

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект дільниці ремонтного цеху для технологічного процесу
виготовлення рами самоскидного тривісного напівпричепа з дослідженням
напружено-деформівного стану

Виконав: студент 6 курсу, групи МАм
спеціальності 274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Стаськів К.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Міронов Д.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Левкович М.Г.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Дубиняк Т.С.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

студенту Стаськіву Костянтину Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для технологічного процесу виготовлення рами самоскидного тривісного напівпричепа з дослідженням напружено-деформівного стану

Керівник роботи Міронов Дмитро Вікторович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 20 » 11 2023 року № 4/7-1071

2. Термін подання студентом завершеної роботи 26 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи _____

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

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідницький. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

Функціонал рам тривісних самоскидних напівпричепів – 1А1

Процес та технології виготовлення двотаврових балок – 2А1

Устаткування для складання та правлення двотаврового лонжерона – 2А1

Графічне представлення проекту ремонтного цеху – 1А1

Результати наукових досліджень – 2А1

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------------------------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Ткаченко І.Г., к.т.н., доц. | | |
| Безпека в надзвичайних ситуаціях | Клепчик В.М., ст.. викладач | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 20.11.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|--------------------------------|----------|
| 1 | Загально-технічний розділ | 25.11.2023 | |
| 2 | Технологічний розділ | 30.11.2023 | |
| 3 | Конструкторський | 05.11.2023 | |
| 4 | Науково-дослідний | 15.12.2023 | |
| 5 | Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 20.12.2023 | |
| 6 | Оформлення графічної частини | 25.12.2023 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент

_____ (підпис)

Стаськів К.Ю.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Міронов Д.В.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему: "Проект ділянки ремонтного цеху для технологічного процесу виготовлення рами самоскидного тривісного напівпричепа з дослідженням напружено-деформівного стану" складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 64 аркуші формату А4 і графічної частини об'ємом 8 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із таких розділів: загально-технічний, технологічний, конструкторський, науково-дослідний, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Для висвітлення питань, які розглядаються у кваліфікаційній роботі, розрахунково-пояснювальна записка містить 30 рисунків, 4 таблиці, 1 додаток, 12 першоджерел.

В роботі проведено огляд рам самоскидного тривісного напівпричепа. На основі результатів досліджень визначено необхідні технологічні завдання для підвищення стійкості та міцності рамних конструкцій.

В проекті запропоновано необхідні параметри технологічних процесів виготовлення рам, із використанням нового та удосконаленого існуючого обладнання, що значно покращить якість конструкції та підвищить ефективність виробництва.

За допомогою програмного забезпечення 3DКОМПАС проведено дослідження з моделюванням напружено-деформівного стану із визначенням області максимальних напруженьв рамі та, на основі проведених розрахунків, встановлено статичні коефіцієнти запасу міцності за напруженнями.

За наведеним необхідним обладнанням для виготовлення рами напівпричепа, включаючи весь технологічний процес та дотримуючись усіх стандартів з охорони праці складено проект ділянки ремонтного цеху.

Ключові слова: рама півпричепа, самоскид, ділянка, напружено-деформівний стан, технологічний процес.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 7 |
| 1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ..... | 8 |
| 1.1. Огляд будови напівпричіпа та його функціональні характеристики..... | 8 |
| 1.2. Технологічний процес виготовлення рамних конструкцій..... | 11 |
| 1.3. Технічні критерії до виготовлення зварної конструкції..... | 14 |
| 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ..... | 17 |
| 2.1. Вибір методики зварювання для металевої конструкції рами самоскидного напівпричепа | 17 |
| 2.2. Визначення послідовності технологічних заходів виготовлення двотаврової балки | 23 |
| 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ..... | 28 |
| 3.1. Аналіз міцності зварних конструкцій | 28 |
| 3.2. Огляд конструкційних схем устаткування..... | 28 |
| 3.2.1. Устаткування для формування та складання лонжеронів із двотаврами..... | 28 |
| 3.2.2. Кільцевий зварювальний кантувач: принцип роботи та визначення силових факторів..... | 30 |
| 3.2.3 Технологічний процес монтажу рами..... | 31 |
| 3.3. Технологічний процес очищення зварних металоконструкцій..... | 32 |
| 3.4. Планування ділянки ремонтного цеху для виготовлення рамних конструкцій..... | 34 |
| 4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ..... | 39 |
| 4.1. Розробка моделі напружень і деформацій у рамі трьохвісного напівпричепа..... | 39 |

| | |
|---|----|
| 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 47 |
| 5.1. Основні завдання системи управління охороною праці (СУОП) на рівні організації. Оцінка характеру можливих ризиків та шкідливих чинників в ремонтному цеху..... | 47 |
| 5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях..... | 51 |
| ВИСНОВКИ..... | 56 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... | 57 |
| ДОДАТКИ | |

ВСТУП

У світі постійних технологічних змін і вдосконалень, погляд у майбутнє для розвитку сучасної промисловості набуває особливого значення. Створення та оптимізація дільниці ремонтного цеху для виготовлення рами самоскидного тривісного напівпричепа відіграють ключову роль у забезпеченні якості, надійності та ефективності виробничого процесу. Поглиблене дослідження напружено-деформівного стану створює можливості для вдосконалення технологій та забезпечує оптимальну ергономіку виробничого середовища.

Вивчення напружено-деформівного стану дозволяє передбачати, як матеріали реагують на різні види навантажень: розтягнення, стискання, згин, обертання тощо. Це важливо для розробки машин, конструкцій, транспортних засобів і будь-яких інших систем, що піддаються дії сил.

Це поле знань використовується для прогнозування, як матеріали поведуться в різних умовах навантаження, що допомагає інженерам та конструкторам розробляти більш міцні та ефективні конструкції.

Технологічний процес виготовлення рами для самоскидного тривісного напівпричепа може включати декілька етапів. Кожен етап виготовлення рами вимагає уважності та точності, оскільки правильна конструкція є критично важливою для безпеки та функціональності самоскидного напівпричепа.

Так, створення самоскидного тривісного напівпричепа має перспективи і вже є популярним напрямком в автомобільній промисловості. Цей тип напівпричепів використовується в різних галузях, таких як будівництво, гірництво, сільське господарство та вантажні перевезення.

Розвиток цього типу напівпричепів може включати вдосконалення технологій виготовлення, оптимізацію конструкцій для підвищення міцності та ефективності, а також використання більш екологічних та енергоефективних рішень.

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Огляд будови напівпричіпа та його функціональні характеристики

Самоскидні тривісні напівпричепи мають кілька переваг, зокрема:

- велику вантажопідйомність. Такі транспортні засоби здатні перевозити великі об'єми вантажу або важкі матеріали завдяки своїм конструкційним особливостям та надійним системам підйому;

- ефективність у використанні. Вони дозволяють швидко завантажувати та розвантажувати вантаж завдяки механізованій системі самозавантаження;

- універсальність в застосуванні. Застосовуються у різних сферах діяльності, що робить їх більш високопопулярними серед різних галузей промисловості.

Тривісний самоскидний напівпричіп (рис. 1.1) використовується як автопоїзд з сідельним тягачем для постачань будь-яких вантажів та сировини.

Рамна конструкція є основним несучим елементом будь-яких причепів та напівпричепів тягачів, яка здатна сприймати та розподіляти навантаження на осі шасі.



Рис. 1.1 – Загальний вигляд тривісного самоскидного напівпричіпа



Рис. 1.2 – Загальний вигляд рами тривісного самоскидного напівпричіпа

Звичайно, напівпричіп — це частина вантажного автомобіля, яка має власний набір функцій і характеристик.

Будова напівпричіпа – це складна конструкція, що включає в себе лонжерони, раму, колеса, осі, підвіску та з'єднувальний механізм з тягачем.

Самоскидний тривісний напівпричіп забезпечує перевезення вантажів із автоматичним викидом або розвантаженням. Ось деякі характеристики цього типу напівпричіпа:

- будова: кузов зазвичай виготовлений з металу, алюмінію або сталі;
- гідравліка: оснащений гідравлічною системою, яка керує вивантаженням вантажу;
- колеса: мають три вісі для забезпечення оптимального розподілу ваги та стабільності.

Функціональні характеристики такого напівпричіпа описані нижче.

- Вантажопідйомність: залежить від конструкції, але зазвичай ці напівпричіпи здатні перевозити великі об'єми вантажу.

- Гідравлічна система: контролює процес вивантаження здобутого вантажу шляхом підйому кузова та викиду його в потрібне місце.

- Застосування: цей тип напівпричіпа широко використовується в будівельній та гірничодобувній промисловості для перевезення матеріалів, таких як пісок, гравій, вугілля, будівельні матеріали та інше.

- Стабільність та безпека: вага рівномірно розподіляється на три вісі, що забезпечує стабільність та мінімальний тиск на дорогу.

Гідравлічна система дозволяє безпечно вивантажувати вантаж без значних труднощів.

Рамну конструкцію виготовляють із конструкційної, мало вуглецевої сталі марки ВСтЗсп, оскільки вона знає значних статичних і динамічних навантажень. Хімічний склад та механічні властивості сталі ВСтЗсп зведено в додатку.

З поглибленням досліджень у сфері матеріалознавства, механіки можна очікувати подальший розвиток цих транспортних засобів з метою покращення їх характеристик та властивостей.

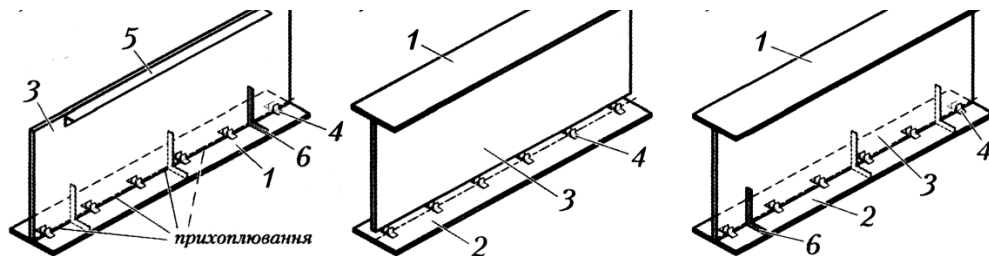
1.2. Технологічний процес виготовлення рамних конструкцій

Рама – це основний несучий елемент вантажного автомобіля, на яку встановлюється і закріплюється двигун, шасі, кабіна та кузов автомобіля. На раму припадає навантаження відповідно маси автомобіля, а також додатковенавантаження під час руху транспорту.

Зв'язки та структура рам вантажних автомобілів, причепів та напівпричепів складаються з поздовжніх балок (лонжеронів) та поперечних елементів. Процеси виробництва таких конструкцій включають у себе етапи виготовлення балок та їхнє остаточне з'єднання у міцну рамну структуру.

Оскільки розглядається аналогічна конструкція напівпричіпа, що складається з двотаврових зварних лонжеронів, розглянемо всі етапи технологічного процесу їхнього виготовлення.

Збирання зварних двотаврів на стелажах відбувається за таким порядком (див. рис. 1.3): спочатку стелажі позначаються, наносячи дві лінії на поверхнях, які будуть з'єднані.

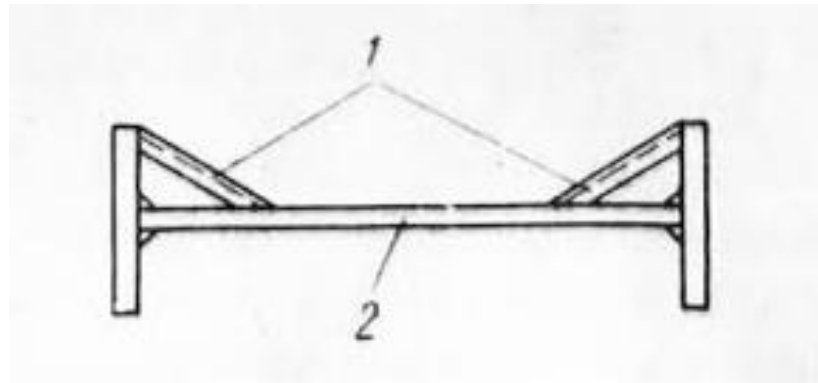


1, 2 – полиці верхня і нижня; 3 – стінка, 4 – кутики;
5 – елемент жорсткості; 6 – прямокутник

Рис. 1.3 – Процес збирання двотавра за позначеннями на стелажах

По всій довжині стелажів парно розміщують кілька кутиків вздовж позначених ліній, які зафіксовані прихопленням до стелажів. Тимчасові підсилювальні елементи також закріплюються паралельно до стінки, щоб

забезпечити необхідну жорсткість верхньої частини під час збирання. Далі розпочинається збирання двотавра, де стінка з підсилювальними елементами розміщується між парними кутиками верхньої частини стелажа. Тоді проводиться прихоплювання та встановлення косинок (див. рис.1.4). Наступним кроком є зняття підсилювальних елементів зі стінки.



