких частин: аналітична, технологічна, конструкторська та безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Для висвітлення питань, які розглядаються у кваліфікаційній роботі, розрахунково-пояснювальна записка містить 31 рисунок, 11 таблиць. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 23 першоджерел.

В роботі обґрунтовано параметри технологічного процесу виготовлення автомобільних дисків та запропоновано нове зварювальне устаткування, що дозволяють підвищити продуктивність виконання операцій технологічного процесу, включаючи операції складально-зварювальних робіт, та підвищити якість конструкції.

Проведено вибір складально-зварювального устаткування та розрахунок їх елементів. Передбачено заходи з безпеки життєдіяльності та основ охорони праці при реалізації запропонованого технологічного процесу.

Ключові слова: АВТОМАТИЧНА ЛІНІЯ, АВТОМОБІЛЬНІ ЗВАРНІ ДИСКИ, НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ ЗВАРЮВАННЯ, НАПІВАВТОМАТ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Опис конструкції виробу	7
1.2 Характеристика матеріалу виробу	14
1.3 Технічні умови на виготовлення виробу	17
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу	18
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	21
2.1 Обґрунтування способу зварювання	21
2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування.....	32
2.3 Вибір методу контролю якості.....	36
2.4 Опис запропонованого виробничого процесу.....	38
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	48
3.1 Вибір зварювальних пристосувань та опис їх роботи.....	48
3.2 Розрахунок і проектування елементів пристосувань.....	52
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	56
4.1 Вимоги безпеки, що ставляться до виробничого процесу.....	56
4.2 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом.	59
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	65

ВСТУП

Різновидів автомобільних коліс на сьогодні є дуже багато. Сучасна автопромисловість випускає найрізноманітніші колісні диски взявши початок від класичного штампування закінчуючи зовсім не дешевими інноваційними вуглецевими колісними.

Багато заводів вкладають чималі кошти в дослідження маючи на меті покращення технології виробництва й впровадження легких альтернативних матеріалів, які б за своїми характеристиками не поступалися сталевим чи до прикладу кованим дискам.

Велика кількість дисків, що доступна в теперішній автопромисловості не могла також не вплинути на кількість технічних характеристик даного виробу й значно розширити технічну специфікацію тих чи інших дисків.

На виробничий процес автомобільних коліс значно вплинув розвиток машин та станків, що спростили роботу для робітників й пришвидшити виготовлення самого виробу. Завдяки автоматичним апаратам для зварювання виконання роботи стало набагато ефективнішим, проте й змусило підіймати кваліфікацію робітників, що працюють на виробництвах для того аби уникнути великої кількості браку.

На цей час, завдяки оновленим й краще продуманим машинам велику кількість процесів роблять саме вони, а не лише люди, що зменшило виробничий брак й дало змогу мінімізувати витрати на виготовлення продукту.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції виробу

Автомобільні диски на даний час поділяються на чотири основні групи які потім розділяються на менші типи. Класифікація автомобільних дисків відбувається за наступними параметрами: за способом виготовлення; в залежності від сплаву з якого виготовляються; за конструкцією; в залежності від методу виконання та від призначення. Детальна класифікація приведена на рис. 1.1.

Найчастіше на виробництвах зустрічаються: сталевий штамповано-зварний сталевий диск, литий диск та кований. Розглянемо менш популярні, але не менш цікаві диск спінер й складовий диск.

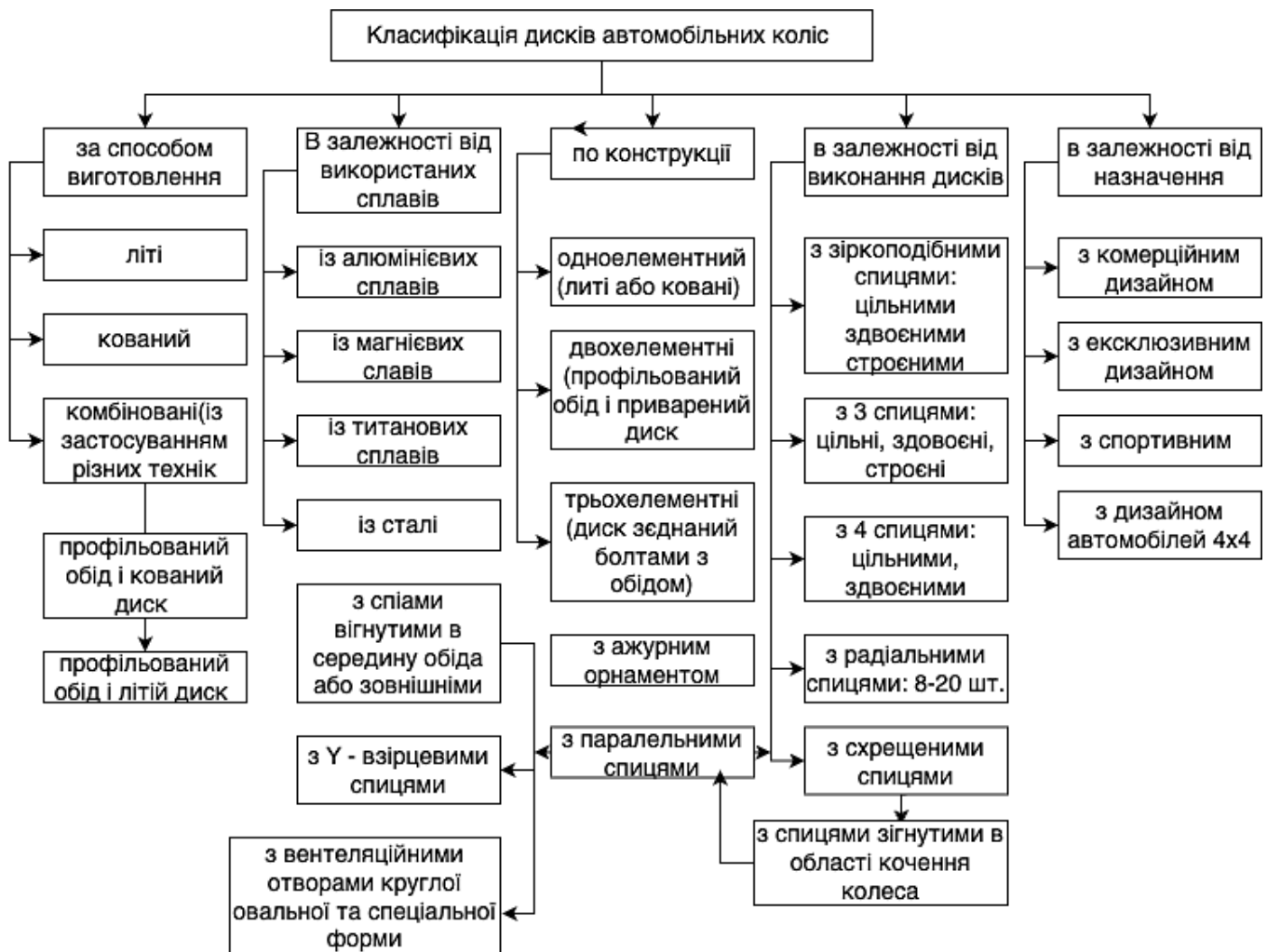


Рис. 1.1 – Загальна класифікація дисків автомобільних коліс

Штамповано-зварний сталевий диск та його схематичне зображення представлено на рис. 1.2 та рис. 1.3 відповідно. Особливість цього типу в тому, що він відрізняється високою міцністю, гарною ремонтпридатністю, дешевий за будь-які інші типи. Раніше саме через останню характеристику та його відносно простий дизайн виробники автомобілів встановлювали їх на продукцію економкласу. Проте сучасні штамповані диски виготовляються з високоміцної сталі, мають гарне балансування, дешеві хоч зовнішній вигляд не відрізняється різноманітністю, але це можна виправити за допомогою симпатичних ковпаків.[20]



Рис. 1.2 - Штамповано – зварний сталевий диск

Зазвичай штамповано-зварний сталевий диск, пофарбований порошковою фарбою, проте випускаються також вироби з 4 або 5 отворами кріплення чорного або сріблястого кольору. Як ґрунт при фарбуванні використовується катафорез, двокомпонентне покриття, що не містить свинцю, що забезпечує екологічну чистоту виробництва. Таке покриття володіє хорошою адгезією, низькою

температурою сушіння, високою опірністю корозії, малою витратою та кращим зовнішнім виглядом.

Основним параметрами штамповано-зварних сталевих дисків є: 1. ширина диска; 2. діаметр диска; 3. діаметр розташування отворів; 4. діаметр центрального отвору; 5. виліт.

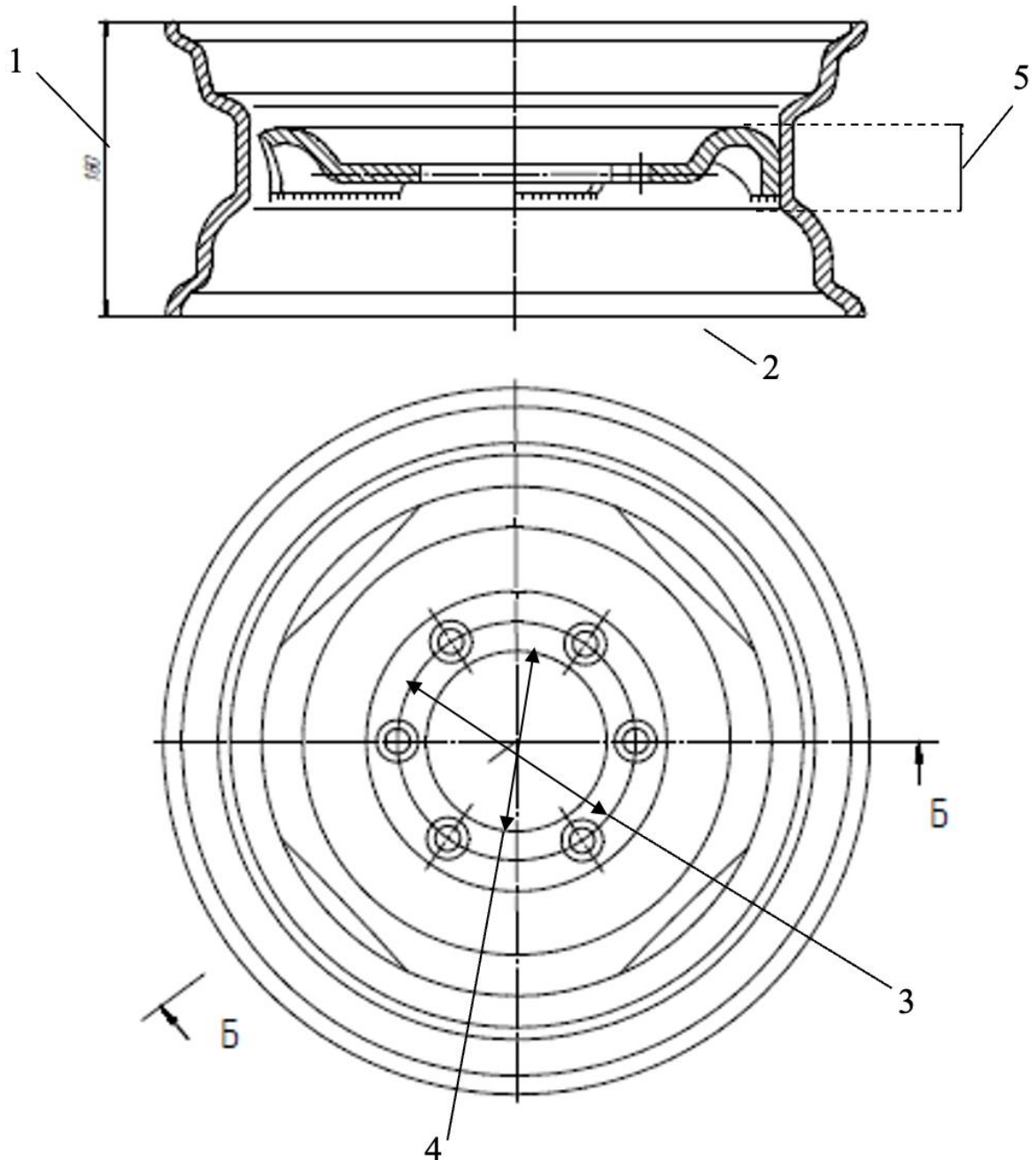


Рис. 1.3 – Схематичек зображення штамповано – зварного диска

Литий легко сплавний диск цей тип відноситься до так званих преміальних автомобільних дисків (зовнішній вигляд зображений на рис. 1.4).

Вони мають більш оригінальний та естетичний вигляд за описаний вище диск й важать набагато менше сталевих аналогів все це через те що відлиті вони з алюмінієво-магнієвого сплаву. У порівнянні з колесами зі сталевого листа тієї ж розмірності вони мають меншу масу (на 15 і 30%, відповідно) і більшу міцність. В результаті в автомобіля з такими колесами знижується безпружинна маса, що сприятливо позначається на роботі підвіски. За однакової ефективності роботи амортизаторів забезпечується кращий контакт коліс автомобіля з опорною поверхнею.

В них є основна проблема цей тип може лопнути чи тріснути і розсіпатись що свідчить про погану ремонтпридатність. Технологічно для виробництва даних дисків необхідне дорожче обладнання, адже для створення великої кількості різноманітних дизайнів необхідно мати на виробництві спеціальні форми для лиття того чи іншого виду диска.



Рис. 1.4 – Литий легкосплавний диск [21]

Кований диск цей тип виготовляється із сплаву алюмінію або магнію (зовнішній вигляд зображений на рис. 1.5). Виготовляються методом гарячої штамповки обробляються шляхом кування після лиття й додатково зазнають термомеханічної обробки що є недоліком даного виду, адже він потребує додаткового устаткування й при виробництві це більш затратно та потребує

спеціального устаткування і певної кваліфікації робітників. Ці диски легші ніж литі, але це не впливає на їхню міцність вона у них вища.

Взявши до уваги всі особливості процесу самого виробництва ковани диски не можуть мати такої ж різноманітної естетичної складової яку має попередня категорія, проте саме висока міцність й відповідно надійність компенсує цей недолік. Цей різновид під час тестувань практично не можливо зруйнувати під час руху авто. Хоча в дуже рідкісних випадках кований диск може трішки деформуватися. Якраз через такі характеристики цей автомобільний диск найчастіше заведено використовувати на машинах для авто гонок.



Рис. 1.5 – Кований диск

Складовий диск (зовнішній вигляд зображений на рис. 1.6). Даний тип виготовляється шляхом складання декількох різних частин в одне ціле. Конструкція надійно скріплюється болтами й при цьому слід також знати що виробники в переважній більшості, а той завжди використовують сталеві болти.

Якраз через попередньо сказане корозія в цьому випадку може бути неминуча якщо в обов'язковому порядку не проводити спеціальні хімічні обробки для захисту виробу від руйнування. Це своєю чергою безмовно ускладнює технологічний процес в реаліях масового виробництва та збільшується вартість і часові затрати на виріб.

Найкраще якщо в таких конструкціях беруть у використання титанові болти. В складову такого диска конструктори можуть помістити легко сплавні деталі так і ковани елементи, а рідше металеві частини.

Зважаючи на різноманітності й можливості компоновання такого виду дисків вони можуть бути легкими, але в той же момент і міцними водночас, але звісно це буде прямопропорційно.



Рис. 1.6 - Складовий диск

Диск Спінер (зовнішній вигляд зображений на рис. 1.7). Цей тип відносно новий тож варто розібратись що це за виріб. На вісь вже описаного вище литого диска встановлюється металева сплавна пластина з підшипниками.

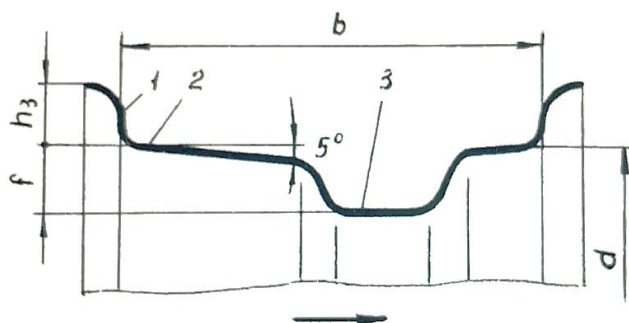
Під час руху автомобіля саме ця частина диску створює ілюзію того що колесо не крутиться зовсім не наче воно просто стоїть на місці. Проте як тільки машина зупиняється то через кінематичну енергію саме ця ж пластина починає розкручуватись. Звісно цей ефект виступає лише естетичною складовою й не несе жодної технічної складової.

Вартість даного типу дисків відповідно буде вищою в порівнянні із простими литими дисками при цьому вони важчі і набагато більш крихкі в експлуатації. Тож перевагою такого диска може слугувати хіба лиш естетичний вигляд все інше можемо вважати недоліками даного виду дисків.



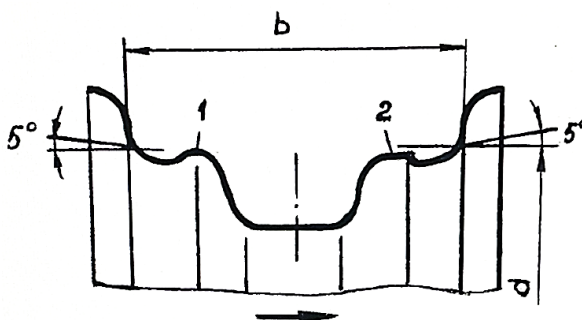
Рис. 1.7 – Диск Спінер

На рис. 1.8 – 1.9 приведено схеми ободів штамповано-зварних дисків.



1 – закраїна; 2 – полиця; 3 – струмок; b – ширина профілю обода; d – посадковий діаметр; f – глибина струмка; h_3 – висота країни; 5° – кут нахилу посадкових полиць

Рис. 1.8 – Асиметричний обід дискового колеса для легкових автомобілів



1 – підкат з внутрішньої сторони обода;
2 – плоский підкат із зовнішнього боку обода

Рис. 1.9 – Симетричний обід з комбінованим підкатом

Симетричний обід має зміщення струмка до зовнішньої сторони колеса, це зроблено для того аби залишалось більше місця для розміщення гальмівного механізму. Також це робиться задля надійної посадки бортів радіальних безкамерних шин та запобігання їх сповзання з полиць ободів коліс, що при криволінійному русі автомобіля з частково зниженим тиском повітря хоча б в одній із шин може призвести до втрати керованості, полиці ободів для легкових автомобілів виготовляють, в переважній більшості випадків з безпечними контурами саме через попередньо описану вище проблему.

Найбільшого застосування знайшли: підкат («Hump», позначається Н) та плоский підкат («Flat-Hump», позначається FH). Підкат (рис. 1.9) являє собою розташований по поверхні однієї з полиць обода закруглений виступ 1, а плоский підкат-виступ 2 з відносно гострою кромкою.

З усіх описаних дисків найбільш широкого застосування знайшли штамповано-зварні диски. Основна перевага даного типу це - низька вартість виробництва відносно легка технологія виготовлення виробу, затребуваність на ринку та висока ремонтпридатність при ушкодженні.

1.2 Характеристика матеріалу виробу

Штамповано-зварні сталеві диски виготовляють із різних марок сталі. Найбільш широкого застосування при виготовленні дисків отримала сталь 15. Основна характеристика будь-якої сталі це міцність й надійність, адже без цих якостей диски не будуть якісно та ефективно виконувати свої функції на високих швидкостях. Дана сталь відноситься до конструкційних вуглецевих якісних сталей. З неї виготовляють сортовий та листовий прокат, ковани вироби та напівфабрикати.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 15, % [1]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,12 - 0,19	0.17-0.37	0,35 - 0,65	≤0,30	≤0,040	≤0,035	≤0,15	≤0,20

Таблиця 1.2. – Механічні властивості [1]

Група міцності	Тимчасовий опір, Н/мм ²	Відносне подовження, %, не менше			
		Гарячекатаний прокат		Холоднокатаний прокат	
		До 2 мм включ.	Понад 2 мм	До 2 мм включ.	Понад 2 мм
К330В	330-460	23	24	24	25

Сталь 15 зварюється без будь-яких обмежень, просто виключенням є обмежена зварюваність деталей після хіміко-термічної обробки (ХТО). Її можна зварювати наступними способами зварювання: ручне дугове зварювання, автоматичне дугове зварювання та контактне зварювання.

Зварюваність це – властивість металу або суміші металів утворювати з'єднання, що відповідає вимогам, які обираються згідно конструкції та експлуатації заданого виробу.

Технологічна зварюваність металів та його сплавів залежить від дуже багатьох чинників – хімічної активності металів, ступеня легування, вмісту домішок та структури.

Найбільшого впливу на зварюваність сталей має такий хімічний елемент як вуглець. Зі збільшенням його вмісту, а також ряду інших легуючих елементів зварюваність погіршується. Для виготовлення зварних конструкцій у більшості випадків застосовують конструкційні низьковуглецеві, низьколеговані, а також леговані сталі.

Основними недоліками з якими стикаються виробництва при зварюванні легованих сталей це - схильність до утворення гарячих тріщин, гартувальних структур та холодних тріщин, а також забезпечення високих механічних властивостей зварних з'єднань, особливо пластичності. Чим вища кількість С в сталі, тим більша її схильність до утворення тріщин й відповідно тим важче забезпечити необхідний рівень властивостей зварної сполуки. Орієнтовним

кількісним показником зварюваності відомого хімічного складу є еквівалентний вміст С.

Залежно від кількості вмісту вуглецю та пов'язаної з цим схильності до загартування та утворення тріщин усі конструкційні сталі ділять на чотири групи: добре, задовільно, обмежено та погано зварювані сталі (табл. 1.3).

Сталі першої групи мають $Ce \leq 0,25\%$, добре зварюються без утворення гартових структур та тріщин у широкому діапазоні режимів, товщин та конструктивних форм.[22]

Сталі, що задовільно зварюються ($Ce = 0,25 \dots 0,35\%$) не схильні до утворення холодних тріщин при правильному виборі режимів зварювання, проте в ряді випадків потрібно підігрів.

Обмежено зварювані сталі ($Ce = 0,36 \dots 0,45\%$) схильні до утворення тріщин. Можливість регулювання опірності утворенню тріщин цих сталей в наслідок змін режимів зварювання обмежена, потрібен підігрів.

Погано зварювані сталі $Ce > 0,45\%$ дуже схильні до загартування і холодних тріщин, при зварюванні потрібно підігрів, виконання спеціальних технологічних прийомів, після зварювання необхідна термічна обробка. Якщо $HCS < 4$, гарячі тріщини не утворюються. При зварюванні високоміцних сталей великої товщини необхідно, щоб показник HCS не перевищував 1,6...2.

$$Ce = 3 + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/13 \quad (1.1)$$

$$Ce = 0,22 + 0,65/6 + 0,3/5 + (0,008 + 0,3)/13 = 0,41$$

В залежності від марки основного металу та умов його експлуатації змінюється й кількість показників, що визначають зварюваність. Під гарною зварюваністю низьковуглецевої сталі, яка використовується для виготовлення конструкцій, що працюють при статичних навантаженнях, розуміють можливість отримати зварне з'єднання рівномірне з основним металом за умови звичайної технології, без тріщин металу шва, зниження пластичності в навколо шовній зоні.

Метал шва та навколо шовної зони в цьому випадку має необхідність бути стійким від переходу в крихкий стан при температурі експлуатації й при концентрації напруги, що обумовлюється формою вузла.

Таблиця 1.3. – Класифікація сталей по зварюваності[2]

Група сталей	Зварюваність	Еквівалент Се, %	Технологічні заходи			
			підігрів		термообробка	
			перед зварюванням	під час зварювання	Перед зварюванням	Після зварювання
1	Добра	< 0,25	-	-	-	Бажана
2	Задовільна	0,25 -0,35	Необхідний	-	Бажана	Необхідна
3	Обмежена	0,35 -0,45	Необхідний	Бажаний	Необхідна	Необхідна
4	Погана	> 0,45	Необхідний	Необхідний	Необхідна	Необхідна

1.3 Технічні умови на виготовлення виробу

Всі матеріали що є складовими виробу, а саме складальні одиниці та деталі диска мають забезпечувати міцнісну функціональну та обов'язково геометричну сумісність. Допустимі відхилення від вимог щодо хімічного складу мають не перевищувати: Се - мінус 0,02 ; Mn - +0.10. P - 0,035 %, S -- 0,040 %, N -- 0,012 %. Незазначені граничні відхилення лінійних розмірів не мають перевищувати параметри що задані таблицею 1.4.

Таблиця 1.4. – Допустимі граничні відхилення[2]

Інтервал розмірів, мм	Граничні відхилення, мм	
	Лінійних розмірів (крім радіусів закруглення та фасок)	Розмір радіусів закруглень і фасок
Вщ. 0 до 315 вкл.	±2	±2
Вщ. 315 до 1000 вкл.		±4

Колеса в принципі приймають усю масу машини на себе, фізично вони здійснюють кінематичний зв'язок трансмісії з опорною поверхнею до якої

прилягають, забезпечуючи цим пересування та гарне маневрування машини, а також допомагають (разом із шинами) частковому зм'якшенню та компенсації впливу від нерівностей дорожнього покриття.

Вимоги до автомобільних коліс:

- за геометричними розмірами, форми та вантажопідйомність колеса мають відповідати конструкціям та умовам роботи шин;
- колеса мають необхідність мати мінімальні масу та момент інерції при заданому конструкційному виконанні та довговічності;
- надійність роботи коліс повинна бути забезпечена протягом усього терміну служби автомобіля;
- конструкція коліс повинна ефективно охолоджувати гальмівні механізми;
- конструкція коліс для безкамерних шин має забезпечувати підтримку герметичності шин та надійну посадку їх бортів на полиці ободів;
- конструкція ободів має унеможливлувати провертання шини на обід;
- конструкція ободів для шин має забезпечувати монтаж на них цих шин та, за потреби, внутрішнього обмежувача деформації, саме через це має бути роз'ємною та герметичною;
- колеса повинні відповідати загально прийнятим нормам;
- биття коліс, допустимий дисбаланс, допуски на розміри та нахил посадкових полиць ободів та настановні розміри, необхідні для нормальної роботи шин, не повинні перевищувати встановлені норми;
- конструкція коліс повинна бути пристосована для виконання монтажно-демонтажних робіт, шин, що проводяться при пошкодженнях;
- фарбування коліс повинне оберігати їх від корозії протягом терміну служби машини.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу

Виготовлення автомобільних коліс здійснюється на різноманітних автоматизованих лініях. Усі наявні лінії по виготовленню коліс включають в себе

наступні основні виробничі процеси: розкрій матеріалу, згинання обода, зварювання в стик, зачистку, розвальцювання, профілювання, розширення-калібрування, та закінчуючи пробиванням отворів та запресовуванням диска в обід. Загальний вигляд дільниці для виготовлення штамповано-зварних сталевих дисків зображено на рис. 1.10. Ці лінії мають компактну ефективну раціональну конструкцію саме це й дозволяє заощадити виробничу площу та полегшити доставку обладнання та роботу на виробництві.