1 – розпірка; 2 – стінка

Рис. 1.4 – Розстановка тимчасових опорних структур

Аналогічні монтажні операції, що застосовувалися при створенні попередньої таври, повторюються. Після застосування всіх необхідних кріплень видаляються металеві деталі або конструкційні елементи, які використовуються для підсилення або додаткової підтримки у певних місцях або частинах конструкції.

Якщо потрібно встановити ребра жорсткості в двотавровій балці, вони також складаються та фіксуються відповідно до позначень (див. рис. 1.5).

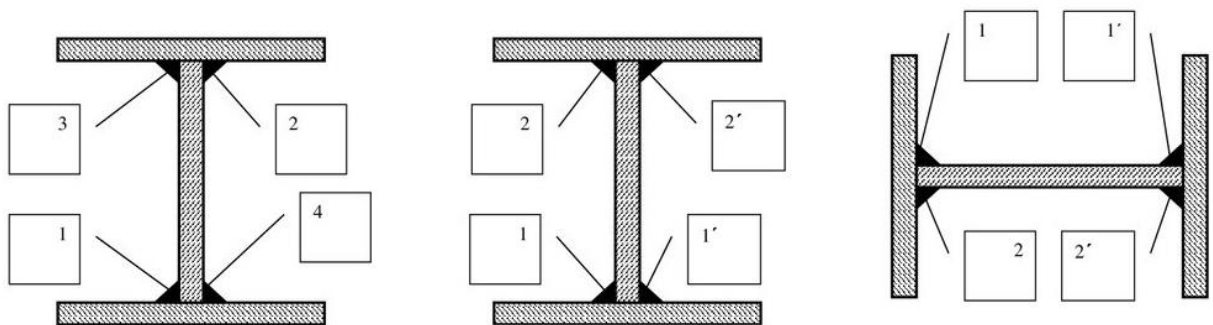


Рис. 1.5 – Загальна технологія виготовлення двотаврових балок

Перед зварюванням швів, що утворюють балку та швів ребер жорсткості, виконується попередня обрізка кутів ребер. Ребра жорсткості зазвичай монтуються та закріплюються після того, як були здійснені зварювальні роботи по поясних швах (див. рис. 1.6).

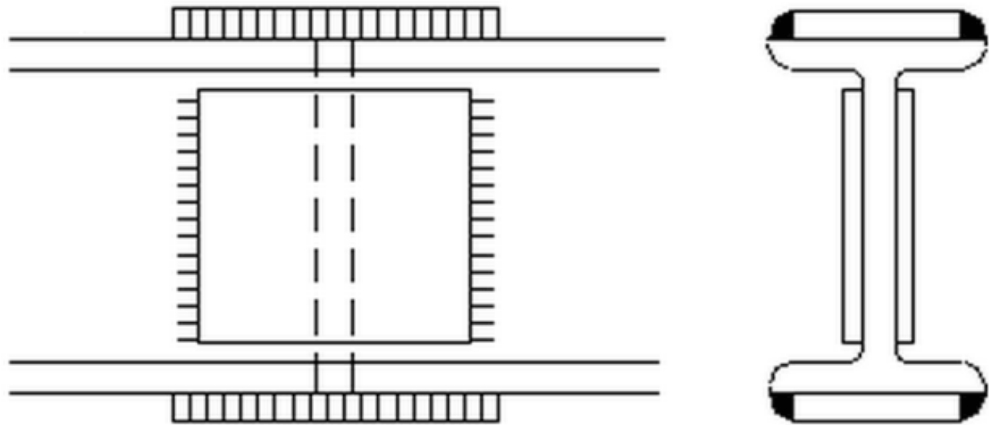


Рис. 1.6 – З'єднання і монтаж двотавра

Спеціальні агрегати для складання, які включають фіксовані стенди та мобільні складальні портали з пневматичними утримувачами, часто застосовуються в серійному виробництві балкових конструкцій. Складання відбувається шляхом розміщення стінки балки на опорних елементах, а полиці - на гвинтах на певній висоті. Портал переміщується вздовж балки, зупиняючись для фіксації в необхідних місцях, після чого готова балка переноситься на зварювання.

Зварювання двотаврових балок вимагає стримування деформацій, що не впливають на форму. Цей процес, автоматизований під шаром флюсу або у захисних газах, залежить від товщини матеріалу.

Після виготовлення головних балок рами вони складаються разом з поперечними балками у спеціальних пристроях для точності розмірів, а зварювання рами проводиться напівавтоматично у захисному газовому середовищі.

Головними недоліками цих процесів є обмежена механізація та автоматизація під час складання, а також значні деформації після зварювання, що вимагає додаткових технічних втручань. Це пов'язано з неправильно підібраними параметрами зварювання та транспортування балок до місця зварювання.

1.3. Технічні критерії до виготовлення зварної конструкції

Основні технічні критерії для створення зварних конструкцій такі:

- всі матеріали та напівфабрикати мають бути сертифіковані, з відповідними сертифікатами якості або документацією від виробника, щоб гарантувати їх відповідність стандартам;
- перевірка зварювальних матеріалів на чистоту та їх правильне зберігання, щоб запобігти їх забрудненню або окисленню;
- дотримання точних геометричних параметрів, чистоти та форми поверхонь при проектуванні та виготовленні;
- уважна підготовка та організація зварювальних з'єднань, включаючи правильну обробку кромки та припуски на розміри;
- забезпечення, щоб властивості зварних з'єднань відповідали властивостям основного матеріалу, з встановленням мінімальних механічних характеристик;
- виконання складання та зварювання у спеціальних установках для забезпечення точності габаритів і мінімізації деформацій;
- строгий контроль якості зварювальних робіт, використовуючи відповідні методи для уникнення дефектів;
- відповідне прихоплення елементів конструкції згідно з технологічними вимогами та послідовністю з'єднання;
- перед зварюванням необхідно ретельно очищати основний метал від іржі, мастила та інших забруднень для забезпечення високої якості зварних з'єднань.

Забезпечення високої якості зварювальних виробів вимагає ретельного планування та виробництва, з особливою увагою до дотримання точних геометричних розмірів, відповідності форми та чистоти поверхонь. Цей процес включає аналіз специфікацій виробництва, точне виконання зварних з'єднань, з урахуванням ретельної підготовки кромки та встановлення строгих допусків на розміри. Також критично важливим є використання передових технологій, які допомагають знизити ризик виникнення напружень та деформацій у кінцевому продукті. У цьому контексті, також важливо підкреслити необхідність постійного контролю якості та дотримання встановлених стандартів безпеки протягом усього процесу зварювання.

Зварні стики мають бути конструктивно пристосовані для використання нагрівальних пристроїв, що дозволяють локальне підігрівання, а також мають надавати можливість для ефективного контролю якості за допомогою відповідних тестувальних методів і бути доступними для ремонтних робіт. Важливо, щоб характеристики цих зварних з'єднань відповідали якостям основного металу, включаючи такі важливі аспекти, як міцність, ударна в'язкість та пластичність, і мали встановлені мінімальні стандарти механічних властивостей.

Процес складання та зварювання компонентів вимагає виконання в спеціально обладнаних місцях або за допомогою пристроїв, що забезпечують точність розмірів і враховують можливі зміни форми внаслідок теплової обробки під час зварювання.

Також критично важливою є послідовність прихоплення елементів конструкції, яка має відповідати вимогам технологічного процесу.

Особливу увагу слід приділити чистоті основного металу в зонах зварювання. Ефективне видалення іржі, мастила та інших забруднень є невід'ємною частиною процесу, що забезпечує високу якість кінцевих зварних з'єднань.

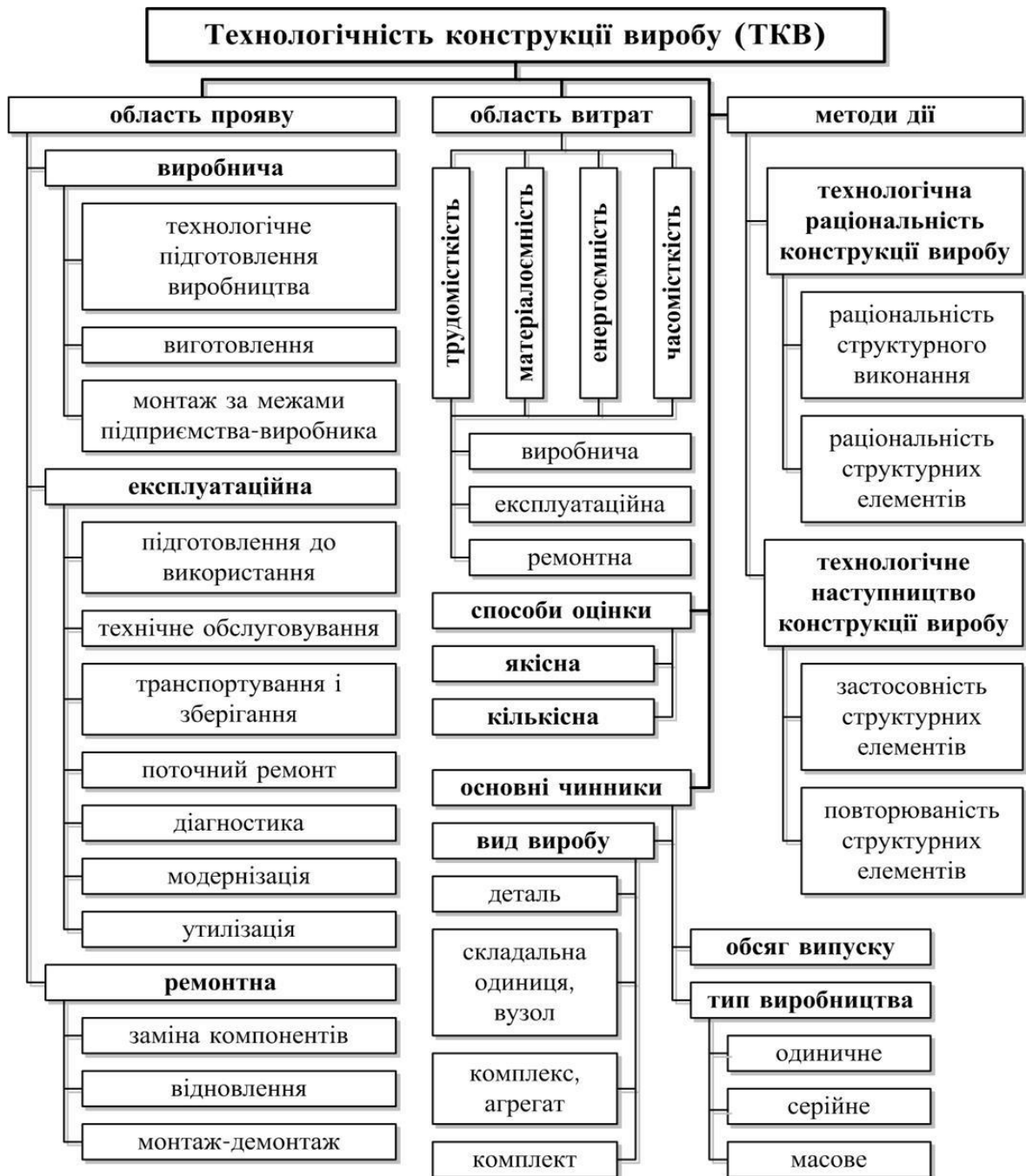


Рис. 1.7 – Структура побудови технологічних процесів виробу конструкції

Якість зварних виробів гарантується за допомогою технологічного проектування конструкції, дотримання режимів зварювання, точного складання, використання якісних матеріалів, контролю якості за допомогою відповідних методів, відсутності дефектів у зварних з'єднаннях.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Вибір методики зварювання для металеві конструкції рами самоскидного напівпричепа

Технологічний процес виготовлення рами для самоскидного тривісного напівпричепа може включати декілька етапів:

- підготовка матеріалу: відбирають та підготовлюють матеріал для рами (зазвичай це сталь чи сплави). Матеріал може пройти попередню обробку, таку як різання, формування або підгонка розмірів до необхідних специфікацій;

- згинання та зварювання: формування основної конструкції рами зазвичай включає згинання та зварювання. Металеві частини обробляються за допомогою спеціальних машин та інструментів для надання їм необхідної форми та жорсткості;

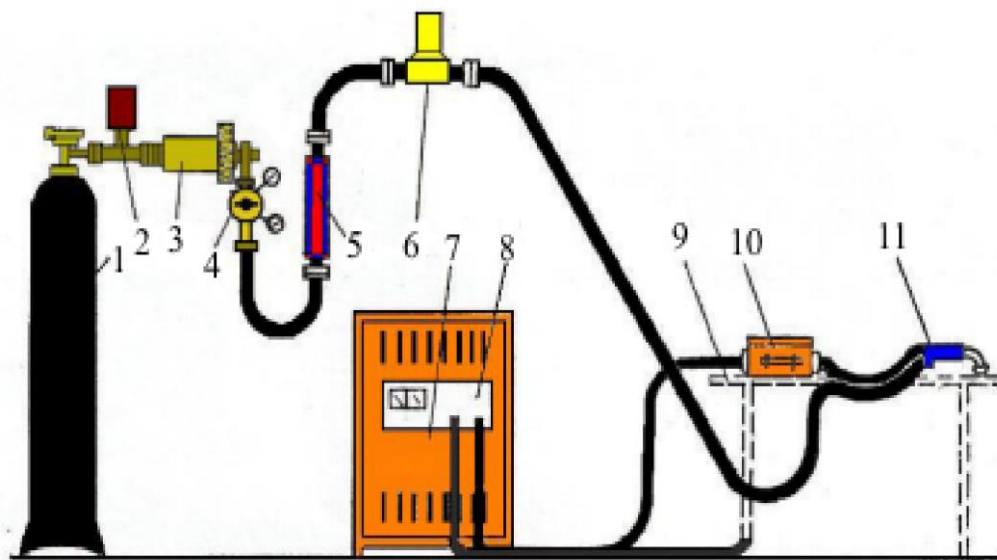
- монтаж компонентів: після створення базової конструкції рами може бути потрібний монтаж різних додаткових компонентів, таких як кріплення для підвіски, системи фіксації кузова, бортів та інших елементів;

- обробка та фінішування: після збирання рами може бути проведена обробка для підвищення міцності, наприклад, термічна обробка чи змащення для запобігання корозії. Фінальні шліфування та фарбування можуть завершити процес, надаючи рамі вигляд та захист від зовнішніх впливів.