Рис. 1.10. – Загальний вигляд дільниці автоматичної лінії виготовлення штамповано – зварних сталевих дисків

Такі лінії для виробництва колісних дисків із сталі використовують певну керуючу систему та системи транспортування з механічною рукою, що гарантує високий рівень автоматизації, підвищує робочу ефективність, зменшує трудомісткість та знижує витрати на працю. Керуюча система виконує швидку передачу даних про перебіг виробничого процесу, використовуючи технологію дистанційного керування, що робить контроль виробничого процесу дуже зручним. За допомогою підключення до мережі Інтернет є дистанційне технічне обслуговування ліній з виробництва сталевих колісних дисків. Це полегшує щоденне технічне обслуговування та тестування обладнання.

Виходячи з категорій колісних дисків, діаметра та виробничих процесів, виробництво розробляє та виготовляє лінії з виробництва малих, великих та дуже

великих колісних дисків. Види обробки на лініях встановлюються відповідно до вимог замовника-підприємства.

Розглянемо три основні лінії для виробництва автомобільних дисків(ЛВКД):

ЛВКД для пасажирського автомобіля. Для виробництва колісних дисків пасажирського автомобіля: діаметр: 12~17 дюймів, ширина: 3-10 дюймів; товщина листової сталі: ≤ 4 мм.

ЛВКД для вантажного автомобіля. Для виробництва безкамерних колісних дисків вантажного автомобіля: діаметр: 17.5~26 дюймів; ширина: 5.5-16 дюймів; товщина листової сталі: ≤ 8 мм.

ЛВКД для сільськогосподарської техніки. Для виробництва колісних дисків для інженерно-будівельних машин, сільськогосподарської техніки та тракторів: діаметр: 20~54 дюймів; ширина: 7-28 дюймів; товщина листової сталі: ≤ 8 мм.

Найбільш широкого застосування отримали: напівавтоматичні лінії та автоматичні лінії з виробництва штамповано-зварних сталевих коліс. Для експлуатації першого типу потрібно 10-12 осіб, які завершують завантаження та розвантаження матеріалів, а також машинні операції, а для другої потрібно всього 3-5 осіб, оскільки подача, розвантаження та інші процеси автоматизовані. Лінія використовує автоматичне транспортування матеріалів.

Опісля виготовлення будь-якого виробу проводиться контроль якості згідно попередньо обраному типу контролю.

Недоліками цих ліній є те, що вони обмежені в розмірі дисків через застосування спеціалізованих установок для зварювання. Тому доцільним буде розробити універсальну зварювальну установку, і відповідно підібрати спосіб зварювання.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу зварювання

Наданий момент в сучасному світі відомо багато видів зварювання що застосовуються за різних умов та вимог. Тож варто розібрати найбільш поширені та визначити оптимальний спосіб для виготовлення штамповано-зварних коліс.

В загальному для виготовлення дисків коліс застосовують два різновиди способів зварювання такі як зварювання тиском та зварювання плавленням.

До застосування першого способу зварювання дисків коліс відносять наступні способи: стикового зварювання тиском та точкове зварювання. [14]

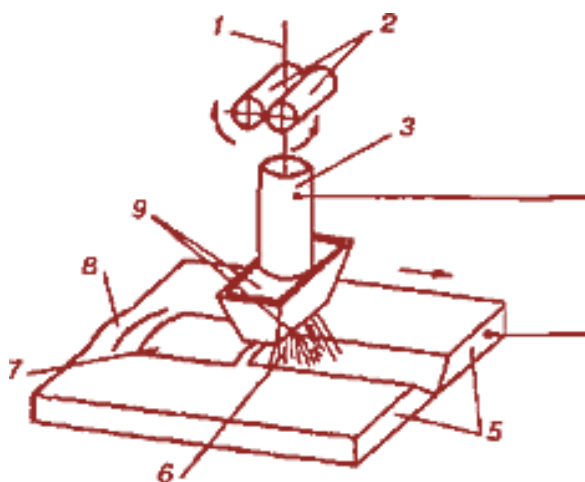
Точкове зварювання (ТЧ) це – спосіб з'єднання металевих деталей за допомогою струму що дає високу щільність в місці контакту. Ця технологія використовується в автомобільній, меблевій, електротехнічній, будівельній та багатьох інших галузях промисловості. Однією з переваг точкового зварювання є зниження часу зварювання та підвищення продуктивності промислового процесу. Цей вид забезпечує стійкість і довговічність з'єднання між металевими деталями, а також надійну електричну провідність. Найбільш поширеним видом ТЧ є зварювання точкової групи. У процесі цього зварювання одночасно зварюються кілька точок зварювання, що забезпечує набагато більшу продуктивність.

Для ТЧ використовуються різні типи обладнання, від механічних до автоматизованих систем зварювання. Під час ТЧ важливо контролювати параметри зварювання, а саме: час зварювання, сила стиску, електричний струм та напруга. Оптимальні параметри зварювання залежать від типу матеріалу, розміру деталей та інших факторів. Для забезпечення якісного з'єднання металевих деталей під час точкового зварювання, поверхня деталей повинна бути чистою та без будь-яких забруднень. У процесі точкового зварювання електричний струм нагріває деталі до високої температури, що дозволяє зарити разом.

До способів зварювання плавленням при виготовленні даної конструкції застосовують: механізоване в газах, під флюсом та аргонодугове.

Розглянемо напівавтоматичне зварювання захисним газом (НГ) схематичне зображення зварювання показано на рис. 2.1. Цей метод є досить поширеним для зварювання металів, він використовується в різних галузях промисловості. На відміну від ручного зварювання, цей метод потребує використання спеціального обладнання, що дозволяє значно знизити ризики виникнення недоліків та дефектів зварних з'єднань й пришвидшити процес виробництва. Основним елементом НГ є зварювальний апарат з автоматичною подачею дроту, який розплавляється та наноситься на зварювальний шов. Під час зварювання на зону зварювання подається захисний газ, що дозволяє забезпечити якість зварних з'єднань та запобігти забрудненню зварювальної поверхні. Для здійснення НГ використовуються різні види захисних газів: аргон, гелій, суміші газів. Вибір якогось певного газу залежить від матеріалу, який зварюється, а також від потрібної якості та швидкості зварювання. НГ має наступні переваги порівняно з іншими методами зварювання:

1. Цей метод дозволяє зварювати метали високої товщини та забезпечує якісний зварний шов.
2. Він є досить ефективним та економічним, оскільки вимагає менше витрати часу та праці.



- 1-порошковий дріт; 2-подавальні ролики; 3-зварювальний пальник;
 4-джерело живлення; 5-зварювальні заготовки; 6-електрична дуга;
 7-шлак; 8- зварний шов; 9 -гранульований флюс;

Рис. 2.1 Схеми зварювання під флюсом

НГ також має деякі недоліки зокрема, для здійснення цього методу потрібна певна кваліфікація та досвід зварювальника. Крім того, обладнання для напівавтоматичного зварювання захисним газом може бути досить дорогим. У зв'язку з цим, перед застосуванням НГ слід враховувати відповідність методу вимогам проєкту, характеристикам зварюваного матеріалу та кваліфікації зварювальника. Узагалі, цей вид зварювання є ефективним та широко використовуваним методом, що дозволяє забезпечити високу якість зварних з'єднань та економію часу та праці.

Розглянемо аргонодугове зварювання (АГ) - це один із видів дугового зварювання, що використовується для з'єднання металевих деталей. АГ полягає у створенні електричної дуги між зварювальним електродом і робочою поверхнею деталі. Для забезпечення захисту дуги від впливу повітря або інших газів, що можуть знизити якість зварювання, використовують аргон як захисний газ. Воно використовується для зварювання металів, таких як сталь, нержавіюча сталь, алюміній та інші.

Важливою перевагою АГ є висока якість зварювання, оскільки захисний газ дозволяє уникнути формування окисних плівок на поверхні зварюваної деталі. АГ може бути виконане з використанням різних типів електродів: звичайні, просочені або покриті флюсом. Для підвищення якості зварювання може використовуватись підвищена чутливість електронного зонда або різних типів сенсорів. У процесі цього виду зварювання важливо дотримуватись правильного вибору параметрів зварювального процесу: як струм, напруга, швидкість переміщення електрода тощо.

При виконанні АГ необхідно дотримуватись безпечних умов роботи: використання захисного спорядження та дотримання правил електробезпеки. АГ є досить дорогим видом зварювання, оскільки вимагає використання спеціального обладнання.

Із розглянутих методів зварювання найбільш раціональним є автоматичне зварювання під флюсом та в захисних газах.

Дані методи надають потрібну міцність та якість стикових швів що дуже важливо в даному виді конструкції.

Для реалізації запропонованих способів зварювання необхідно провести вибір зварювальних матеріалів, з метою забезпечення отримання якісних зварних з'єднань.

При виборі зварювальних матеріалів потрібно враховувати, що вони беруть безпосередню участь:

- в захисті розплавленого металу у зоні де відбуваються металургійні процеси, а в окремих випадках приймають участь і в захисті нагрітого твердого металу від шкідливої дії атмосферного повітря протягом всього процесу;
- в процесі розплавлення, перенесення в дузі та перебувають в зварювальній ванні, кристалізації;
- в очищенні металу шва від H та N ;
- в регулюванні хім, складу металу шва за допомогою процесів легування і розкислення;
- у видаленні S , P , окислів та шлаку;
- у ряді випадків які виконують для модифікації початкової структури шва.

Вибір матеріалів визначається за умовами отриманими з бездефектних структур металу шва, що задовольняє за своїми властивостями вимоги, які висуваються загально відомими умовами експлуатації конструкції.

Вуглецеві сталі мають певну схильність до пористості. Каталізатором цієї причини є реакція на взаємодію C із O , яка в свою чергу має наслідок: утворення CO . Для зменшення даної реакції окислення C в період кристалізації металу шва у ванні там повинна знаходитись достатня кількість розкислювачів таких як: (Mn і Si). Ця умова забезпечується застосуванням легованих зварювальних дротів із складовим вмістом Mn і Si в більшій кількості. До такого типу дротів відносять марки Св08ГС, Св08Г2С та інші.

Враховуючи умови виробництва та способи захисту зварювальної ванни, а також механічні властивості та хімічний склад, найбільш ефективним буде

застосування зварювального дроту марки Св-08Г2С. Хім. склад дроту приведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св – 08Г2С% [3]

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
			не більше			
0,05-0,11	0,70-0,95	1,8-2,1	0,20	0,25	0,025	0,03

Для автоматичного зварювання під флюсом сталі 15 зварювальним дротом марки Св-08Г2С рекомендується застосовувати флюс АН-348А або ОСЦ-45.

Після розгляду ряду дослідів зі зварюванням у вуглекислому газі, використання аргонових сумішей ефективного складу має перевагу щодо нижче наведених пунктів:

1. зниження втрат електродного металу;
2. зменшення трудомісткості;
3. підвищення продуктивності праці зварників.

Крім того, це суттєво змінює в кращу сторону санітарно-гігієнічні та екологічні показники зварювання. При використанні аргонових сумішей у виробництві виникає ряд наступних негативних моментів: вища вартість цих сумішей а ще збільшене світлове і теплове випромінювання зварювальної дуги.

Для зварювання багатьох відомих сталей широкого використання отримала суміш Corgon 18, її склад містить 82% Ar і 18% CO₂. Використання цієї суміші на основі Ar замість чистої CO₂ дозволяє істотно підвищити якість зварювання на вже використовуваному обладнанні без зміни технології. Як наслідок використання Corgon 18 ми одержуємо зменшення площі на яку дистанціюються від зварювальної ванни розплавлені оксиди зварювальних деталей що в свою чергу підвищує показники безпеки та зварювання а це в свою чергу відбувається завдяки підвищенню стабільності горіння дуги при низьких густинах струму і струменевому перенесенню розплавленого електродного металу. Доцільно звернути увагу, що при вмісті CO₂ в суміші вище позначки 20%, режим

струминового перенесення зменшує свою стабільність у роботі. Характеристика Corgon 18 приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технологічна характеристика захисного газу [3].

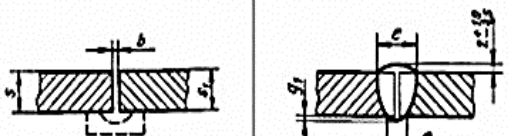
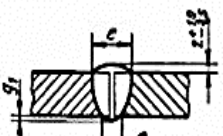
Захисний газ	$I_{зв}, A$	$U_{д}, B$	$Q, кг/год$	$Y, \%$
82%Ar + 18% CO ₂	200 – 210	24 – 25	3	3,8
	300 – 310	30 – 31	5,3	2,9

Оскільки ми маємо на меті підвищити якість формування зварного шва і забезпечити стабільний процес зварювання, візьмемо до використання Corgon 18 (Ar (82%) і CO₂ (18%)) в тандемі із дротом Св08Г2С.

З метою отримання високоякісних зварних з'єднань при застосуванні запропонованих способів зварювання, необхідно підібрати або розрахувати режими зварювання.