Усі етапи виготовлення рами вимагають уважності та точності, оскільки правильна конструкція є критично важливою для безпеки та функціональності самоскидного напівпричепа.

У процесі виробництва несучих рамних конструкцій, крім важливості правильного вибору матеріалу, ключову роль відіграє також метод зварювання. Обраний спосіб зварювання впливає на ступінь автоматизації і механізації, особливо в зварювальних роботах. Різні техніки зварювання, які підбираються в залежності від характеристик

виробництва, товщини компонентів, конструктивних особливостей та довжини зварних швів, відіграють важливу роль. Наприклад, при виготовленні рами трьохвісного півпричепа враховується різна довжина зварних швів. Конструкція такої рами містить два зварні двотаврові лонжерони зі змінним перерізом, поперечні балки у формі гнутого швелероподібного профілю, а також інші елементи, включаючи косинки та ребра жорсткості.



- 1 - балон з вуглекислим газом; 2- підігрівач газу; 3 – осушувач газу;
 4 - редуктор кисневий з манометром високого тиску; 5 – витратомір;
 6 – газоелектричний клапан; 7 – джерело живлення; 8 – пульт керування;
 9 – стіл зварника; 10 – подавальний механізм; 11 – зварювальний пальник

Рис. 2.1 – Схема зварювального поста з використанням вуглекислого газу

Під терміном “зварювальний пост” мається на увазі робоче місце зварника, забезпечене всіма необхідними засобами для проведення зварювальних робіт, і дотримання всіх правил безпечної експлуатації.

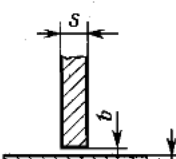
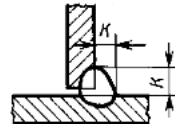
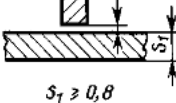
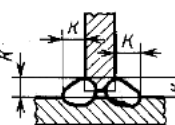
З огляду на варіативність довжини зварних швів і різні товщини металу, які можуть коливатися, найбільш підходящим методом

зварювання буде автоматичне або напівавтоматичне зварювання у захисних газових середовищах. Зварювання у таких умовах включає застосування газового струменя через сопло пальника, що захищає рідку ванну від впливу атмосфери.

Півавтоматичне зварювання є ефективним у будь-якому просторовому положенні з перевагами, як-от висока продуктивність, мінімізація розбризкування металу, ефективний захист розплавленого металу, та низька втрата зварювального дроту. Цей метод дозволяє зварювати важкі метали без особливої підготовки кромки, зосереджує нагрівання для зменшення теплового впливу, та піддається механізації та автоматизації. Серед недоліків – необхідність додаткового обладнання, якість шва, що залежить від режиму зварювання, потреба в захисті від вітру, вимоги до зберігання газових балонів, чистота газу, та вища вартість обладнання.

Для сталі ВСтЗсп у захисних газах використовують дроти Св-08ГС та Св-08Г2С. Дріт Св-08Г2С, особливо універсальний, використовується в середовищі CO₂ або суміші CO₂ та Ar. Обрано дріт Св08ГС для зварювання рами з тавровими з'єднаннями типу Т1 та Т3 та кутовим швом, детально описаними в таблиці 2.3.

Таблиця 2.1 – Конструктивні параметри таврових з'єднань

| Умове позначення | Конструктивні елементи | | Товщина з'єднувальних деталей s, мм | Зазор між з'єднуваними деталями b, мм | |
|------------------|---|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| | підготовки кромки | зварного шва | | номінальне | межі відхил. |
| Т1 |  |  | 0,8 – 5,5 | 0 | +0,5...1 |
| Т3 |  |  | 6,0 – 20,0 | | +1,5 |

Методи зварювання використовують електродний дріт у захисному середовищі. Дріт подається до виробу за допомогою механічного методу, що може включати автоматизовані системи подачі, які контролюють та регулюють подачу дроту під час зварювання, тоді як переміщення горючої дуги проводиться вручну.

Параметри режиму зварювання кутового шва катетом 5 мм виконано за відповідними обрахунками (див. додаток).

При виборі методу зварювання та аналізі його процесних характеристик встановлюють ключові параметри обладнання, включаючи статичні та динамічні характеристики. Вибір джерела живлення залежить від таких критеріїв, як тип струму, форма статичної вольт-амперної характеристики, номінальна потужність та можливість використання багатопостового живлення. Важливими факторами є стабільність системи "джерело живлення – дуга" та стійкість процесу горіння дуги. Зварювальне обладнання може бути універсальним або спеціалізованим, зокрема для напівавтоматичного зварювання з газовим захистом використовують випрямлячі зі стійкими характеристиками.



Малюнок 2.2 – Зварювальний напівавтомат Mächtz MWM-315-1M MIG/MAG/MMA

Зварювальний напівавтомат Mächtz має компактні розміри та легку вагу, проте вражає своїми можливостями та функціоналом. Висока продуктивність і потужність роблять його корисним як для домашнього, так і для промислового використання. Мобільність цього пристрою робить його незамінним для робіт у важкодоступних або високих місцях.

Основна передня панель розміщує рядок індикаторів для контролю живлення, перегріву та режимів, дозволяючи легко відстежувати стан пристрою.

Швидка зміна полярності досягається за допомогою байонетного конектора, зручно розташованого на рукаві.

Система «Quik-Fit» розроблена для швидкої зміни подаючого ролика без необхідності використання додаткових інструментів.



Рис. 2.3 – Функціонал зварювального напівавтомата Mächtz MWM-315-1M MIG/MAG/MMA

Швидкість подачі дроту автоматично регулюється відповідно до заданого амперажу, але може бути змінена, налаштувавши потрібні параметри за допомогою обох регуляторів.

Два режими роботи дозволяють легко перемикати, лише підключивши потрібні пристрої та аксесуари і перемістивши перемикач на панелі керування у відповідне положення.

Робота із самозахисним (флюсовим) дротом без використання балона із захисним газом — зварювання «FCAW».

Максимальна автоматизація та робочий процес забезпечується:

- ергономічним пальником, що оснащений кнопкою для подачі дроту та зручним кріпленням, що дозволяє залишати рукав у безпечному місці під час перерв;

- стабільною та плавною подачею дроту, завдяки потужному, але компактному електромотору та надійній системі з двома роликками для протягування.

Функція протидії інерційному розкручуванню миттєво зупиняє котушку коли кнопка пальника відпускається, що запобігає заплутуванню дроту.

Корисні функції для надійної роботи у режимі MMA включають:

- "HOT START" для швидкого запалювання дуги;
- "ANTI-STICK" для запобігання залипанню електрода;
- "ARC FORCE" для підсилення дуги.

Корпус з високоякісного металу із вставками з міцного пластику забезпечує стійкість до ударів і падінь, що додає надійності та безпеки в експлуатації.

2.2. Визначення послідовності технологічних заходів виготовлення двотаврової балки

Згідно з технологічним процесом виготовлення рами трьохвісного напівпричепа, перший крок — це правлення листового металу, що виконується на спеціалізованому чи загальному обладнанні, залежно від типу виробництва та технологічних особливостей подальшої обробки.

Для цього використовуються роликові листопрямильні машини, призначені для виправлення металевих листів у гарячому або холодному стані. Тонкі листи вправляють на машинах з 9...17 валками, а товщиною 4мм – на 9...11 валкових машинах. Вони можуть мати паралельні або непаралельні рядивалків.

Для корекції листів, які будуть використані для вирізання заготовок рами, рекомендується використання сучасного обладнання, такого як листопрямильна машина PRH-310 від ROUNDО (див додаток). Вони призначені для вирівнювання листового металу товщиною 2...40 мм та шириною до 4000 мм. Ці машини мають фіксовані нижні валки та гідравлічно управляються верхні, що дозволяє регулювати їх положення. Налагодження виконується на управляючій панелі, враховуючи цифрові дані щодо положення валків у мм.



Рис. 2.4 – Огляд листопрямильної машини PRH-310 (ROUNDО)

Профілепрямильна машина RR2S (рис. 2.5) буде відмінним вибором для правлення поперечних зв'язуючих балок рами.



Рис. 2.5 – Огляд роlikової машини RR2S

Ця машина працює за подібною схемою до листопрямильних, але призначена спеціально для профільних деталей. З її допомогою можна виправити балки з швелероподібною формою, товщиною 6 мм, забезпечуючи необхідну точність та вирівнювання перед обробкою.

Операція різання металу на заготовки відповідних розмірів та форми є наступним кроком після правлення. Для цього використовується портално-автоматична машина DELTATEC (рис. 2.6).



Рис. 2.6 – Аналіз порталної автоматизованої машини DELTATEC

Ця машина може різати метал довжиною до 12 м і шириною до 4,2 м, використовуючи плазмовий або газополуменевий методи різання.

Після розрізання металу виконується фрезерування кромки, що полягає у знятті та очищенні зварних кромки від окалини.

Далі в технологічному процесі йде збирання та зварювання рами трьохвісного півпричепа, що включає в себе з'єднання та зварювання двотаврових лонжеронів і загальної рами (рис. 2.7).

Перед початком цього технологічного процесу важливо врахувати їхні основні параметри: верхній і нижній пояси товщиною 12 мм та шириною 150 мм, а також вертикальний лист товщиною 6 мм та висотою від 255 мм до 500 мм.

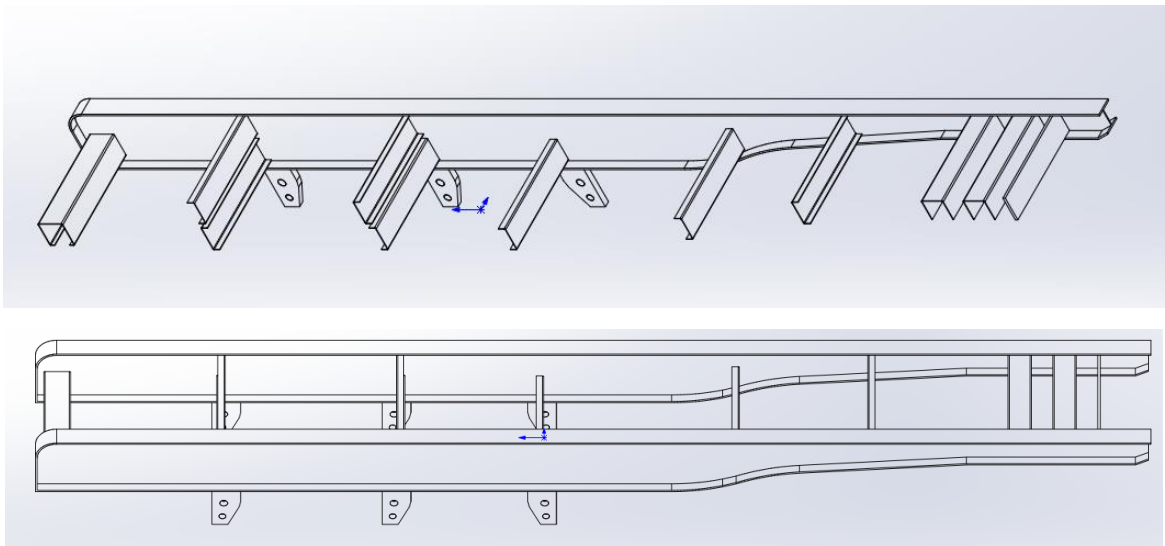


Рис. 2.7 – Розміри елементів рами в розрізі

Процес складання двотаврової балки включає наступні етапи: вертикальний лист розміщується на опорних балках, а полиці збираються вздовж балок на підготовлені опорні гвинти, змонтовані на певній висоті. Під час збирання структури портал рухається вздовж складаного двотавра і автоматично зупиняється для прихоплювання. Використовуються вертикальні пневмопритискання для фіксації складених елементів. Після закінчення складання двотаврової балки видаляється з установки і транспортується на місце зварювання.

Після складання двотаврового лонжерона, наступний крок – це зварювання поясних швів. Важливою метою цього процесу є мінімізація зварювальних деформацій, щоб не впливати на естетичний вигляд та інтегральну цілісність конструкції. Це досягається завдяки точно контрольованій послідовності та температурі зварювання, що забезпечує однорідність і якість зварних швів (рис. 2.8).

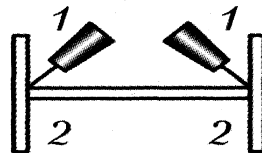


Рис. 2.8 – Техніка виконання зварювання швів двотаврового лонжерона

Після виконання усіх операцій лонжерони піддаються вирівнюванню у спеціальній установці (зображено на рис. 2.9) для усунення деформацій, які виникли на поясах та стінках під час процесу зварювання.

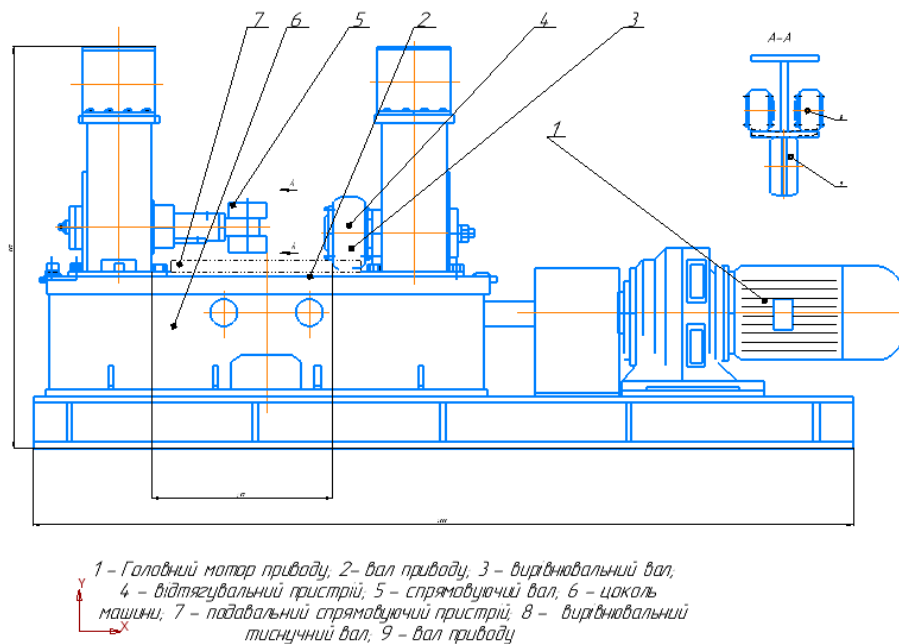


Рис. 2.9 – Конструкція пристрою для вирівнювання двотаврового лонжерона

Наступним кроком є збирання та зварювання рами, включаючи двотаврові лонжерони та поперечні гнуті швелерні балки розмірами 210*50*6 мм. Збірка рами для зварювання відбувається

у спеціальному кондукторі. Спочатку встановлюють поперечні балки, а потім фіксують два двотаврових лонжерона на кожній стороні каркасу за допомогою пневматичних пристроїв. Далі розміщують і закріплюють верхні балки, забезпечуючи з'єднання з лонжеронами. Після цього каркас рами переміщують краном для зварювання.

Зварювання рами проводять у кільцевому кантувачі напівавтоматами, а потім приступають до зварювання дрібних деталей, таких як ребра жорсткості, фланці, розкоси.

Встановлюють і приварюють елементи кріплення шасі відповідно до шаблонів.

На кожному етапі виробництва ведеться візуальний контроль якості, доповнений ультразвуковою дефектоскопією після зварювання. Завершивши ці етапи, зварену раму відправляють на очищення піскоструменем та фарбування.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Аналіз міцності зварних конструкцій

Так, методика розрахунку міцності зварних з'єднань може включати кілька етапів:

- визначення навантаження: встановлення та аналіз навантажень, які діють на зварне з'єднання (напруження, тиск, вага тощо);

- розрахунок напруг: використання теорії міцності матеріалів для оцінки напружень у зоні зварного з'єднання. Це може включати розрахунок максимальних та середніх значень напружень;

- оцінка міцності: порівняння отриманих значень напружень з допустимими для матеріалу та зварного з'єднання. Це може бути виконано за допомогою коефіцієнтів безпеки або порівняння з встановленими стандартами;

- аналіз на міцність: визначення, чи витримає зварне з'єднання передбачене навантаження, а також оцінка його поведінки в умовах експлуатації.

Основним завданням на даному етапі є проведення аналізу на міцність нашої конструкції.

Для оцінки міцності зварних з'єднань таврових профілів з кутовими швами на зрізі, проведемо аналіз міцності зварного з'єднання [12] (додаток (3.1)). В даному випадку площу поперечного перерізу розраховуємо за формулою (додаток (3.2)). Отже, згідно проведених усіх розрахунків впливає, що $P = 0.284 \cdot 10^6 \text{ Н}$.

3.2. Огляд конструкційних схем устаткування

3.2.1. Устаткування для формування та складання лонжеронів із двотаврами

Стенд включає фундаментну раму і дві поздовжні балки, що служать опорою для складання двотавра. Одна з цих балок може рухатися вздовж

рами і налаштовуватися по висоті лонжерона. Це переміщення здійснюється за допомогою кількох горизонтальних гвинтів, які керуються електродвигуном через редуктор, поздовжній вал і конічні передачі.

Портальна установка в основному має два вертикальних пневматичних пристрої для закріплення стінки двотавра до опорних балок та два горизонтальні для фіксації полиць до стінки двотавра. Один вертикальний та один горизонтальний пристрій закріплені на порталі, тоді як інші 2 можуть переміщуватися вздовж рейки порталу. Це дає можливість регулювати висоту лонжерона. Портал рухається за допомогою електричного приводу кранового типу по направляючим.

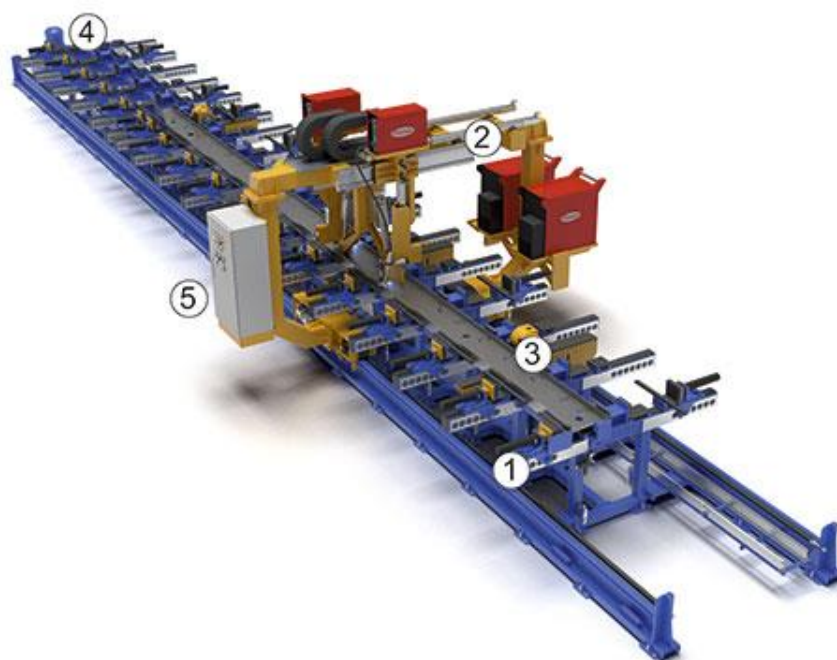


Рис. 3.1 – Багатоцільова лінія монтажу і зварювання лонжеронів напівпричепів

- | | |
|-----------------------------------|--------------------|
| 1. Система для монтажу лонжеронів | 4. Гідростанція |
| 2. Портал зварювальний | 5. Шафа управління |
| 3. Кантувач | |

Ця лінія призначена для автоматичного складання та зварювання лонжеронів напівпричепів. Завдяки гідравлічним притискам та можливості змінювати опорні елементи, які визначають форму полиць лонжерону, лінія

якої здатна збирати вироби різної конфігурації в межах визначеного діапазону розмірів.

3.2.2. Кільцевий зварювальний кантувач: принцип роботи та визначення силових факторів

Кільцевий зварювальний кантувач (КЗВ) – це установка, призначена для зварювання великих та важких конструкцій. Цю установку використовують для зварювання великогабаритних та важких конструкцій, таких як лонжерони, у КЗВ (див. рис. 3.2). Вона складається з 2 зварних поворотних рам, виконаних у вигляді тригранних решітчастих конструкцій з кутиків, на кінцях яких є опорні півкільця. Ці рами з'єднуються за допомогою вставок через півкільця та роликів опорних рамок.

Зварювана балка розміщується на горизонтально розташованій поворотній рамі і закріплюється гвинтами. Перед схваленням зварюваного компонента гвинтові опори, які розміщуються під стінкою та полкою балки, налаштовуються для забезпечення точного співпадіння осей. Наступним етапом є надання положення стінці, коли вона нахиляється під кутом 45° , і фіксація двотаврової балки-лонжерона для зварювання 1-го поясного шва. Потім рама повертається на кут 45° в інший бік для зварювання іншого поясного шва.



Рис. 3.2 – Технологічний процес роботи кантувача зварювального

Після завершення зварювання двох поясних швів, рама обертається у горизонтальне положення, і на неї монтується друга знімна рама. Після обертання рами на 180° балка вилучається, верхня рама знімається, і проводиться зварювання інших двох поясних швів на протилежному боці балки. Цей поворот рами зазвичай здійснюється за допомогою приводного механізму.

Розрахунок системи кантувача кільцевого приведено в додатку.

Для підбору та створення зварювального кільцевого кантувача планується провести розрахунки, спрямовані на визначення основних параметрів цього пристрою відповідно до джерел. Визначення силових факторів включає зовнішні впливи або обставини, які впливають на функціонування, розвиток або структуру системи або об'єкту, сприяючи виникненню або зміні силових величин, таких як напруга, навантаження або тиск.

3.2.3. Технологічний процес монтажу рами

Складальний кондуктор, відомий також як зварювальний маніпулятор, є спеціальним пристроєм для збирання та фіксації деталей перед зварюванням. Зазвичай такі пристрої використовуються для обробки труб, частин баштових споруд, колон, балок та ін. конструкцій. Складальні кондуктори можуть мати різні форми та розміри, а їх принцип роботи може відрізнятися в залежності від особливостей використання.

У сучасній промисловості складальні кондуктори використовуються нарівні з зварювальними роботами, які автоматизуються різними видами зварювання. Обладнання для складання деталей перед зварюванням постійно модернізується, що призводить до зростання автоматизації у виробництві. Використання сучасних складальних кондукторів суттєво підвищує продуктивність та покращує якість складання елементів конструкцій для подальшого зварювання.



Рис. 3.3 – Складальний кондуктор для збору рами

Основа зварювального кондуктора складається з жорсткого каркасу, обладнаного фіксаторами, упорами та пристисками.

Перед початком складання деталі розміщують у складальному кондукторі, зафіксовуючи їх за допомогою фіксаторів та упорів. Після цього, за допомогою ручних або механічних пристисків, закріплюють деталь. Ручні пристиски прості у використанні, але потребують участі майстра в процесі складання. Механічні пристиски можуть бути пневматичними, гідравлічними, вакуумними або електромагнітними. Вони дозволяють значно скоротити час складання виробу на складально-монтажному зварювальному столі, особливо, коли необхідно затиснути деталі одночасно у кількох місцях. Для виготовлення пневматичних пристосувань часто використовується сталь, а сам затиск слугує для фіксації за допомогою фланця або установки на вал.

3.3. Технологічний процес очищення зварних металоконструкцій

Технологічний процес очищення зварних металоконструкцій – це етап забезпечення високої якості та міцності зварювальних з'єднань шляхом видалення бруду, окислів та інших забруднень з поверхні металу перед зварюванням.