Розрахунок проводимо для двох типів зварних з'єднань виконаних автоматичним зварюванням під флюсом та в захисних газах. Перший спосіб застосовуємо для зварювання обичайки із якої в подальшому буде виготовлений обід диска. В цьому випадку зварювання стикового шва типу С4 проводимо на флюсомідній підкладці. Конструктивні параметри зварного шва С4 приведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3- Конструктивні параметри шва С4

Умовне позначення зварного з'єднання	Конструкційні елементи		Спосіб зварки	$s - s_1$	b		$e, \text{не більше}$	s_1	
	Підготовка кромки зварих деталей	Зварного шва			Номінал	Доп. відхилення		Номінал	Доп. відхилення
С4			АФМ	3	1,0	+0,5	14	1,5	+1,0 -1,5
				4			16		
				Св. 4 до 5	1,5	+1,0	21	2,0	+1,0 -2,0
				Св. 5 до 6			26		
				Св. 6 до 7	2,0	28			
				Св. 7 до 10	4,0				
Св. 10 до 12									

Розрахунок проводимо по методиці літератури [4]

Визначимо силу зварювального струму:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100, \quad (2.1)$$

де h – глибина проплавлення, мм. Виходячи з умови повного проплавлення, приймаємо глибину проплавлення 3 мм;

k – коефіцієнт пропорційності. Величина якого залежить від умов проведення зварювання, мм/100А.

Для електродного дроту діаметром 2 мм, $k = 1$ мм/100А.

$$I_{зв} = 2/1 \cdot 100 = 200\text{А.}$$

Приймаємо рівним 200А.

Визначимо діаметр електродного дроту:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \quad (2.2)$$

де $I_{зв}$ – сила зварювального струму, А;

j – густина струму, А/мм²;

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{200}{50}} = 2,26\text{мм.}$$

Заокруглюємо та отримуємо рівний 2 мм.

Визначаємо напругу на дузі за формулою:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1, \quad (2.3)$$

де $I_{зв}$ – струм зварювальний, А;

d_e – діаметр електродного дроту, мм;

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2^{0,5}} \cdot 200 = 27,07\text{В.}$$

Приймаємо 27 В.

Розрахуємо площу наплавленого металу в поперечному перерізі шва, вона рівна сумі площ підсилення та величини зазору в поперечному перерізі шва.

Площа підсилення в поперечному перерізі шва розрахуємо за формулою:

$$F_1 = 0,75 \cdot l \cdot q, \quad (2.4)$$

де l – ширина зазору шва, м;

q – величина підсилення шва, м;

$$F_1 = 0,75 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

Площа наплавленого металу в зазорі поперечного перерізу шва:

$$F_2 = h_{ш} \cdot l, \quad (2.5)$$

де $h_{ш}$ – висота шва, м;

l – ширина зазору шва, м;

$$F_2 = 0,003 \cdot 0,001 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Тоді площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва буде рівна:

$$F = F_1 + F_2 \quad (2.6)$$

де F_1 – площа поперечного перерізу величини підсилення шва, мм²;

F_2 – площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва, мм²;

$$F = 1,5 \cdot 10^{-5} + 3 \cdot 10^{-6} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт наплавлення:

$$\alpha_n = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}} [4] \quad (2.7)$$

де A – коефіцієнт пропорційності, при постійному струмі, $A = 2,3$;

B – коефіцієнт пропорційності при постійному струмі, $B = 0,04$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, А;

$d_{ел}$ – діаметр електрода, мм;

$$\alpha_n = 2,3 + 0,04 \cdot \frac{200}{2} = 6,3 \text{ г} \cdot \text{А} / \text{год}.$$

Швидкість подачі електродного дроту :

$$V_{н.д.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma} \quad (2.8)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г · А/год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, А;

π – геометрична константа, $\pi = 3,14$;

$d_{ел}$ – діаметр електрода, мм;

γ – густина наплавленого металу, кг/м³. Густина сталі 7800 кг/м³;

$$V_{н.д.} = \frac{4 \cdot 6,3 \cdot 200}{3,14 \cdot 2^2 \cdot 7800} = 51,4 \text{ м} / \text{год} \approx 51 \text{ м} / \text{год}.$$

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma \cdot 100}, \quad (2.9)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г · А/год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, А;

F_n – площа поперечного перерізу наплавленого металу, м²;

γ – густина наплавленого металу, кг/м³;

$$V_{зв} = \frac{6,3 \cdot 10^{-3} \cdot 200}{51 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 31,6 \text{ м/год.}$$

Розрахунок режиму зварювання напусткового з'єднання Н1 (рис. 2.3)



$$S = 3 \text{ мм}; S1 = 3 \text{ мм}; b = 0 + 1,0 \text{ мм}, \quad K = 2,0 \text{ мм}$$

Рис. 2.3 – Напусткове з'єднання Н1

Проводимо розрахунок для катета 2 мм.

Площа поперечного перерізу для шва без випуклості:

$$F_n = K^2 / 2, \quad (2.10)$$

де K – катет шва, мм.

$$F_n = 2^2 / 2 = 2 \text{ мм}^2.$$

Висота наплавленого металу:

$$h_n = \sqrt{F_n} \quad (2.11)$$

$$h_n = \sqrt{2} \approx 1,4 \text{ мм.}$$

Ширину шва:

$$e = \sqrt{2K^2}, \quad (2.12)$$

$$e = \sqrt{2 \times 2^2} \approx 2,8 \text{ мм.}$$

Загальну висоту шва:

$$H = e / \psi_{\text{пр}}, \quad (2.13)$$

$\psi_{\text{пр}}$ – коефіцієнт форми проплавлення; $\psi_{\text{пр}} = (0,8 \div 4)$.

Приймаємо $\psi_{\text{пр}} = 0,8$

$$H = 2,8 / 0,8 = 3,5 \text{ мм.}$$

Глибина проплавлення основного металу :

$$h_0 = H - h_N, \quad (2.14)$$

$$h_0 = 3,5 - 1,4 = 2,1 \text{ мм.}$$

Струму зварювання:

$$I_{\text{зв}} = (h_0 / K_n) \times 100, \quad (2.15)$$

де K_n – коефіцієнт пропорційності що залежить від умов зварювання ,
 $K_n = 1,75$, тоді:

$$I_{\text{зв}} = 2,1 / 1,75 \times 100 = 120 \text{ А.}$$

Приймаємо 120 А.

Діаметр електродного дроту:

$$d_{\text{ел}} = 1,13 \sqrt{\frac{I_{\text{зв}}}{j}} \quad (2.16)$$

де j – густина струму, А/мм²; $j = 120$ А/мм² [8].

$$d_{\text{ел}} = 1,13 \sqrt{\frac{120}{120}} = 1,13 \text{ мм ;}$$

Приймаємо діаметр електрода = 1,2 мм.

Напругу на дузі:

$$Ud = 20 + \frac{50 \times 10^{-3}}{d_{el}^{0.5}} I_{3\phi} \pm 1, \quad (2.17)$$

$$Ud = 20 + \frac{50 \times 10^{-3}}{1,2^{0.5}} 120 \pm 1 = 26 \text{ В.}$$

Швидкість подачі електродного дроту :

$$V_{п. е.} = \frac{4\lambda_n I_{3\phi}}{\pi d_{el}^2 j} \quad (2.18)$$

де j – густина електродного дроту ($j = 7800 \text{ кг/м}^3$);

λ_n – коефіцієнт наплавлення, кг/А×год.

При зварюванні на постійному струмі зворотної полярності:

$$\lambda_n = 11,6 \pm 0,4 \text{ г/А×год, [1].}$$

Приймаємо $\lambda_n = 12 \times 10^{-3} \text{ кг/А×год.}$

$$V_{п. е.} = \frac{4 \times 12 \times 10^{-3} \times 120}{3.14 \times 0,0012^2 \times 7800} \approx 163,3 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{п. е.} = 165 \text{ м/год.}$

Швидкість зварювання :

$$V_{ЗВ} = \frac{\lambda_n I_{ЗВ}}{F_n \times j} \quad (2.19)$$

$$V_{ЗВ} = \frac{12 \times 10^{-3} \times 120}{2 \times 10^{-6} \times 7800} \approx 92,3 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{ЗВ} = 92 \text{ м/год.}$

2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування

При визначенні типу та правильній експлуатації обладнання для зварювання необхідно враховувати ряд критеріїв, пов'язаних з технологічними та експлуатаційними характеристиками.[5] До цих критеріїв належать:

- Конструкція виробу, який зварюється, включаючи протяжність і розташування швів, зручність доступу до шва і з'єднання для автомата.
- Кількість виробів у партії і періодичність переналагодження обладнання.
- Точність підготовки з'єднання перед зварюванням, включаючи подачу виробу до місця зварювання та необхідність відведення обладнання після зварювання.
- Виробничі умови, такі як енергопостачання, газо- і водопостачання, відведення аерозолів, вимоги до очищення від бризок та інше.
- Організаційні умови, включаючи навчання зварників і наладчиків, наявність запасних частин та зварювальних матеріалів.

У випадку індивідуального і дрібносерійного виробництва рекомендується використовувати універсальне обладнання, побудоване на модульному принципі. У великосерійних та масових виробництвах застосовують спеціалізоване обладнання, що входить до складу поточно-механізованих ліній.

Автомати для дугового зварювання електродом, що плавиться, виконують кілька функцій під час роботи, а саме запалювання дуги, подачу дроту, флюсу або захисного газу до зони зварювання, підтримку заданого режиму зварювання, зміну розташування зварювального апарату й завершення самого процесу. Автомат має в першу чергу швидко та точно реагувати на різноманітні фактори впливу, такі як: коливання напруги мережі, зміна швидкості подачі дроту.

Основною частиною будь-якого зварювального автомата є зварювальна головка, адже саме вона створює подачу електродного дроту і підтримує заданий попередньо режим зварювання. Для того аби отримати зварний шов головки потрібно налаштувати переміщення швидкості. Для цього використовують механізм з пультом управління, який робить переміщення автомата.

Для забезпечення проходження дроту з касети в зону зварювання постає необхідність уникнути його заїдання безпосередньо в механізмі подачі. Цього досягається за допомогою механізму виправлення дроту перед його проходженням роликів. Для більш точного розміщення електроду щодо стику та коригування того чи іншого положення під час зварювання використовують механізм поперечної корекції положення.

Підведення струму до самого дроту здійснюється у мундштуці за допомогою невеликого вильоту дроту. В загальному автомати для дугового зварювання мають певну класифікацію за наведеними нижче ознаками:

- За конструкцією: підвісні, самохідні зварювальні головки, зварювальні трактори.
- За призначенням: для зварювання під флюсом, в захисних газах і порошковим дротом
- За родом застосовуваного струму
- За способом регулювання швидкості: з плавним регулюванням, зі ступінчастим регулюванням, з плавно-ступінчастим.
- За способом охолодження струмопідвідної частини зварювальної головки і сопла: з природним охолодженням, з примусовим охолодженням.
- За способом подачі дроту.
- За розташуванням автомата щодо зварюваного шва: для зварювання всередині колії, для зварювання всередині і поза колії.

Ці класифікації допомагають визначити тип і модель обладнання, що найкраще підходить для конкретних умов, забезпечуючи максимально вигідну продуктивність, якість з'єднання та ефективну експлуатацію.

В цій кваліфікаційній роботі розглянемо Автомат А-1406 рис. 2.4 [6]. Він призначений для зварювання і наплавлення низьковуглецевих і легованих сталей плавкими електродами на постійному струмі (суцільний, порошкового дротами і порошкової стрічкою).

Широкий діапазон зварювання можна отримати за допомогою зміни швидкості подачі дроту за допомогою заміни змінних шестерень. Автомат має плавне регулювання подачі. А-1406 забезпечує такі способи наплавлення як: в

середовищі захисного газу так і під флюсом. Технічні дані автомата приведені в табл.2.3.



Рис. 2.3 - Автомат А-1406

Таблиця 2.3 Технічна характеристика автомата А – 1406

Параметр	Значення
	з ВДУ – 506К
Номінальна напруга мережі, В	380
Номінальний зварювальний струм, А при ТВ = 60%	500
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60...500
Кількість електродів, шт	1
Діаметр електродного дроту, мм:	
- суцільного	1,2...2,0
- порошкового	2,0...5,0
Межі плавного регулювання швидкості подачі електродного дроту, $\frac{м}{год}$	17...553
Вертикальне переміщення зварювальної головки:	
- хід, мм	500
- швидкість, $\frac{м}{год}$	29,4
Поперечне переміщення зварювальної головки:	
- хід, мм	±70
- швидкість, $\frac{м}{год}$	ручне
Маса, кг	185

Вибір джерела живлення зварювальної дуги для механізованого зварювання виробляється відповідно до обраного методу зварювання, родом зварювального струму й режимом зварювання. Джерело живлення повинен забезпечити нормальні умови роботи зварювального поста: максимальну продуктивність, високу якість звареного шва.

Економічні показники й експлуатаційні якості.

Для зварювання в середовищі захисних газів на постійному струмі зворотної полярності. Можна застосувати один із двох видів джерела живлення:

- зварювальні випрямні установки;
- зварювальні генератори.

При виборі джерела живлення необхідно враховувати їх техніко-економічні властивості. У стаціонарних умовах найбільш перспективні випрямлячі, що характеризуються високим КПД й безшумністю роботи. Вони економічні, тому що можуть вимикатися під час пауз у роботі. На цьому автоматі здійснюють зварювання поздовжніх і кільцевих швів, стикових, кутових і нахлесточних з'єднань. Комплектується із ВДУ-506К (КІУ-501) загальний вигляд зображено на рис. 2.5[7].