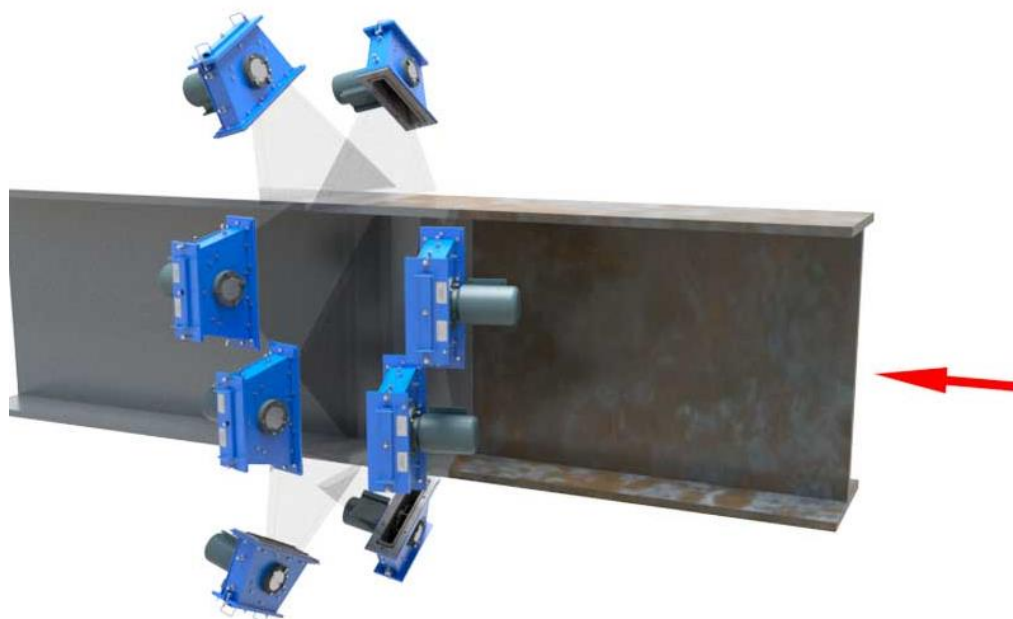


Рис. 3.4 – Дробометна камера для очищення зварних металоконструкцій

Дробометна камера призначена для очищення зварних металоконструкцій за допомогою процесу дробометного очищення (до 2-го ступеня згідно з ДСТУ 9.402-80 PSA2½ ISO 8501-2) у стаціонарних умовах.

Проходження металоконструкції через камеру може здійснюватися на рольгангу або за допомогою візка, що складається з двох секцій, що з'єднані між собою. Розташування дробометних апаратів дозволяє очищати складні металеві конструкції з усіх сторін, забезпечуючи очищення торцевих поверхонь, ребер жорсткості та зварних швів.

Застосування: очищення від окалини та іржі нестандартних великогабаритних металоконструкцій; підготовка будівельних металевих конструкцій, таких як двотаврові балки, мостові балки тощо; ідеальний процес перед фарбуванням.

Під час роботи дробометних апаратів (два контури) очищується вся поверхня виробів, включаючи торцеві поверхні, ребра жорсткості та зварні шви. Два контури дробометних апаратів розташовані у верхній, нижній частині та на бічних стінках дробометної камери. Перший контур розташований перпендикулярно із нахилом у напрямку руху виробу, другий контур – аналогічно, але з нахилом у протилежний бік, створюючи потік дробу, що охоплює всю поверхню металоконструкції.

3.4. Планування ділянки ремонтного цеху для виготовлення рамних конструкцій

Зони для збору та зберігання зварних елементів та готових вузлів в ділянці виготовлення даної конструкції обладнані пристроями для переміщення вантажів, місцями для розміщення деталей, та засобами для складання та зварювання. У плануванні цього цеху, основним критерієм ефективності є оптимальне використання площі та легкість переміщення

деталей, вузлів та конструкцій. Кожний прольот складання та зварювання відповідає розмірам та типам складальних одиниць.

Робочі місця на дільниці складання та зварювання обладнані мостовим краном, майданчиками для зберігання деталей та виготовлених вузлів, а також для складання та зварювання. Крім того, цей цех має окремі зони для контролю, приймання та очищення деталей конструкції. Після завершення зварювання, вузли проходять у відділення складання та зварювання всієї конструкції, а потім – на склад готової продукції.

Планування цеху з установками для зварювання має максимально відповідати технологічному процесу, забезпечуючи мінімальні витрати часу та праці на переміщення деталей та готових вузлів. Окрім того, це планування має забезпечити вільний доступ для обслуговування як самої установки, так і пускорегулюючої апаратури. Необхідно також передбачити усі основні та допоміжні відділення для організації виробничого процесу.

Кожне робоче місце та відділення організовані з урахуванням розміру обладнання, доступу транспорту, місць для матеріалів та готової продукції, а також для зручного переміщення. Площа кожної зони визначається враховуючи їхнє обладнання та функціональність.

Розташування обладнання у приміщенні складально-зварювального відділення здійснюється відповідно до технологічної послідовності робіт та кількості робочих місць. При розробці плану цеху або відділення розглядають кілька варіантів компоувальних схем, що дозволяє знайти найоптимальніше рішення. Вибір кращої схеми досягається через аналіз декількох варіантів компоування, враховуючи конструкцію виробу та особливості виробництва. Спочатку розглядають загальноприйняті схеми розміщення обладнання, які орієнтовані на різні напрямки виробничого процесу.

При створенні планування починаємо з розміщення колон поздовжньої лінії з інтервалом у 6 між осями. Робочі місця, призначені для складання та зварювання, розташовуються рядами вздовж прогону. При цьому вздовж

прогону, на відстані 2,5 м від колон, встановлюється рейкова колія шириною 1,524 м. В процесі створення компоувального плану такі елементи будівлі як колони, осі кранових рейок та підкранові балки ми прив'язуємо до центру, від якого відштовхувалися. Середні колони розташовують таким чином, щоб геометричні центри їх перерізів та верхні частини, де розміщують кран, збігалися з розбивними осями. Однак колони, що опиняються у зоні температурних швів, вимагають особливого розташування. В цій ситуації їх краще розмістити на 500мм відносно центру. Це робиться для того, щоб пропустити фахверкові колони, що мають зазвичай крок 6 метрів. Фахверк – це легкий каркас, призначений для розташування на ньому стінових панелей, які зазвичай мають довжину 6 метрів. Крайні колони поздовжнього ряду зсувають всередину прогону так, щоб торцева сторона колони збігалася з поздовжньою розбивною віссю. Цей тип прив'язки використовується для безкранових секцій і для будівель, де використовують мостові крани з підйомністю до 30 тонн і кроком колон крайнього ряду 6 метрів.

Щодо розміщення устаткування та робочих місць складально-зварювальних процесів в прогонах, то рекомендовано у вигляді рядів, вздовжніх або поперечних, залежно від вибраного варіанту: дворядного розміщення з одним проїздом або чотирьохрядного з двома проїздами, це оптимально для оптимізації використання простору. Місця для зберігання деталей та складальних одиниць можуть бути розташовані біля проїзду поруч із робочими місцями або вздовж прогону між рядами. Електроджерела для зварювання краще розміщувати на площі між колонами, між суміжними прогонами. У випадку багатопостових джерел живлення для зварювання вони мають бути ближче до центру розташування зварювальних постів, і вони повинні бути облаштовані захисною сітчастою огорожею не нижче 1 метра, з прохідною шириною в середині огорожі не менше 1,5 метра. Однопостові джерела живлення можуть бути встановлені на спеціальних балконах-містках, які будуються між колонами цеху на висоті не менше 3м.

Допустимі границі мінімальної відстані між устаткуванням (робочими місцями), складальними місцями та елементами будівлі зведені в додатку.

Менші значення відносяться до компактних верстатів та стендів, у той час як більші розміри характерні для великих верстатів, стендів та зон складання.

Щоб забезпечити відповідність нормам технологічного проектування, важливо дотримуватися установлених стандартів щодо ширини прогонів, припустимих відстаней між устаткуванням, складовими місцями та елементами будівлі, а також розмірів проходів, проїздів і відкриттів у прогонах цеху. Розмір простору між устаткуванням або рядами для руху та роботи визначають згідно формули (див. додаток):

$$B_{np} = 2(v_1 + v_m) + v_n,$$

$$B_{np} = 2(1,5 + 5,5) + 3 = 17\text{ м}$$

Ширину прогону слід підбирати з урахуванням оптимального розташування устаткування, що сприятиме максимально ефективному використанню простору та становитиме 9, 12, 18, 24, 30 або 36 м. Отже, ширину приймаємо.

Тоді розміщують другий ряд колон, довжина якого повинна бути кратною 12 або 6 та розраховується згідно формули.

$$L = l_c + l_1 + n \cdot l_2 + m \cdot l_3 + k \cdot l_4 + l_5$$

$$L = 12 + 1,2 + 1,4 + 3 \cdot 4 + 3 \cdot 1,4 + 3 \cdot 4 + 1,2 = 44\text{ м}$$

Оскільки відстань між опорами визначаємо з кратністю 12 м, таким чином довжина цеху буде 48 м.

Після розрахунку площі прогону (дільниці, цеху) вибирають відповідну кількість типових уніфікованих секцій.

Висота приміщення складально-зварювального цеху залежить від розмірів складальних блоків та готової продукції, розмірів обладнання та наявності верхнього транспорту, такого як мостові крани, кран-балки або монорейкові візки. У випадку використання мостового крану, висоту приміщення від підлоги до верхньої частини підкранової рейки визначають за формулою:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7,$$

$$H = 6 + 1 + 2 + 1,5 + 1 + 1 + 1,2 = 13,7\text{ м}$$

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Розробка моделі напружень і деформацій у рамі трьохвісного напівпричепа.

Моделювання напружено-деформованого стану рами трьохвісного напівпричепа важливе для виявлення потенційно небезпечних зон. Це допомагає уникнути розміщення зварних швів у відомо найнапруженіших місцях конструкції, забезпечуючи найкращу міцність зварних з'єднань. Особливо важливо уникати розміщення зварних швів у так звані "біляшовні зони", оскільки саме тут зазвичай спостерігаються найбільші навантаження.

Проаналізувати напружено-деформівний стан зон ризику в елементах рами вдалося за допомогою комп'ютерного моделювання в програмі Модел ь враховувала реальні розміри рами, матеріал і навантаження. Загальний вигляд змодельованої рами показаний на рис. 4.1. Перед статичним розрахунком рами було обрано матеріал з відповідними механічними характеристиками для моделювання напружено-деформованого стану (див. таблицю 4.1)

Таблиця 4.1 – Механічні характеристики сталі ВСтЗсп, які необхідні для моделювання рами

| | |
|---|----------|
| Межа текучості [МПа] | 235 |
| Модуль пружності [МПа] | 200000 |
| Коефіцієнт Пуассона | 0.3 |
| Густина [кг/м ³] | 7800 |
| Температурний коефіцієнт лінійного розширення [1/С] | 0.000012 |
| Теплопровідність [Вт/(м*С)] | 55 |
| Межа міцності на стиск [МПа] | 410 |
| Межа витривалості на розтяг [МПа] | 209 |
| Межа витривалості на кручені [МПа] | 139 |

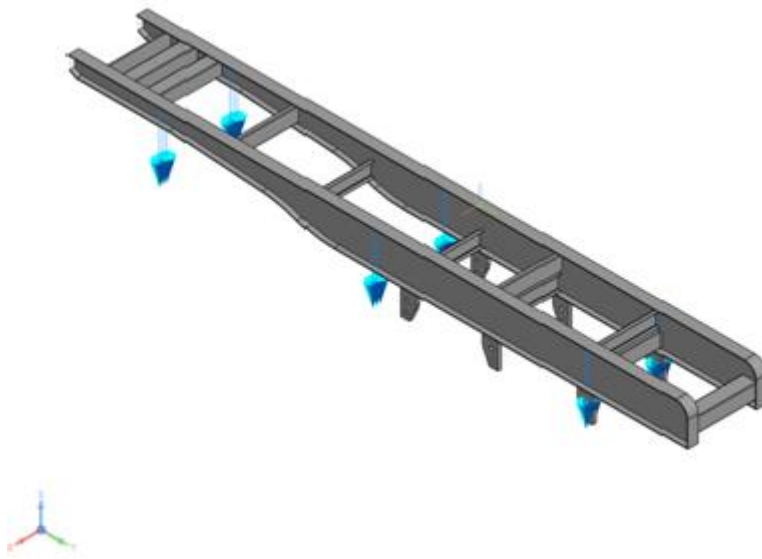


Рис. 4.1 - Модель зварної рами напівпричепа

Наступним етапом було обрано та встановлено типи закріплень конструкції, а саме в областях, де розташовано сидло автомобіля та шасі (див. рис. 4.2).