Рис. 2.4 - Випрямляч ВДУ-506К (КІУ-501)

Технічні характеристики даного виду випрямляча який використовуватиметься в цій роботі наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики зварювального випрямляча ВДУ – 506К (КІУ – 501)

Номінальний зварювальний струм, А	3x380
Режим роботи, ПВ, %	500
Напруга холостого ходу, В, не більше	85
Межі регулювання зварювального струму, А,	50-500
Межі регулювання робочої напруги, В, при роботі на характеристиках:	
твердих	24-56
Падаючих	26-56
Первинна потужність, кв*А, не більше	50
КПД,%, не більше	83,5
Габаритні розміри, мм.	730×590×830
Маса, кг, не більше	230

2.3 Вибір методу контролю якості

Якість продукції - це загальна сукупність великої кількості властивостей продукції, що спричиняю її придатність відповідно до призначення, зварені конструкції контролюють на всіх етапах виготовлення. Крім того, систематично перевіряють оснащення й устаткування. При перевірці основних і допоміжних матеріалів установлюється їхня відповідність кресленню й технічним вимогам. Відповідно якості й надійності зварених конструкцій пред'являються високі вимоги.[8]

Керування якістю зварювання повинне передбачати контроль всіх факторів, від яких залежить якість продукції. Основний вплив контроль повинен робити саме на технологію виробництва, забезпечуючи попередження дефектів і шлюбу продукції. Металоконструкції можуть піддаватися контролю наступними методами:

- 1) зовнішнім оглядом і виміром;
- 2) ультразвуковим (УЗК);
- 3) радіографічним (РГК);
- 4) капілярним.

Особливо ретельно контролюються ділянки, що підлягають зварюванню: чистота підготовки, відповідність зазорів, правильність оброблення. Профіль крайок, підготовлених під зварювання, перевіряють спеціальними шаблонами.

Під час зборки й прихватки перевіряють розташування деталей одну до одної величину зазорів між крайками деталей, що зварюють. Відсутність або мала величина, яка в свою чергу приводить до непровару шва, а більша - до пропалів і збільшення трудомісткості процесу зварювання. Розташування й величину прихваток, відсутність дефектів у місцях прихваток. Контроль якості зборки й прихватки роблять зовнішнім оглядом. Цей спосіб найбільш продуктивний, більш економічний, не потребує великих витрат. Зовнішній огляд якості а також обмір роблять за допомогою вимірювальних інструментів: лінійки, штангенциркуля, катетомірів.

Найбільш відповідальним є контроль виконання зварювання. Контролюють безпосередньо процес зварювання, тобто параметри режиму, а також якість зварених швів. Достатній контроль дозволяє запобігти появі систематичного браку. В ході виконання процесу виробляється періодичний вимір основних параметрів: $I_{св}$, U_d , $V_{св}$, $V_{шп}$ (це забезпечується контрольними апаратами зварювальних установок).

Після зварювання стикового кільцевих шва обичайки диска його необхідно перевірити на якість. рентгенографічним контролем якості. Якість виконання зварювання на готовому виробі оцінюємо по наявності зовнішніх дефектів. Вони у свою чергу контролюються зовнішнім оглядом. Не відповідність шва геометричним розмірам контролюється за допомогою вимірювальних інструментів: універсального шаблона Красовського, лінійки, катетометров. Також при зовнішньому огляді виявляються напливи, подрізи, пропалів, глибокі кратери, зовнішні тріщини, непровари або пори.

Якщо при проведенні зовнішнього огляду виявляються вищевказані дефекти, і вони не входять у допуски на виготовлення виробу, то брак виправляють повторною заваркою. Контроль якості робить контролер. При виявленні відхилень під час виготовлення продукції контролер виписує картку браку.

2.4 Опис запропонованого виробничого процесу

В процесі підготовки металу у виробництво й виготовлення самого штамповано-зварного сталевго диска відбуваються наступні технологічні операції: розкрій, очищення, виправлення, різання, газова, механічна обробка й контроль. Запропонований технологічний процес виготовлення дисків схематично представлено на рис. 2.5.

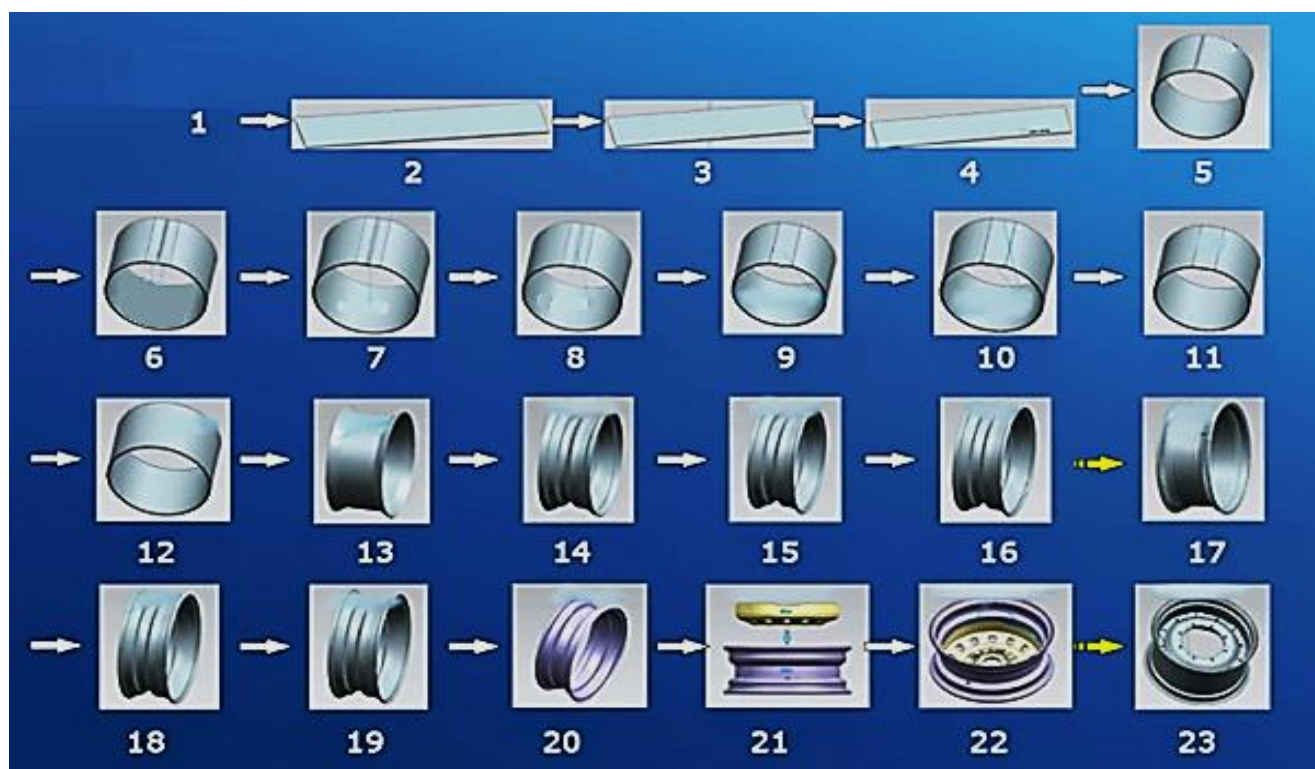


Рис. 2.5– Схема технологічного процесу виготовлення штамповано-зварних дисків

Розглянемо кожний представлений процес, що зображено на рис. 2.6. Спочатку метал, що надходить на завод або в цех, перевіряється на наявність

сертифіката заводу виробника поз. 1. У випадку відсутності сертифіката метал розвантажують в особливе місце й не запускають у виробництво до повного його дослідження, тобто потрібно перевірити метал на зварюваність, визначити хімічний склад, механічні властивості, скласти акт перевірки. Після цього може бути отриманий дозвіл на його використання.

Метал, на який має сертифікат розвантажують на склад або цех й відразу на нього становлять акт приймання. Далі відбувається захист металу від забруднення, іржі й інших ушкоджень багато в чому це залежить від умов зберігання, тому організація складу металу має вагоме значення. Складські приміщення розташовуються поряд зі складально-зварювальним цехом або недалеко від нього. У будинку такого складу розташовується не лише метал, але й піднімальне устаткування.

Далі аркушевий прокат укладають у штабелі. Через кожні 0,3-0,5 м укладається металева або дерев'яна прокладка, товщиною не менш 12 див. А її довжина повинна бути більше, ніж ширина аркуша. Штабель повинен покладатись таким чином, щоб до нього було зручно підходити й щоб без складнощів була можливість зняти партію металу за допомогою крана або штабелеукладача й передати її на заготівельну ділянку. Штабелі повинні бути висотою 2 - 2,5 м., Відстані між вушками повинні бути в межах 1,5 - 2,5 м.

Наступним процесом при виготовленні слугує зачистка металу поз. 2. Весь метал перед подачею на заготівельну ділянку обов'язково проходить етап очищення. Очищення застосовується для видалення з поверхні металу слідів консервації, забруднень, мастильно-прохолоджуючих рідин, іржі, окалини, що утрудняють процес зварювання і викликають дефекти зварених швів. Для очищення деталей, з яких складається даний виріб, використовується дробоструминної установки прохідного типу SK-7 ÇETINGIL(рис. 2.6).



Рис. 2.6 - Дробоструминна установка SK-7 ÇETINGIL[9]

Очищений метал з поз.2 поступає на поз.3 де здійснюють розкрій металу необхідних розмірів. Для виконання операції різання використовуються 2 способи: механічний і термічний. За допомогою механічного різання в переважній більшості одержують прямокутні різи і розрізають листи невеликої товщини. Різання листів із яких так би мовити буде виготовлятися обід колеса здійснюють за допомогою гільйотинних ножиць Yangli MS7 (рис. 2.7). Характеристика ножиць приведена в таблиці 2.5. Для вирізання заготовко з яких буде формуватися внутрішній диск колеса застосовують лазерне різання. Цей процес реалізують за допомогою установки для лазерного різку типу XTLaser XTC-1530H (рис. 2.7).



Рис. 2.6 Гільйотинні ножиці Yangli MS7[10]

Таблиця 2.5 Технічна характеристика ножиць типу Yangli MS7

Параметр	Од. вимір.	MS7
Товщина різь	мм	6
Ширина різь	мм	2500
Разів в хвилину	хв-1	≥ 20
Кут різь	град	1°30"
Довжина заднього упору	мм	800
Швидкість переміщення заднього упору	мм/с	150
Точність позиціонування заднього упору	мм	± 0.15
Об'єм масляного бака	л	260
Вага	кг	4800
Габаритні розміри д*ш*в	мм	3130×1570×1600



Рис. 2.7 - Комплекс лазерного розкрою XTLaser XTC-1530H [11]

Після проведення операції розкрою заготовки поступають на операцію оброблення кромки поз. 4. Після термічного різання вони повинні бути піддані механічній обробці, для зняття грата й підготовки крайок під зварювання, їхня обробка робиться за допомогою ручної шліфувальної машини ПП-2203 вигляд рис.2.8, технічні дані наведені в табл. 2.8.



Рис. 2.8 - Ручна шліфувальна машини ПП-2203[12]

Таблиця 2.8 – Характеристика пневмошліфувальної машини ПП – 2203

Параметри	Значення
Найбільший діаметр шліфувального кола, мм	50
Частота обертання, про/хв на холостому ході під навантаженням	1600 18000
Витрата стисненого повітря, м ³ /хв	0,4
Діаметр шланга у світлі, мм	9
Габаритні розміри (ширина, довжина, висота), мм	250×50×50
Маса (без шліфувального кола), кг	0,9

Наступною операцією техпроцесу є проведення вальцювання обичайки обода поз. 5. Для її реалізації застосовують машину для формування обода (рис.2.9). Спочатку стрічка з низьковуглецевої сталі, розрізана на задану довжину надходить на стадію згинання обичайки.



Рис. 2.9 – Машина формування обода

З операції формування, сформована обичайка обода поступає на операцію зварювання (поз. б).

Після процесу зварювання, зварна обичайка поступає на операцію зачищення, прокатки та обрізання зварних швів (поз.). Дана операція реалізується за допомогою спеціальної машини (рис. 2.10). Машина здійснює видалення залишків шлаку, який так би мовити, утворюється після процесу зварювання, прокатку зварного шва з метою його ущільнення та зняття залишкових напружень, що утворюються після зварювання. на внутрішній та зовнішній поверхні зварного шва утворюється зварювальний шлак. На останній стадії машина здійснює операцію торцювання (обрізки) торців звареної обичайки.



Рис. 2.10 – Машина для зачистки, прокатки та обрізання

Після операцій з обробки зварного шва, заготовка обичайки поступає на операції охолодження та розвальцьовування (поз. 11-12). Розвальцьовування обичайки обода здійснюють методом розширення обичайки на конус з обох торців це називається попереднє розвальцьовування, саме воно полегшує подальший процес профілювання. Для розварюцювання застосовують спеціальну установку (ди. Рис. 2.11).



Рис. 2.11 – Установка горизонтального розвальцьовування

Наступною операцією техпроцесу є проведення профілювання обичайки обода (поз. 14-17). Дана операція операції реалізується за допомогою профілезгинальної машини (рис 2.12). Машина призначена для симетричного та асиметричного профілювання колісних ободів. Профілювання обода проходить в чотири етапи.



Рис. 2.12 – Профілезгинальна машина

Після формування профілю диска, заготовка поступає на операцію (поз.18), де проводять розширення та калібрування обода, з метою надання точних розмірів. Дана операція реалізується за допомогою машини для експандування (рис. 2.13). Вона дозволяють збільшити розмір колісних ободів після завершення профілювання та надання ободам необхідного діаметра.

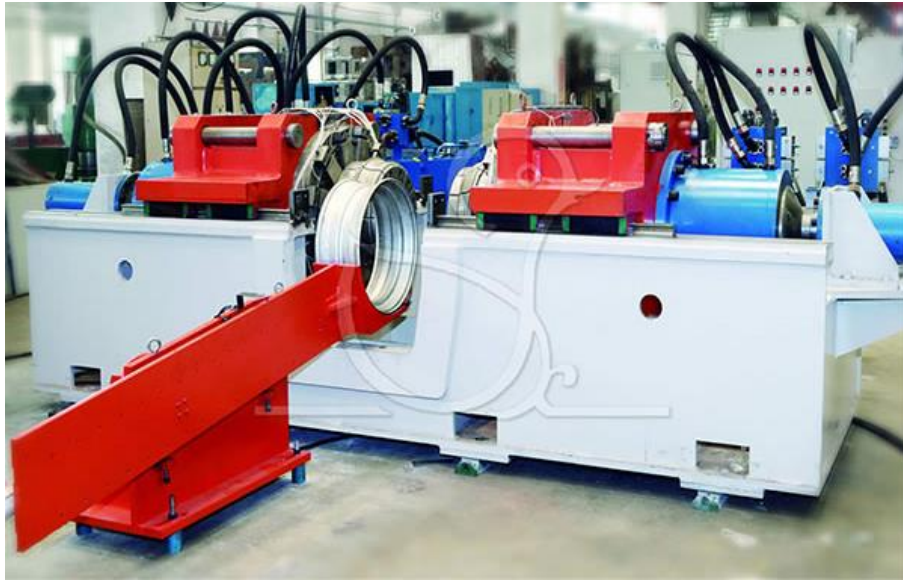


Рис. 2.13 – Машина для експандування

Після операції експандування з формований обід колеса проводять його тестування методом газонепроникності з метою перевірки щільності шва після попередніх операцій (поз.19). Це проводять для того щоб перевірити чи не буде зменшення витoku повітря через обід.

Наступною операцією є пробивання отворів для вентиля (поз.20). Для пробивання робочої частини обода використовують штампувально-пробивні (рис. 2.14).

Після пробивання отворів заготовка диска поступає на операцію складання (поз.21).

Паралельно із виготовленням обода здійснюють виготовлення диска колеса методом штампування. Цей процес реалізується наступним чином: вирізані заготовки після лазерної різки подаються в штампувальний прес. В якому за

рахунок штампу проводять формування диска з одночасним пробиванням отворів під кріплення на ступиці автомобіля та пробивання отворів з метою зменшення маси диска. Із операції штампування сформований диск поступає на операцію складання колеса (поз. 21).



Рис. 2.14 – Штампувально-пробивний прес

На позиції 21 здійснюють складання диска з ободом методом запресування. Цей процес реалізують за допомогою спеціальної установки, яка описана в частині 3.

Сформоване колесо із операції складання поступає на операцію автоматичного зварювання (поз.22). На даній операції технологічного процесу проводять приварювання обода до диска за допомогою спеціальної установок (див. частину 3) із застосуванням автомата А-1406.

Заключною операцією запропонованого техпроцесу є візуальний контроль та перевірка якості виробу (поз. 23). Ці операції реалізуються наступним чином: готові

вироби потрапляють на стіл прийому готової продукції де проводять візуальний контроль на наявність явних дефектів. Опісля цього диск відправляється на установку для балансування. Після чого здійснюють складування продукції. Кінцевий вид виробу зображено на рис. 2.15.



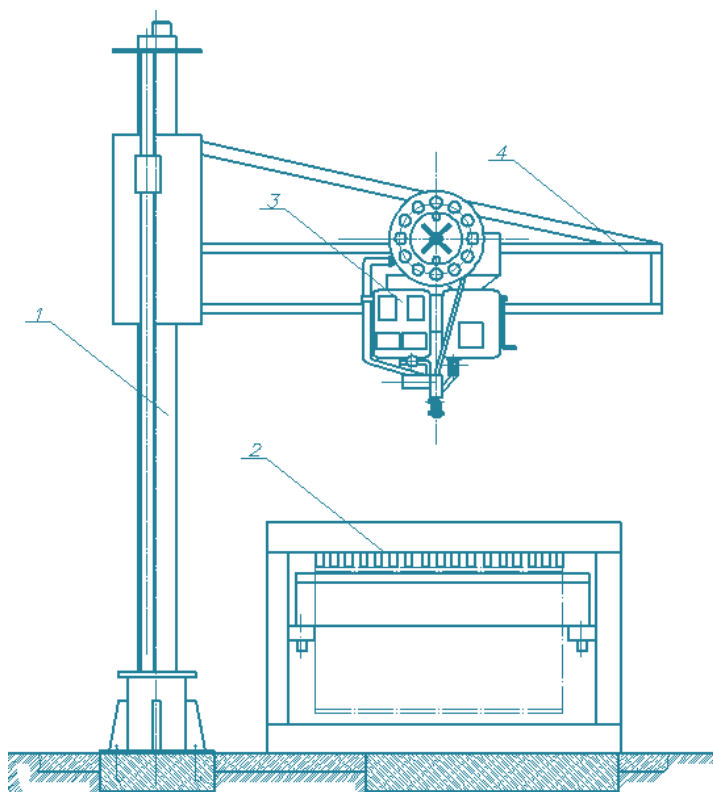
Рис. 2.15 – Диск штамповано – зварний

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір зварювальних пристосувань та опис їх роботи

З метою реалізації зварювальних операцій запропонованого технологічного процесу підібрано та розроблено установки для його реалізації. Розглянемо конструкції цих установок більш детально.

Установка для зварювання обичайки обода диска. Для зварювання обичайки обода застосовуємо установку (рис. 3.1), до складу якої входять зварювальна колона, на якій розміщений зварювальний автомат А-1406. Переміщення автомата здійснюється по направляючих консолях зварювальної колони. Колона призначена для автоматичного зварювання обичайок діаметром 300-2000 мм прямолінійними горизонтальними швами довжиною до 2000 мм. Колона складається із нерухомої основи, поворотної частини та підйомного механізму. У склад поворотної частини входить колона, каретка і консольна балка, на якій кріпиться зварювальна головка.



1 – зварювальна колона; 2 – затискний пристрій;

3 – зварювальна головка; 4 – консоль

Рис. 3.1– Установка для складання та зварювання обичайки

Для закріплення обичайки та зварювання повздовжнього шва обичайки диска використовуємо затискний пристрій (рис. 2.7). Він складається з рами 1, стояка 2, кронштейна 3, нижньої опорної балки 4, верхньої опорної балки 5, клавішного притискача з пневмо шланговим приводом 6, металевої підкладки 7, шкворнів 9.

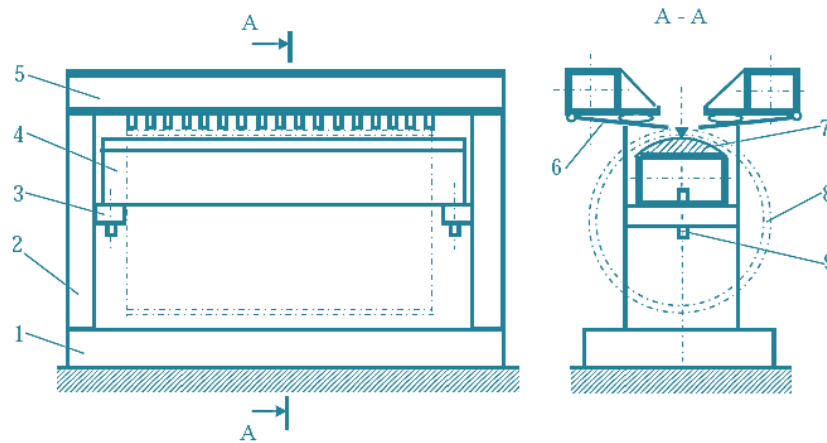


Рис. 3.2 – Затискний пристрій

Попередньо вальцьована обичайка вкладається на мідну підкладку, затискається клавішним притискачем з пневмо шланговим приводом. На рамі 1 установлені два стояки 2 з кронштейнами 3 та верхніми опорними балками 5 до яких прилаштовані клавішні притискачі 6. Нижня опорна балка 4 за допомогою шкворнів 9 прикріплена до кронштейнів 3. Перед зварюванням один із шкворнів 9 виймають, що дає можливість повернути нижню опорну балку 4 для встановлення обичайки 8 поздовжніми кромками на металеву підкладку 7, після чого балку з обичайкою повертають під верхні опорні балки 5 і закріплюють шворнем. Рівномірно розподілене навантаження від клавішних притискачів 6 забезпечує притиск зварюваних кромek обичайки 8 до металевої підкладки 7. Силовим приводом клавішних притискачів є пневмо шланги в яких утворюється тиск від мережі стисненого повітря.

При зварюванні виріб знерухомлений, а процес зварювання проходить за рахунок переміщення зварювального автомата по лінії шва. Допоміжні переміщення і коректуючі рухи здійснюються автоматом,.

Перед зварюванням шва обичайки обода, задають орієнтир автомату по центру стику. Далі перевіряють стан стику щодо кінця електродного дроту, витримавши відхилення електрода від центру стику по всій довжині не більше 1,0 мм. При відхиленнях, що виходять за межі допустимого, проводять регулювання коригуванням головки автомата.

Після зварювання формують обід диска та проводять запресування диска в обід згідно техпроцесу (пункт 2.4.). Після чого складене колесо подається в автоматичну установку, де проводять дугове зварювання в захисних газах двобічним кутовим швом.

Установка автоматичного зварювання колеса (рис. 3.3) [20]. Установка складається з таких основних вузлів і механізмів: приймальний транспортер 1 безперервної дії; механізм завантаження коліс 3; два механізми 2 орієнтації коліс; два чотиримісних поворотні столи 4 з несучими кронштейнами-кантувачами, два автомати 5 для зварювання внутрішніх швів, два автомати 7 для зварювання зовнішніх швів; пункти живлення зварювальних автоматів і апаратура керування.

В автоматичній установці технологічні операції відбуваються в такому порядку. Спочатку складене колесо (обід з запресованим в нього диском) переміщається з потокової лінії на приймальний транспортер 1 та подається до механізму завантаження 3. За допомогою механізму 3 колесо знімається з транспортера і завантажується на найближчий кронштейн поворотного столу — правого або лівого, в залежності від того, в якій, в правий або лівий потік прямує чергове колесо. В кожному поворотному столі 4 є чотири радіальних кронштейни для закріплення зварюваних коліс. На кінці кожного кронштейна столу є кріпильний фланець, на якому колесо закріплюється автоматично в чітко фіксованому відносно столу положенні. Орієнтація колеса відносно столу і зварювальних головок здійснюється автоматично за допомогою спеціальних механізмів 2. Для зварювання швів колеса кронштейни столу можуть здійснювати поворот, виконуючи функції кантувачів, за допомогою яких колеса в потрібні моменти кантуються на 180° . Після закріплення колеса на кронштейні, стіл повертається на 90° і при цьому колесо передається з позиції завантаження на

позицію зварювання. Після зварювання внутрішніх швів стіл обертається ще на 90° . При цьому колесо кантується на 180° і переміщується на позицію зварювання зовнішніх швів. Кожний із швів зварюється головками, які обертаються навколо вертикальної осі. Таким чином, колесо під час зварювання нерухоме, а круговий зварювальний рух електродів по шву здійснюється механізмом обертання головок.

Після зварювання зовнішніх швів стіл знову повертається на 90° і колесо надходить на позицію розвантаження IV, а далі на вихідний транспортер. Під час наступного повертання столу на 90° кронштейн, звільнений від колеса, кантується на 180° в початкове положення і повертається знову на позицію завантаження наступного колеса.