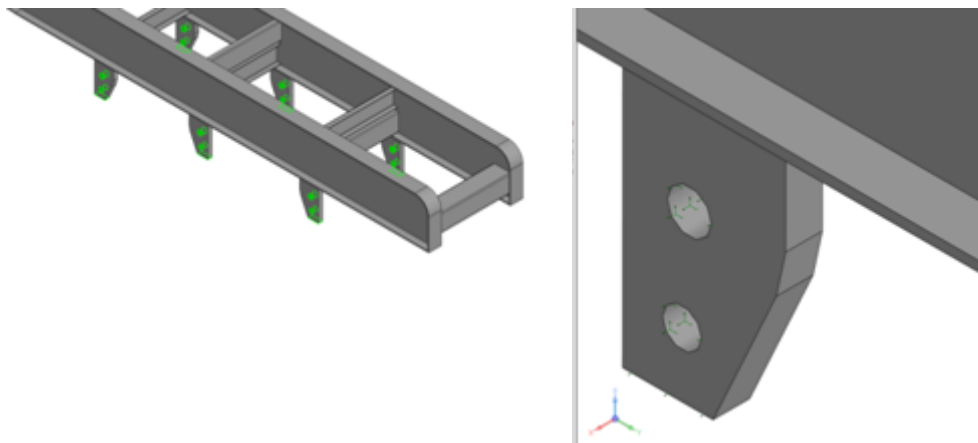


Рис. 4.2. Схема кріпильних вузлів рами

Після фіксування конструкції стосовно координатних положень X , Y , Z , нанесено відповідно розмірну сітку (див. таблиця 4.2, рис. 4.3).

Таблиця 4.2. Основні показники накладної сітки

| Назва | Значення |
|---|------------------------|
| Тип елементів | 10 – вузловий тетраедр |
| Максимальна довжина сторони елемента [мм] | 50 |
| Максимальний коефіцієнт щільності на поверхні | 1 |
| Коефіцієнт розрідження в об'ємі | 1.5 |
| Кількість кінцевих елементів | 69281 |
| Кількість вузлів | 142597 |

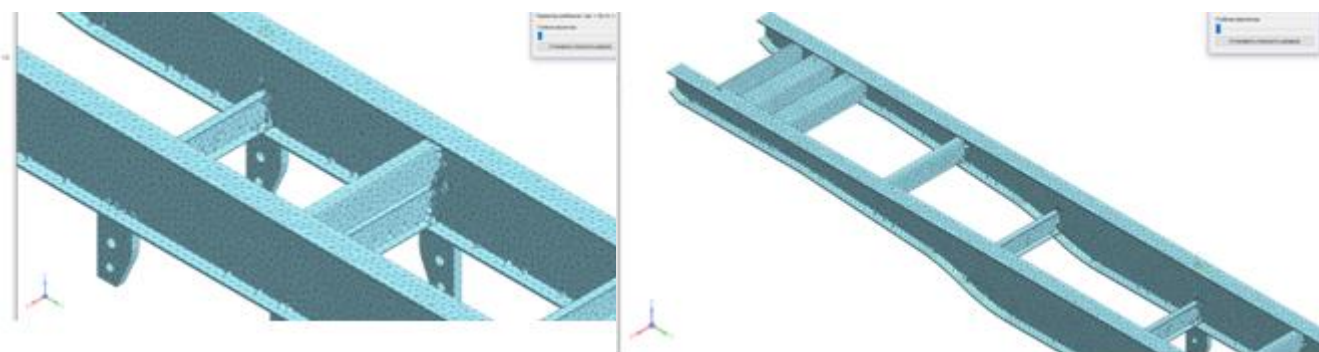


Рис. 4.3 – Нанесення сітки на рамну конструкцію

Наступним етапом є визначення статичних даних в програмі АРМ Structure 3D КОМПАС, керуючись вибором та застосуванням кінцево-елементної сітки. Інерційні параметри моделі наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Характеристики інерційності змодельованої рами

| Найменування | Значення |
|---|---|
| Вага конструкції [кг] | 1280.963284 |
| Центр мас моделі [м] | (0.476583; 0.066549; -0.282332) |
| Моменти інерції моделі відносно центру мас [кг * м ²] | (7675.512088; 349.50762; 7874.580119) |
| Момент сил, відносно центру мас [Н * м] | (-157142.63152; -2888.055901; 0.000001) |
| Загальна опорна реакція [Н] | (-0; -0; 299810.582019) |
| Модуль реакції [Н] | 299810.582019 |
| Модуль моменту [Н * м] | 157169.16844 |

Ефективне напруження становить $0.000051SVM$ [МПа] - $424.492148SVM$ [МПа] (рис. 4.4).

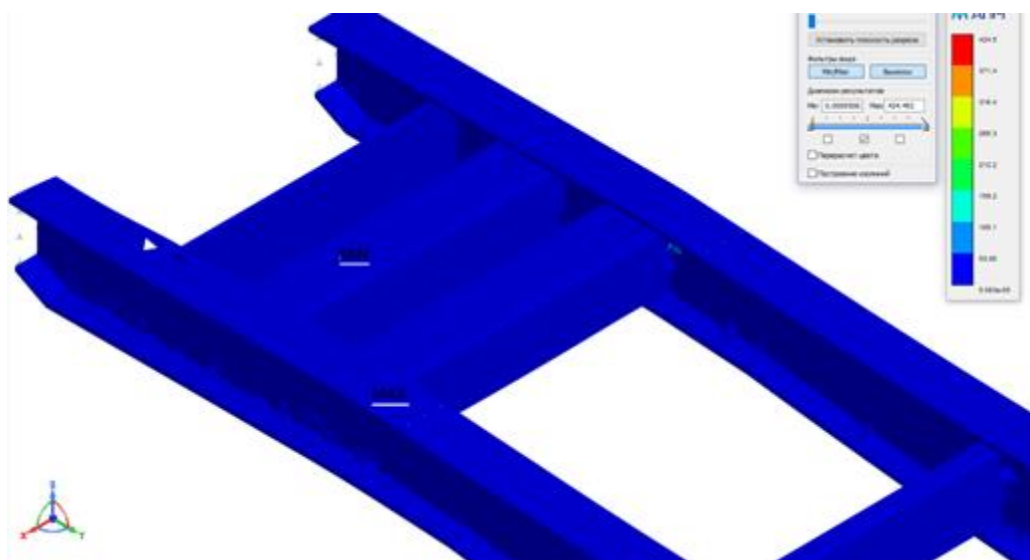


Рис 4.4 – Розподіл напружень в рамі по Мізесу

Описані результати показують, що найбільші напруження відбуваються у зв'язок рами з сидлом автомобіля і не перебільшує 159 МПа .

На рис. 4.5 можна спостерігати як розподіляється навантаження на раму, найменше значення виникає у точці зміни лонжерона з широкого на вузький, а найбільше – показує над шасі.

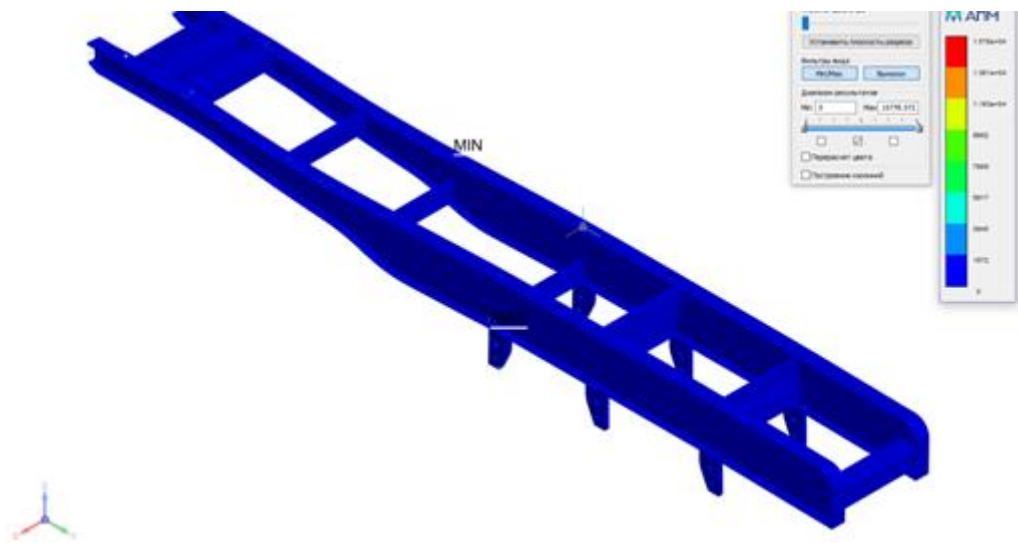


Рис. 4.5. Розподіл навантажень на раму

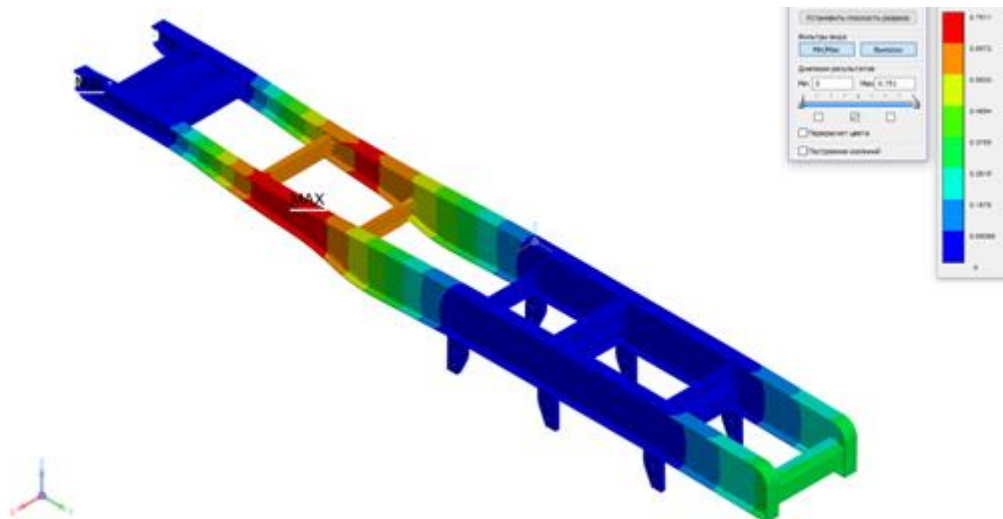


Рис. 4.6 – Модельне зображення прогинів рами

Аналізуючи прогини елементів рами при навантаженні за результатами (рис. 4.6) бачимо, що найбільші значення становлять 0,3–0,75мм у місці змінному перерізу лонжеронів.

Проведено дослідження, моделюючи прогини елементів рами при навантаженні. З рис. 4.6 видно, що найбільші прогини складають 0,3–0,75 мм у місцях зміни перерізу лонжеронів. Це зумовлено виготовленням зварної двотаврової балки із змінним по висоті перерізом. Для зменшення прогинів варто розглянути збільшення товщини поясів з 14 мм до 16 мм або зміну товщини вертикальної стінки з 8 мм до 10 мм. Іншим варіантом може бути встановлення ребер жорсткості у місцях найбільших прогинів, що допоможе зменшити прогин балки лонжерона.

За допомогою статичних випробувань було проведено моделювання для оцінки коефіцієнта запасу міцності (див. рис. 4.7). В результаті дослідження виявлено, що цей коефіцієнт знаходиться в межах 10–6,5. Отже, робити зміни у товщині головних балок рами або матеріалі не є необхідним, оскільки цей показник вже досить високий.

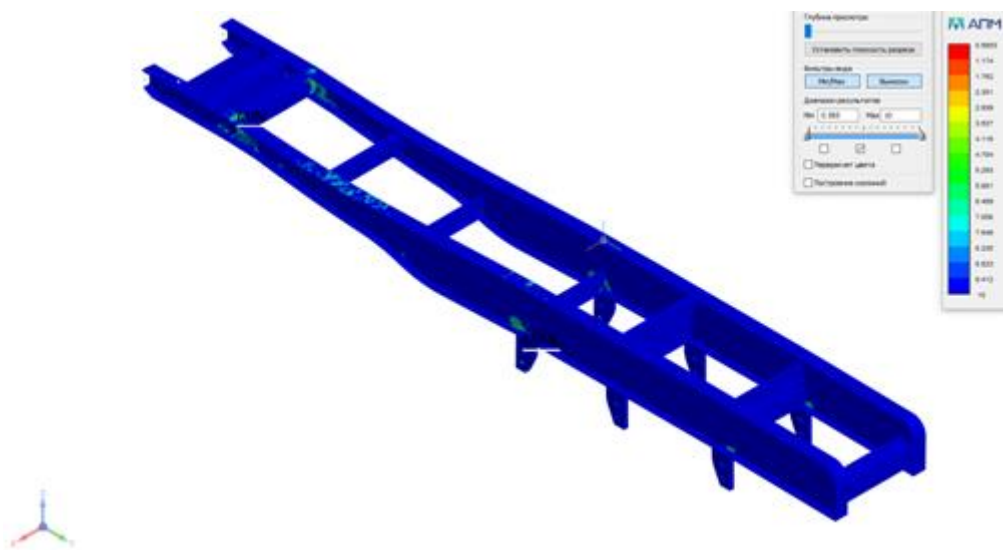


Рис. 4.7. Аналіз рівня міцності запасу

На рис. 4.8 представлено дослідження головних напружень, що виникають у рамі при навантаженні конструкцією масою 31 тонна. Максимальні головні напруження, виявлені у рамі, не перевищують 109 МПа.