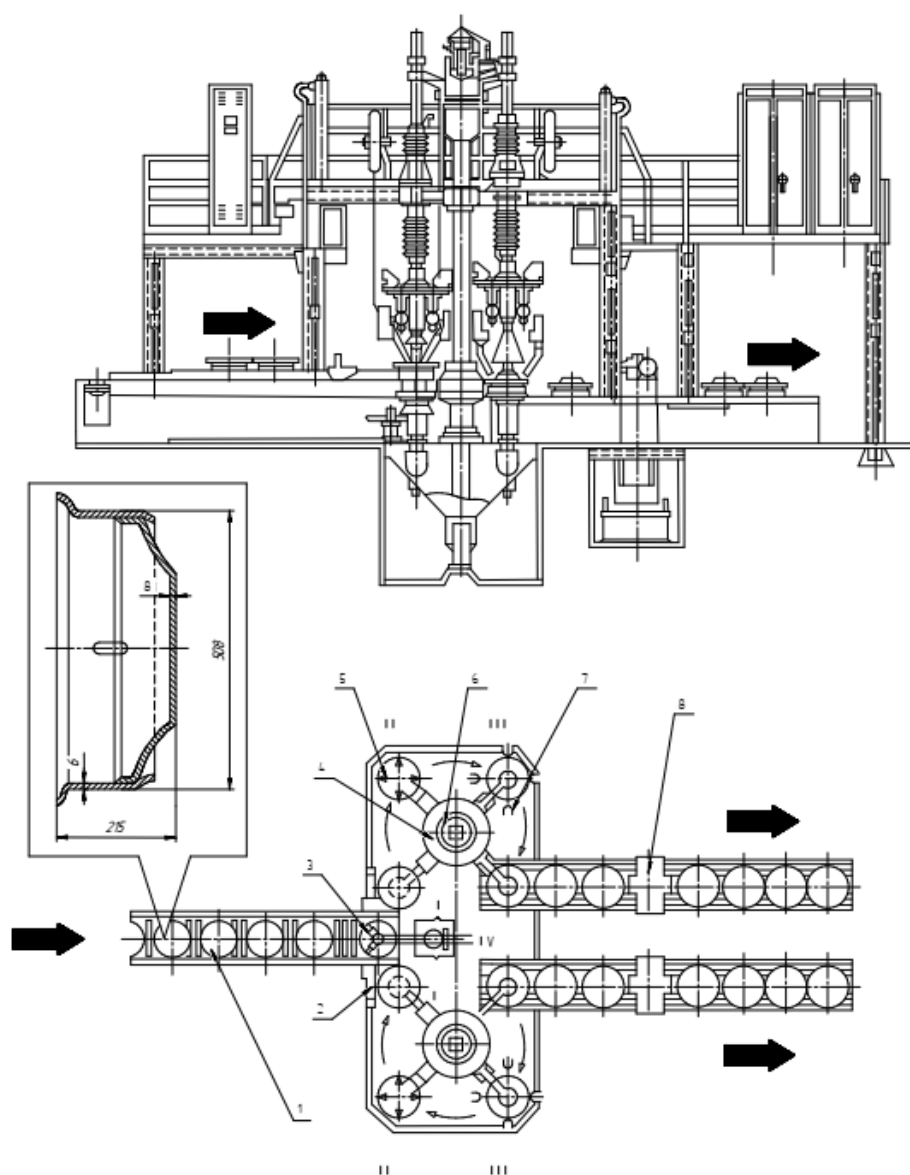


Рис. 3.3. Схема багатопозиційної установка автоматичного зварювання колеса

3.2 Розрахунок і проектування елементів пристосувань

З метою забезпечення паралельності розташування зварювальних кромок обичайки обода необхідно здійснювати вирівнювання торців. Для цього перед операцією складання усунення дефектів вальцювання, таких як недовальцювання, зсув кромок та торців, здійснюють їх підгинання за допомогою пневматичних притискачів. Щоб вибрати необхідний пневмоциліндр та зусилля на його штоці необхідно провести їх розрахунок. Розрахунок проводимо за схемою приведеною на рис. 3.4 згідно літератури [21].

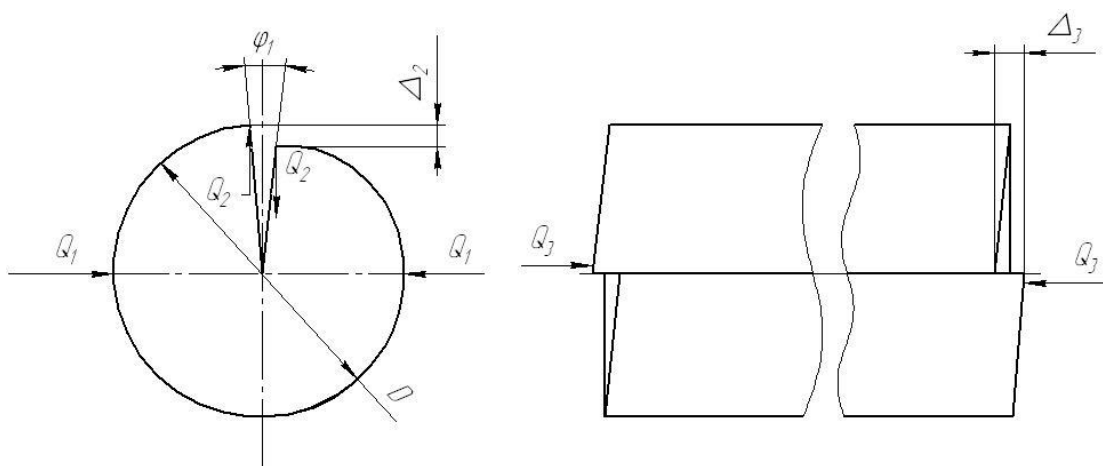


Рисунок 3.4 – Схема для розрахунку зусиль притискання

При вальцюванні обичайки допускаються наступні значення перерахованих вище дефектів: $\varphi_1 \leq 3^\circ$, $\Delta_2 \leq 4$ мм, $\Delta_3 \leq 3$ мм.

Визначаємо необхідне зусилля:

$$Q_1 = \frac{\varphi_1 E B \delta^3}{1080 D^2}, \quad (3.1)$$

де E – модуль пружності сталі, Н/мм², приймаємо $E = 2 \cdot 10^5$ Н/мм²;

δ – товщина стінки, $\delta = 3$ мм;

B – ширина обичайки диска, $B = 254$ мм;

D – діаметр обичайки, $D = 430$ мм.

$$Q_1 = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 254 \cdot 3^3}{1080 \cdot 430^2} = 21 \text{Н.}$$

Зусилля для сполучення кромки:

$$Q_2 = \frac{\Delta_2 E B \delta^3}{1,5 \pi D^3}; \quad (3.2)$$

$$Q_2 = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 254 \cdot 3^3}{1,5 \cdot 3,14 \cdot 430^3} = 15 \text{Н.}$$

Зусилля для сполучення торців:

$$Q_3 = \frac{0,35 \Delta_3 G B^3 \delta^3}{D^3 (B^2 + \delta^2)}, \quad (3.3)$$

де G – модуль зрушення; $G = 8 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2$.

$$Q_3 = \frac{0,35 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 254^3 \cdot 3^3}{430^3 (254^2 + 3^2)} = 5 \text{Н.}$$

Визначивши необхідні зусилля притискання, проведемо розрахунок циліндра, за схемою приведеною на рис. 3.5.

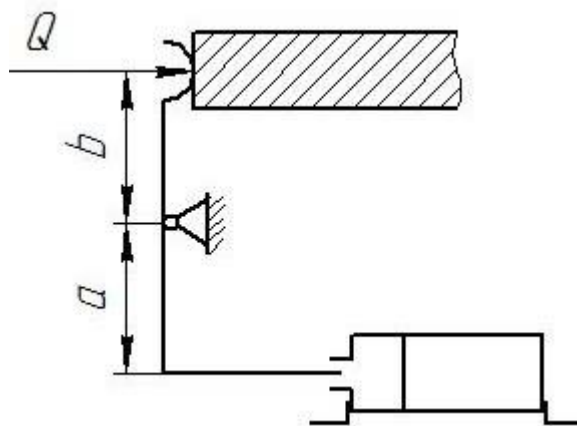


Рис. 3.5 – Розрахункова схема фіксації крайок

1) Для вирівнювання кромки.

Зусилля на штоку пневмоциліндра:

$$Q = Q_{\text{тр}} \cdot K; \quad (3.4)$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 1,5,$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу;

K_1 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні (для обробленої поверхні);

K_2 – коефіцієнт, що враховує сталість зусилля затискача.

$$Q_{\text{тр}} = m \cdot g \cdot f = 8 \cdot 9,81 \cdot 0,1 = 8 \text{ Н}; \quad (3.5)$$

$$Q = 8 \cdot 1,5 = 12 \text{ Н.}$$

Зусилля приводу P :

$$P = \frac{Q}{\frac{1}{b} \left(a - \frac{a+b}{b} \cdot f \cdot r \right)}, \quad (3.6)$$

де a, b – плечі важеля: $a = b = 137$ мм;

$f = 0,1$ – коефіцієнт тертя в осях шарнірів;

$r = 10$ мм – радіус осі шарніра.

$$P = \frac{12}{\frac{1}{13,7} \left(13,7 - \frac{13,7 + 13,7}{13,7} \cdot 0,1 \cdot 1 \right)} = 12,17 \text{ Н.}$$

Діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \rho \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 176,58}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,8}} = 21,13 \text{ мм}, \quad (3.7)$$

де $\rho = 0,63$ МПа – тиск стисненого повітря в пневматичній системі.

Приймаємо $D = 25$ мм.

Приймаємо пневмоциліндр 2111 – 50x200.

2) Для фіксації зазору між крайками.

Зусилля на штоку:

$$Q_{тр} = m \cdot g \cdot f = 12 \cdot 9,81 \cdot 1,5 = 176.58 \text{ Н};$$

$$Q = 176.58 \cdot 1,5 = 264.84 \text{ Н.}$$

Діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \rho \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 117.72}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,95}} = 15.8 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D = 25$ мм.

3) Для усунення недовальцювання кромки.

Зусилля на штоку:

$$Q_{тр} = m \cdot g \cdot f = 12 \cdot 9,81 \cdot 1 = 117.72 \text{ Н};$$

$$Q = 117.72 \cdot 1 = 117.72 \text{ Н.}$$

Визначаємо діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \rho \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 117.72}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,95}} = 16 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $D = 25$ мм.

Зі стандартного вибираємо циліндр на встановлених на стійках.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вимоги безпеки, що ставляться до виробничого процесу

Безпека виробничих процесів при виготовленні різноманітних колісних дисків є дуже багатогранної та охоплює багато напрямків. Розглянемо основні напрями які необхідно виконати.

Так як виробничі процеси, за останнє десятиріччя, піддалися значним змінам в напрямку автоматизації, то й вимоги до безпеки лежать в площині електробезпеки, безпеки станків з ЧПУ, безпеки автоматизованих ліній, безпеки при виконанні підготовчих робіт. Основні завдання безпеки виробництва вирішуються на стадії проектування виробничих ліній та цехів які виконують вузькоспеціалізовані операції спрямовані на максимальну автоматизацію виробничих процесів. На стадії проектування проектні організації згідно наданих технічних завдань на облаштування лінії по випуску дисків проектують сам завод підбираючи все, від поступлення сировини на склад до вивезення готової продукції з заводу. Всі ці процеси мають у собі певні фактори ризику що можуть призвести в силу збігу певних обставин до нещасного випадку.

Правила безпеки виробничих процесів нажалі написані кров'ю. Після того, як проєктанти провели розрахунки та склали перелік обладнання, фахівці, відповідальні за охорону праці прописують виробничі інструкції для поводження з даним типом обладнання. Складається тематичний план навчання для працівників, які будуть задіяні в роботі даного обладнання. Це відповідальна робота. Якість виконання такої роботи це збережене життя та здоров'я працівників. Кожна лінія опрацьовується поопераційно, потрібно прописати як саме повинен працювати кожен працівник при виконанні кожної операції. Правильність функціонування виробництва починається з відповідального прийняття на склад сировини. На етапі прийняття сировини та складуванні її на складі є ряд небезпек. Тут потрібно прописати вантажо-розвантажувальні роботи, небезпечні роботи по розвантаженню легкозаймистих речовин, прописати інструкції, провести

інструктажі, стежити за справністю обладнання, проводити обстеження стану цілісності стелажів та боксів для збереження. Служба охорони праці на підприємстві повинна розробити разом з спеціалістами відповідного напрямку інструкції по видах робіт, інструкції по робітничих професіях для працівників, що будуть залучатись до виконання робіт на даному етапі.

Отже, ми виконали всі вимоги по охороні праці, пожежній безпеці та убезпечили працівників по напрямку енергобезпеки. Тепер ми переходимо безпосередньо на виробництво. Тут є автоматизовані лінії, на яких відбувається підготовка деталей колісного диска згідно затвердженого технологічного процесу. Для забезпечення безпеки виробничого процесу службою охорони праці проведено детальний аналіз технологічних ліній та разом з проектним відділом визначили й згідно регламенту робіт що потребують виконання, з врахуванням нормо годин на виконання робіт, враховуючи чинне законодавство з праці визначили потребу в кількості працівників та їх професій.

Після проведеного аналізу технологічного процесу визначено фаховість працівників. Маючи в наявності вихідні дані, а саме кількість фахівців та їхній кваліфікаційний рівень служба охорони праці разом з головним інженером, відповідальним енергетиком виробництва, майстрами діляниць розробляють програму вступного інструктажу для працівників. Розробляють робітничі інструкції для професій. Розробляють інструкції з електробезпеки, розробляють інструкції для кожного приладу та ділянки роботи. Після розроблення інструкції переглядаються комісією з охорони праці та затверджуються відповідальною особою. При прийнятті на роботу працівник ознайомлюється з особливостями виробництва, одержують професійну підготовку, проходять стажування на робочому місці. Після проходження практики, здавання екзаменів працівники допускаються до самостійного виконання робіт по професії на ввірєній їм ділянці роботи. Працівники з складу інженерно-технічного персоналу після проходження професійного відбору та прийняття на роботу проходять вступний інструктаж, ознайомлюються з посадовою інструкцією та своїми підлеглими й керівниками. Підрядчики, що виконують монтаж технологічних ліній проводять фахові навчання

інженерно-технічному складу та дають допуск інженерно технічним працівникам та робітникам для роботи на лінії випуску автомобільних дисків.