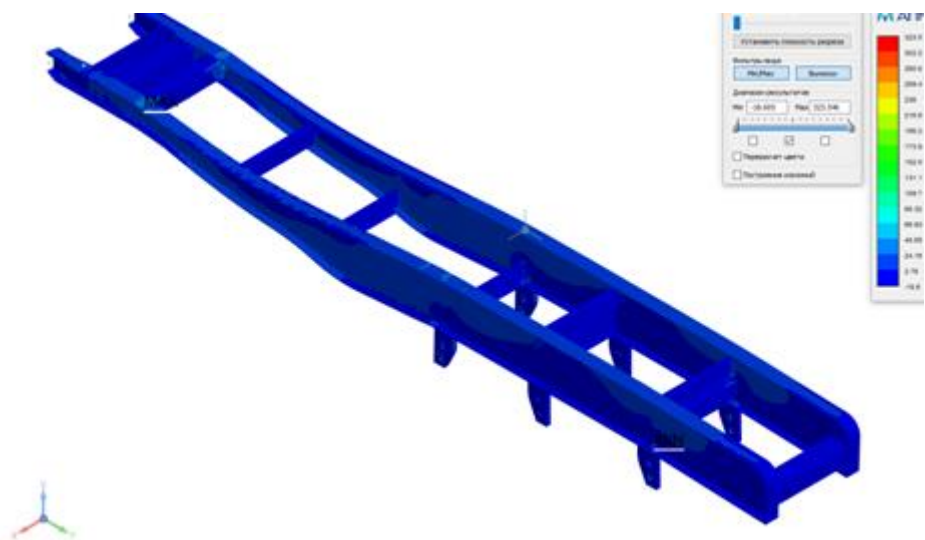


Рис. 4.8 – Результати аналізу ведучих напружень у моделі

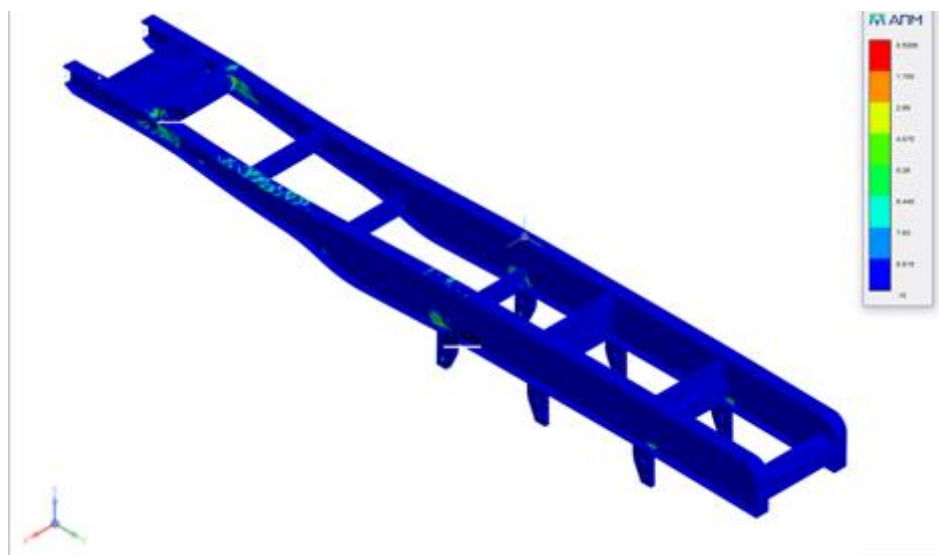


Рис. 4.9 – Визначення ступеня запасу міцності

Рис. 4.9 демонструє результати дослідження рами з використанням методу моделювання втоми, де визначається коефіцієнт запасу втоми. Найнижчий коефіцієнт на втоми складає 4,039, а найвищий –10,023.

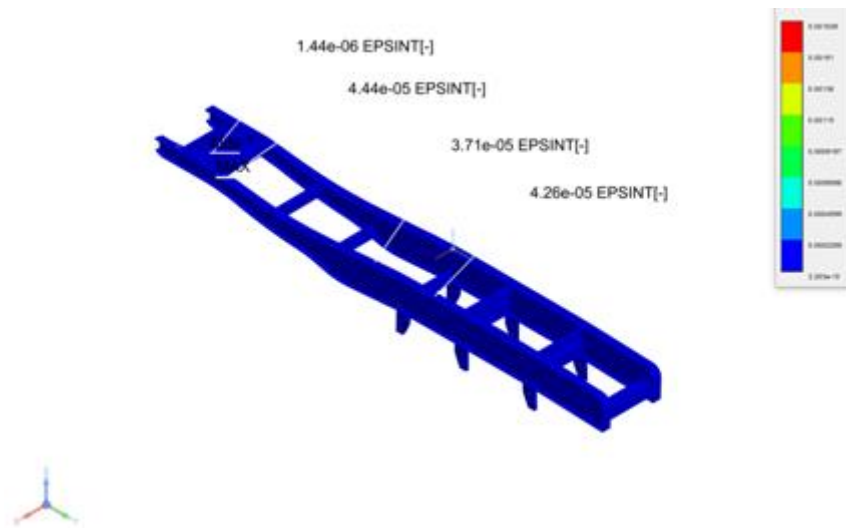


Рис. 4.10 – Визначення повних деформацій рами

На рис. 4.10 показані результати повного деформування рами трьохвісного напівпричепа. Це демонструє, що деформація рами є незначною.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Основні завдання системи управління охороною праці (СУОП) на рівні організації. Оцінка характеру можливих ризиків та шкідливих чинників в ремонтному цеху.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Першочерговим документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Охорона праці водночас вирішує два основних завдання. Одне з них – інженерно-технічне, що передбачає запобігання небезпечним подіям під час трудового процесу шляхом: заміни небезпечних матеріалів менш небезпечними; переходу на нові технології, які зменшують ризик травмування і захворювання, проектування і конструювання устаткування з урахуванням вимог безпеки праці, розробки засобів індивідуального та колективного захисту. Друге – соціальне, пов'язане з відшкодуванням матеріальної, моральної чи соціальної шкоди, завданої внаслідок нещасного випадку або професійного захворювання, тобто це захист працівника та його прав.

Основні завдання системи управління охороною праці (СУОП) на рівні організації: запобігання виробничим травмам, професійним захворюванням, пожежам та аваріям; дотримання вимог колективних договорів, законодавства і нормативно-правових актів з охорони праці; виховання самосвідомості працівників з питань безпеки праці з метою їх ставлення до

них, як до головних своїх обов'язків; залучення працівників до планування, організації, мотивації, контролю та оцінки ефективності заходів з охорони праці; визначення і розподіл обов'язків, прав і відповідальності за стан охорони праці між всіма керівниками організації; забезпечення необхідної компетенції посадових осіб, спеціалістів та всіх працівників в питаннях, що пов'язані з виконанням покладених на них обов'язків, розумінням своїх прав, обов'язків і відповідальності; раціональне розподілення фінансових, матеріальних та людських ресурсів для забезпечення ефективного функціонування СУОП; постійне підвищення ефективності функціонування СУОП.

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими температурними умовами, працівникам згідно зі Ст. 164 КЗпП має безкоштовно видаватися спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).

Щоб провести характеристику і аналіз потенційних небезпек та шкідливих чинників у ремонтному цеху, необхідно ретельно розглянути його функціональність та можливі загрози для працівників і оточуючого середовища. Серед аспектів, які можна включити до цього аналізу:

Технічні аспекти: Оцінка стану обладнання, можливість виникнення аварій, недоліки у конструкції машин та обладнання.

Хімічні загрози: Визначення наявності небезпечних речовин у виробництві, їх зберігання та можливість викидів у середовище.

Фізичні фактори: Оцінка рівнів шуму, вібрації, освітлення та температури, які можуть впливати на здоров'я працівників.

Ергономіка та безпека праці включає аналіз робочих умов, наявність ефективних систем безпеки, перешкод для робочого процесу.

При пожежній безпеці оцінюють системи пожежогасіння, наявність пожежонебезпечних матеріалів, евакуаційні маршрути.

Враховуються і екологічні аспекти: вплив виробництва на навколишнє середовище, обробка відходів, можливість забруднення.

Щодо психологічного комфорту, – проводиться оцінка робочого середовища на предмет психологічної безпеки працівників, управління стресами та інші аспекти, що впливають на психічний стан персоналу.

Інші аспекти безпеки: наявність необхідних інструкцій з безпеки, навчання персоналу щодо використання обладнання, система контролю якості та безпеки.

Збереження працездатності та підвищення продуктивності праці в ремонтному цеху можна досягти за допомогою кількох методів:

Оптимізація робочих процесів: оцінка та вдосконалення технічних процесів у ремонтному цеху, зокрема, оптимізація послідовності робіт, зменшення часу на зміну інструментів, удосконалення системи контролю якості робіт.

Кваліфікація та навчання: постійне підвищення кваліфікації працівників через тренінги, семінари та навчання новим технікам та методам ремонту. Це дозволить використовувати передові практики та ефективніше вирішувати завдання.

Сучасне обладнання та інструменти: Використання передових технологій та обладнання, яке полегшує виконання завдань у ремонтному цеху, зменшує фізичне навантаження та підвищує продуктивність.

Безпека та охорона праці: Забезпечення відповідних умов праці, дотримання правил безпеки, використання захисного спорядження та пристроїв, що запобігають травмам.

Моніторинг та вдосконалення: Постійний аналіз робочих процесів з метою виявлення можливостей для покращення, врахування відгуків працівників та впровадження відповідних змін для підвищення ефективності.

Ефективне використання ресурсів: Раціональне використання часу, матеріалів та інструментів, планування робіт із застосуванням оптимальних методів та ресурсів.

Створення комфортних умов: Забезпечення зручного робочого середовища з врахуванням освітлення, вентиляції та ергономіки робочих місць.

Цей аналіз допоможе ідентифікувати потенційні загрози та ризики, що можуть виникнути у процесі експлуатації цеху, та дозволить прийняти заходи для їх попередження та мінімізації, та покращать продуктивність праці робітників цеху.

Права працівників на пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці.

Перед початком роботи нового працівника роботодавець згідно зі ст. 29 КЗпП зобов'язаний проінформувати його під розписку про умови праці, наявні на його робочому місці. У тому числі, про всі небезпечні чи шкідливі виробничі фактори, які ще не усунуто, та про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника, а також про можливі пільги та компенсації за роботу в таких умовах.

Крім того, при прийнятті на роботу всі працівники повинні за рахунок роботодавця пройти вступний інструктаж, навчання, перевірку знань, первинний інструктаж на робочому місці, стажування і набуття навичок безпечних методів праці. Тільки після цього працівники допускаються до самостійної роботи.

Працівники зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці безкоштовно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням. Ця категорія працівників також має право на: оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення; скорочення тривалості робочого часу; додаткову оплачувану відпустку; пільгову пенсію; оплату праці у підвищеному розмірі та на інші пільги та компенсації, що надаються в передбаченому законодавством порядку. Роботодавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою) працівникам пільги і компенсації не передбачені чинним законодавством.

Система управління виробничим обладнанням має забезпечувати надійне і безпечне його функціонування на всіх режимах роботи, а також у випадку зовнішніх впливів. На робочих місцях повинні бути написи, схеми та інші засоби інформації щодо послідовності керуючих дій. Конструкція і розміщення засобів попередження про небезпечні ситуації повинні забезпечувати безпомилкове, достовірне і швидке сприйняття цієї інформації.

Однією із основних складових безпеки будь-якого виробничого обладнання є конструкція робочого місця, його розміри, взаємне розміщення органів управління, засобів відображення інформації, допоміжного обладнання тощо. Розміри робочого місця і його елементів мають забезпечувати виконання операцій у зручних робочих позах і не ускладнювати рухи працівників.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека в надзвичайних ситуаціях – це ключовий аспект у будь-якій діяльності. Деякі шляхи забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях включають (керуючись ДСТУ 7095:2009 Захист населення у надзвичайних ситуаціях):

- План евакуації та тренування: розробка і регулярне проведення тренувань з евакуації в разі пожежі, аварії чи інших небезпечних ситуацій. Всі працівники повинні бути знайомі з процедурами евакуації та місцями збору.

- Системи попередження та захисту: використання сигналізації, систем автоматичного сповіщення про надзвичайні ситуації (пожежні тривоги, системи гучного оповіщення тощо), а також наявність необхідних засобів пожежогасіння та захисту.