Ці етапи є надзвичайно важливими для забезпечення безпеки виробничих процесів. Виконавши всі ці етапи правильно, у відповідності до вимог правил пожежної безпеки, Закону України про охорону праці, Кодексу законів про працю, Кодексу цивільного захисту України, Правил улаштування електроустановок, Враховуючи вимоги законодавства України щодо екології

Ми одержимо безпечне сучасне виробництво, яке надасть його власникам прекрасний бізнес, а головним в цьому буде правильно побудований технологічний процес з врахуванням сучасних вимог безпеки та чинного законодавства. Таке підприємство потребує лише своєчасного підтримування належного рівня обслуговування технологічного обладнання та колективу фахівців, що щоденно проводять моніторинг ринку на предмет оновлень виробничо-технологічних процесів та зміни вимог охорони праці та безпеки ведення обслуговування існуючих машин та механізмів, своєчасне проведення профілактичного ремонту, а при потребі й капітального ремонту або заміни технологічного обладнання чи інших механізмів термін експлуатації яких закінчився або є вельми ризикованим.

Необхідно постійно моніторити ринок на предмет покращення умов праці зварників, що виконують роботу, яка є небезпечною для здоров'я. Електротехнічний персонал постійно має стежити за справністю електроустановок. Згідно регламентів організовувати та проводити заміри опору заземлення. Перевіряти стан захисту зварювального обладнання.

Служба охорони праці повинна проводити заходи для забезпечення покращення умов праці на виробництві. Моніторити новітні технології в плані димовидалення та вентиляції, засоби захисту (маски зварників, краги, допоміжний інструмент, повірка обладнання.) При злагодженій роботі всього колективу, правильному керуванні, розтановці пріоритетів та прикладенні зусиль таке виробництво запрограмоване на успіх. Адже тут працівники чітко ознайомлені з обе'мом роботи та вмотивовані виконати роботу якнайкраще. Інженерно технічні працівники постійно вдосконалюються, люди ростуть професійно, діляться

знаннями, кадровий потенціал такого малого виробництва має потужний розвиток. Це горнило фахових кадрів яке викує надійну інженерну еліту практиків. Так будуються міцні держави. Все починається просто з правильного завезення потрібної сировини і далі фахова ідея перетворює 8 кг металу в чудовий високотехнологічний продукт – автомобільний диск. Адаже від якості дисків залежить багато життів щоденно.

4.2 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом.

Перша медична допомога — це комплекс заходів, спрямованих на відновлення або збереження здоров'я потерпілих, здійснюваних немедичними працівниками (взаємодопомога) або самим постраждалим (самодопомога). Найважливіше положення надання першої допомоги — її терміновість. Чим швидше вона надана, тим більше сподівань на сприятливий наслідок. [19]

При нещасних випадках дуже важливо до приїзду лікаря своєчасно надати першу долікарську допомогу потерпілому.

Схема послідовності дій при наданні першої долікарської допомоги:

1. Вивести потерпілого з оточення, де стався нещасний випадок.
2. Вибрати потерпілому найбільш зручне положення, що забезпечує спокій.
3. Визначити вид травми (перелом, поранення, опік тощо).
4. Визначити загальний стан потерпілого, встановити, чи не порушені функції життєво важливих органів.
5. Розпочати проведення необхідних заходів:
 - зупинити кровотечу;
 - зафіксувати місце перелому;
 - вжити реанімаційних заходів (оживлення): штучне дихання, зовнішній масаж серця;
 - обробити ушкоджені частини тіла.

6. Одночасно з наданням першої долікарської допомоги необхідно викликати швидку допомогу або підготувати транспорт для відправки потерпілого до найближчої медичної установи.

7. Повідомити адміністрацію про те, що трапилось.

Важливо знати обставини, при яких сталася травма, умови, які спонукали до її виникнення, та час, годину і навіть хвилину, особливо коли потерпілий втратив свідомість.

На виробництвах автомобільних дисків найчастіше можна стикнутися з наступними травмами: ураження електричним струмом отруєння речовинами або газом та переломи або вивихи.

Ураження електричним струмом:



Рис. 4.1 ураження струмом[19]

Головне при наданні першої допомоги – як найшвидше звільнити потерпілого від дії струму.[19]

Для звільнення потерпілого необхідно:

- вимкнути рубильник або викрутити запобіжник;
- вимкнути струмоведучі, мережу живлення;
- сухою палкою відкинути від потерпілого провід, який знаходиться під напругою, відтягнути потерпілого від електричних проводів, від струмопровідних частин

установки. При напрузі в установках до 1000 В можна взятися за сухий одяг потерпілого, не торкаючись відкритих частин тіла. Слід користуватися гумовими рукавичками або намотати на руку шарф, прогумований плащ і т.п. Рекомендується стати на ізолюваний предмет (на суху дошку, на згорток сухого одягу).

У випадку судорожного обхвату потерпілим електричного проводу, який знаходиться під напругою, розгорнути руки потерпілому, відриваючи його від проводу послідовним відгинанням окремих пальців. При цьому працівник, який надає допомогу, повинен бути у діелектричних рукавицях і знаходитись на ізолюваній від землі основі.[19]

При напрузі в електричних установках понад 1000 В рятівник повинен одягти діелектричні боти, рукавиці і діяти діелектричною штангою.

Якщо потерпілий при свідомості, його кладуть у зручне положення, накривають теплим покривалом і залишають у стані спокою до прибуття лікаря. Якщо після звільнення потерпілого від дії струму він не дихає, то потрібно негайно приступити до штучного дихання і непрямого (зовнішнього) масажу серця. [19] Найбільш ефективним методом штучного дихання є "рот в рот" або "рот у ніс". Робиться це таким чином: стають з лівого боку від потерпілого, підкладають під його потилицю ліву руку, а правою тиснуть на його лоб. Це забезпечить вільну прохідність гортані. Під лопатки потерпілому кладуть валик із скрученого одягу, а рот витирають від слизу. Зробивши 2-3 глибоких вдихи, особа, яка надає допомогу, вдуває через марлю хустку повітря із свого рота в рот або ніс потерпілого. При вдуванні повітря через рот особа, що надає допомогу, закриває пальцями ніс потерпілого, при вдуванні через ніс потерпілому закривають рот.

Після закінчення вдування повітря в рот чи ніс потерпілого звільняють, щоб дати можливість вільному видиху. Частота вдування повітря потерпілому повинна бути 12-13 разів за хвилину.

При відсутності у потерпілого дихання і пульсу йому потрібно разом зі штучним диханням робити масаж серця. Робиться це так: потерпілого кладуть на спину на підлозі, звільняють грудну клітку від одягу, який стискає потерпілого. Особа, що надає допомогу, знаходиться з лівого боку від потерпілого, долонями

двох рук натискує на нижню частину грудної клітки потерпілого з силою, щоб змістити її на 3-4 см. Після кожного натискування потрібно швидко забирати руки з грудної клітки, щоб мати можливість їй випростатись. У такій ситуації операції чергуються. Після 2-3 вдукань повітря роблять 4-6 натискань на грудну клітку. Для перевірки появи пульсу масаж припинають на 2-3 сек. Перші ознаки того, що потерпілий приходить до свідомості, - поява самостійного дихання, зменшення синюватості шкіри та поява пульсу.

Переломи, вивихи, удари:

При переломах, вивихах необхідно надати потерпілому зручне положення, яке виключає рухи пошкодженої частини тіла. Це досягається шляхом накладання шини, а при її відсутності можна використати палки, дошки, фанеру і т.п. Шина повинна бути накладена так, щоб були надійно іммобілізовані два сусідні з місцем ушкодження суглоби (вище і нижче), а якщо перелом плеча чи стегна, - то три суглоби. Накладають шину поверх одягу або кладуть під неї що-небудь м'яке - вату, шарф, рушник. Шина повинна бути накладена так, щоб центр її знаходився на рівні перелому, а кінці накладалися на сусідні суглоби по обидва боки перелому. Фіксація відкритого перелому вимагає дотримання додаткових умов. З метою попередження забруднення рани, необхідно змастити поверхню шкіри навколо рани настойкою йоду, попередньо зупинивши кровотечу, і накласти стерильну пов'язку.

Особливо небезпечні травми хребта. У таких випадках необхідно обережно, не піднімаючи потерпілого, підсунути йому під спину дошку, щит, двері тощо.

При переломі ребер необхідно міцно забинтувати груди або стягнути їх рушником під час видиху.

При ушкодженні тазу необхідно обережно стягнути його широким рушником, покласти на тверді ноші, а під зігнуті і розведені колінні суглоби підкласти валик.

При переломах і вивихах ключиці у підм'язову западину кладуть вату або інший матеріал, згинають руку в лікті під прямим кутом і прибинтовують її до тулуба. Рука нижче ліктя повинна перебувати в косинці, яку підв'язують до шиї.

При переломах та вивихах зап'ястка та пальців рук роблять таким чином: кисть руки з вкладеним у долоню жмутом вати, бинта (пальці зігнуті) прикладають

до шини, яка повинна починатися біля середини передпліччя і закінчуватися біля кінця пальців, і перебинтовуюють. При ударах - забезпечити потерпілому повний спокій, накласти на місце удару холодний компрес. При ударах із синцями не слід класти примочки, місце удару змастити настоякою йоду і накласти пов'язку.

Отруєння:

Причиною отруєння є проникнення в організм людини різних токсичних речовин. Захворювання починається через 2-3 години, інколи через 20-26 годин.

Причиною отруєння оксидом вуглецю є вдихання чадного газу, продуктів горіння, диму. Потерпілому необхідно забезпечити приплив свіжого повітря. Якщо є можливість - дати подихати киснем. Звільнити його від одягу, який утруднює дихання, дати понюхати нашатирний спирт. На голову і груди потерпілого покласти холодний компрес. У разі припинення дихання необхідно робити штучне дихання.

При отруєнні кислотою, якщо нема симптомів, що свідчать про прорив стравоходів або шлунку, потерпілого слід напоїти розчином питної соди, водою.

При отруєнні лугом потерпілого поють оцтовою водою, лимонним соком. При наявності підозри на прорив (нестерпний біль за грудною кліткою або в ділянці шлунку) потерпілому не слід нічого давати пити, а негайно транспортувати у лікувальний заклад.

Щоб запобігти зупинці дихання і кровообігу, необхідне постійне спостереження за потерпілим.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено розроблення технологічного процесу виготовлення автомобільного штамповано-зварного сталюого диска, який базується на комплексному підході до проектування і реалізації операцій запропонованого технологічного процесу.

Після проведення аналізу вимог до диска і вивчення технічних аспектів його виготовлення, були визначені найбільш підходящі параметри та умови окремих операцій. Враховуючи складально-зварювальні процеси, що гарантують високу якість зварних з'єднань і конструкції в цілому, була розроблена технологічна процедура, основою якої є застосування автоматизованого процесу зварювання з використанням спеціалізованої зварювальної установки А1406.

Для забезпечення необхідних властивостей зварного з'єднання був проведений розрахунок параметрів режиму зварювання та вибір найбільш ефективного устаткування, що дозволяє знизити ймовірність появи дефектів швів та конструкції в цілому.

Були запропоновані конструкції складально-зварювального пристосування з використанням пневмопритисків, які забезпечують достатнє складальне зусилля та швидке закріплення і вивільнення вузлів.

Запропонований технологічний процес дозволить досягти оптимального рівня якості виконання робіт і зменшити кількість необхідного обладнання. Ці нововведення дозволяють контролювати та регулювати параметри технологічного процесу в якісніший і швидший спосіб, що призводить до зниження собівартості продукції та збільшення прибутку.

Також був проведений аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів, які впливають на здоров'я працівників у проектованому цеху, що можуть виникнути під час роботи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=82
2. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с
3. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій. Підручник, (2021). Биковський О. Г.
4. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов. - М.: Машиностроение, 1974 – 768 с
5. Квасницький В.В. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів при зварюванні. Навчальний посібник. - Миколаїв. УДМТУ, 2002. - 181с
6. <https://kzes.com/catalog/electric-welding-equipment/machines-for-arc-welding-and-facing/a-1406/>
7. <https://kzes.com/catalog/electric-welding-equipment/rectifiers/vdu-506k/>
8. Карпаш М.О. Методи контролю стану робочих поверхонь: конспект лекцій / М.О. Карпаш, А.В. Яворський. – Івано-Франківськ: Факел, 2007. – 228 с.
9. <https://svartech.com.ua/ua/p1116608975-drobestrujnaya-ustanovka-prohodnogo.html>
10. <https://prom.ua/ua/p1392093562-povorotnye-nozhnitsy-chpu.html>
11. <https://svartech.com.ua/ua/p1156748472-kompleks-lazernogo-raskroya.html>
12. https://xn--80addceesnihi0axzh6mb.com.ua/ua/products/pnevmo_products/20/243/
13. Биковский О.Г. Довідник зварника [Текст]: довідник / О.Г. Биковський, І.В. Піньковський. - К.: Техніка, 2002. – 336 с
14. https://www.svpu-profi.lg.ua/pdf/library/gumenuk_oblad_ta_tehnolog.pdf
15. <https://www.nairaland.com/1583691/automotive-wheel-rim-production-line>
16. <https://www.vssn.com.ua/engineering>
17. http://www.wheels.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=30&lang=uk
18. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.

19. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Під ред. Я.Г. Бедрія. – Львів.:1997. – 275с
20. Кривов Г.О Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896с.
21. Карпенко А. С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. посібник. - К.: Арістей, 2005. - 268 с. 4.
22. <https://dsp.gov.ua/iak-dopomohty-poterpilomu-pid-chas-urazh/>
23. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції. Підручник. -2-ге вид., ипр. і доп - Львів: Світ, 2002.-- 312 с.