- Перевірка обладнання: регулярна перевірка та обслуговування пожежних систем, електричного обладнання, вентиляційних систем та інших засобів безпеки.

- Комунікація та планування: розробка чітких процедур комунікації в надзвичайних ситуаціях, розподіл обов'язків та координація дій між рятувальними групами.

- Оцінка ризиків та профілактика: періодична оцінка ризиків та вжиття заходів щодо їх попередження (наприклад, усунення причин пожеж, підвищення ефективності систем вентиляції, перевірка стану електромережі тощо).

- Доступ до інформації та навчання: проведення навчань з першої допомоги та дій в надзвичайних ситуаціях, забезпечення доступу до необхідної інформації про безпеку.

- Створення запасів: забезпечення наявності запасів води, медикаментів, продовольства та інших ресурсів для використання під час надзвичайних ситуацій.

Ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки та захисту персоналу та майна під час надзвичайних ситуацій у робочому середовищі.

Безпека праці на виробництві включає наступні три основних складових: безпеку виробничого обладнання; безпеку виробничих процесів; безпеку виконання робіт [10].

Усі працівники повинні проходити на підприємстві навчання у формі інструктажів з питань охорони праці, першої допомоги потерпілому, правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій.

Медичний захист може бути надійно здійснений за умов завчасного створення і підготовки спеціальних медичних формувань, накопичення медичних засобів захисту, медичного та спеціального майна і техніки, планування і використання існуючих сил та засобів закладів охорони здоров'я незалежно від форм власності і господарювання.

Цивільна оборона в Україні є частиною соціальних та захисних заходів, що призначені для захисту людей та національної економіки від наслідків аварій, катастроф, стихійних лих та новітніх форм загроз.

Основні завдання цивільної оборони включають: уникнення надзвичайних ситуацій технічного походження та зменшення їхнього впливу на людей та майно; повідомлення населення про небезпеку та умови виникнення надзвичайних ситуацій, надання інформації щодо захисту від їх наслідків; забезпечення життєвих потреб населення під час кризових ситуацій; організація та проведення рятувальних робіт в областях лиха та зоні впливу; створення систем управління та прогнозування, моніторинг та контроль за радіоактивним, хімічним, біологічним зараженнями; підготовка керівного складу та населення до дій у надзвичайних ситуаціях.

Цивільна оборона на об'єктах національної економіки здійснюється з метою підготовки до захисту працівників та службовців у надзвичайних ситуаціях, забезпечення умов для безперебійної роботи підприємств та невідкладних рятувальних заходів.

Важливим питанням є забезпечення належної діяльності, пов'язаної з експлуатацією об'єктів підвищеної небезпеки (далі - ОПН), захистом життя і здоров'я людей та довкілля від шкідливого впливу аварій на цих об'єктах шляхом запобігання їх виникненню, обмеження (локалізації) розвитку і ліквідації наслідків.

Всі засоби захисту поділяють на колективні і індивідуальні. Інженерний захист робітників та службовців об'єкту передбачає захист за допомогою колективних засобів захисту – захисних споруд ЦЗ (ЗС ЦЗ). До захисних споруд ЦЗ належать сховища і протирадіаційні укриття (ПРУ). Сховища будують в містах, ПРУ - в сільській місцевості. Санітарно-технічні системи сховищ повинні забезпечити безперервне перебування в них людей не менше двох діб. До них належать: вентиляція, опалення, водопостачання, каналізація, енергозабезпечення і зв'язок.

Важливе місце в організаційній структурі ЦЗ займає ЦЗ об'єктів. Під об'єктом розуміють: підприємства, організації, установи, учбові заклади та ін. Завдання, які стоять перед ЦЗ об'єкта, залежать насамперед від характеру самого об'єкта та його положення у сільському районі чи місті. Цивільний

захист на об'єкті організується за типовою структурою з урахуванням особливостей виробництва. Керівником ЦЗ об'єкта є його керівник (директор, ректор, голова правління, начальник і так далі). Він несе повну відповідальність за організацію і стан ЦЗ, управляє силами і засобами ЦЗ, а також проведенням аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт. Керівництво підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакуаційних заходів щодо працівників та майна об'єкта, створює сили для ліквідації наслідків НС; забезпечує їх готовність до практичних дій; створює диспетчерські служби, здійснює навчання працівників з питань ЦЗ, техногенної та пожежної безпеки, виконує інші заходи щодо ЦЗ і несе пов'язані з цим матеріальні і фінансові витрати у порядку та обсягах, передбачених законодавством. Радіаційні, хімічні і вибухонебезпечні підприємства додатково створюють локальні автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайної ситуації та оповіщення персоналу і населення, що проживає в зонах можливого ураження; запроваджують інженерно-технічні заходи, що зменшують ступінь ризику виникнення аварій, пожеж та вибухів, і несуть витрати щодо їх здійснення в обсягах, передбачених відповідними нормативно-правовими актами. Власники потенційно небезпечних об'єктів відповідають за захист населення, яке проживає в зонах можливого ураження, від наслідків аварій на цих об'єктах.

Керівник ЦЗ об'єкта підкоряється керівнику свого урядового органу (міністерства, служби, агентства і ін.), а в оперативному відношенні - керівнику ЦЗ міста (району). Наказом керівника ЦЗ об'єкта призначаються заступники з: евакуації і розосередження, інженерно-технічної частини, матеріально-технічного постачання. Керівникові ЦЗ підпорядковуються евакуаційна комісія, комісія з питань НС та підрозділ ЦЗ об'єкта, які

укомплектовуюються штатними працівниками та посадовими особами без звільнення їх від основної роботи.

Органом управління у керівника ЦЗ є підрозділ ЦЗ. Підрозділ ЦЗ очолює керівник штабу, який одночасно є першим заступником керівника ЦЗ об'єкта. Підрозділ ЦЗ організує і забезпечує безперервне управління ЦЗ на об'єкті. Для організації та проведення спеціальних заходів ЦЗ на об'єкті створюються служби ЦЗ. Служби ЦЗ створюються керівником ЦЗ об'єкта на базі відповідних структурних підрозділів (цехів, відділів, управлінь, лабораторій) об'єкта.

На об'єктах, які продовжують роботу у воєнний час, можуть створюватися невоєнізовані формування ЦЗ (НФ ЦЗ):

- зведені загони; рятувальні команди (групи, ланки);
- аварійно-технічна бригада (група, ланка);
- розвідувальні групи (ланки);
- пости радіаційно-хімічного спостереження;
- групи (ланки) зв'язку;
- протипожежні команди (відділення);
- команди (групи) охорони громадського порядку;
- санітарні дружини (пости, ланки);
- групи (ланки) з обслуговування захисних споруд;
- групи (ланки) спеціальної обробки та інші формування в залежності від особливостей об'єкта.

Основними формуваннями загального призначення на промислових об'єктах є рятувальні та зведені рятувальні загони (команди, групи).

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра було розроблено детальний проект дільниці ремонтного цеху, призначеного для технологічного процесу виготовлення рами самоскидного тривісного напівпричепа. Робота зосереджувалася на всебічному аналізі та оптимізації виробничих процесів, включаючи підбір обладнання, організацію робочих місць та забезпечення необхідних умов праці.

Особлива увага була приділена дослідженню напружено-деформівного стану рами напівпричепа. За допомогою сучасних методів моделювання та аналізу були визначені ключові параметри, які впливають на міцність та надійність конструкції. Це дозволило розробити рекомендації щодо оптимізації конструкції рами та покращення технологічних процесів її виготовлення.

Завдяки проведеному дослідженню та розробці проекту дільниці ремонтного цеху запропоновано оптимізацію виробничого процесу, що забезпечуватиме ефективність та безпеку роботи, а також покращить якість кінцевого продукту. Результати роботи можуть бути використані для підвищення продуктивності та якості виробництва рам для самоскидних тривісних напівпричепів, а також слугуватимуть важливим внеском у подальше вдосконалення виробничих технологій в даній галузі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. :Каравела, 2009. – 368 с.
3. Кривов, Г.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів [Текст]/ Кривов, Г.О., Зворикін, К.О. – К.:КВІЦ, 2012.-896 с.
4. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. посібник [Текст] / А.С. Карпенко. - К.: Арістей, 2005. - 268 с.
5. Ляшук О. Л., Гевко І. Б., Левкович М. Г., Вовк Ю. Я., Сташків М. Я., Капський Д. В. Дослідження напружено-деформованого стану дна кузова напівпричепа вантажного автомобіля. Науковий вісник Херсонської державної морської академії, № 1 (24), 2021. - С. 93-103.
6. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.
7. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., ГудьВ.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.

8. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. частина «цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.

9. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.

10. Докуніхін В. З., Кущевська Н. Ф., Малишев В. В. Технологічне проектування автотранспортних підприємств – Видавництво: Університет "Україна",: 2021.– 146 с.

11. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Фролов. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. К.: Грамота, 2005.

12. Інтернет джерела

ДОДАТКИ

| C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | Cu | As |
|-------------|-------------|-------------|-----------|------|------|------|------|------|
| | | | не більше | | | | | |
| 0,14 – 0,22 | 0,40 – 0,65 | 0,12 – 0,30 | 0,04 | 0,05 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,08 |

| Позначення | C,% | Mn,% | Si,% | P,% | S,% | Cr,% | Ni,% |
|------------|------------|----------|----------|--------|--------|-------|--------|
| Св08ГС | < 0,10 | 1,4-1,70 | 0,6-0,85 | <0.013 | <0.015 | <0.20 | <0.025 |
| Св08Г2С | <0,05-0,11 | 1,8-2,1 | 0,7-0,95 | <0.013 | <0,015 | <0,20 | <0,025 |

| Габаритні розміри та маса виробу, що збирається. | | |
|--|--|---------------------|
| | довжина шах, мм | 14200 |
| 1. | ширина шах, мм | 220 |
| | висота шах, мм | 700 |
| | маса шах, кг | 1000 |
| | Принцип фіксації деталей | гідравлічний |
| 2. | Діаметр гідроциліндрів, мм | 40, 50 |
| | Кількість гідроциліндрів, шт | 31 |
| 3. | Принцип переналадження | механічний, ручний |
| 4. | Принцип управління | за допомогою кнопок |
| | Швидкість зварювання, м/год | 0,5...0,6 |
| | Система контролю за швидкістю | частотний |
| 5. | Тип шва | тавровий кутовий |
| | Привід переміщення порталу | електромеханічний |
| | Кількість приводів, шт | 2 |
| | Крутний момент на валу приводу, Н.м | 110 |
| 6. | Принцип притискання деталей | пневматичний |
| 7. | Тиск повітря в пневмережі, МПа | 0,5...0,6 |
| 8. | Встановлена потужність, кВт | 40 |
| 9. | Кількість зварювальних напівавтоматів, шт | 2 |
| 10. | Джерело живлення зварювального напівавтомата | Fronius VS 5000 |
| 11. | Габаритні розміри лінії, мм | 18300x4156x2988 |
| 12. | Маса, кг | 12000 |

| | |
|--|--------------|
| Між колоною в стіні цеху і боковою стороною верстата або складально-зварювального стенда | 0,5 – 2,6м. |
| Між колоною на межі суміжних прогонів і боковою стороною верстата або стенда | 0,5 – 2,6м. |
| Між колоною в стіні цеху і тильною стороною верстата або стенда | 0,5 – 2,6 м. |
| Між колоною на межі суміжних прогонів і тильною стороною верстата або стенда | 0,5 – 2,2 м. |
| Між колоною в стіні цеху і фронтом верстата або стенда | 1,2 – 2,4 м. |
| Між колоною на межі суміжних прогонів і фронтом верстата або стенда | 1,8 – 2,2 м. |
| Між фронтом одного і тильною стороною іншого верстата або стенда | 1,0 – 3,0 м. |
| Між тильною стороною одного і боковою стороною іншого верстата або стенда | 0,5 – 1,6 |
| Між тильними сторонами двох верстатів або стендів | 1,0 – 1,6 м. |
| Між боковими сторонами двох верстатів або стендів | 0,5 – 3,0 м. |
| Між фронтами двох верстатів або стендів | 2,0 – 3,2 м. |
| Між фронтом устаткування і складальним місцем | 1,0 – 1,6 м. |
| Між двома сусідніми складальними місцями | 1,0 – 1,4 м. |
| Між тильною стороною устаткування і складальним місцем | 1,0 – 1,4 м. |
| Між боковою стороною устаткування і | 1,0 – 1,6 м. |

P – навантаження зрізу, Н;

$[\tau]$ - допустиме дотичне напруження, МПа;

F – площа поперечного перерізу шва, m^2 .

h_p – товщина шва, м;

l – довжина шва, м.

k – катет шва, $k = 5$ мм;

b – коефіцієнт, для напівавтоматичного зварювання $b=0.8$.

$[\sigma]$ – нормальне допустиме напруження, в даному випадку воно рівне 370 МПа.

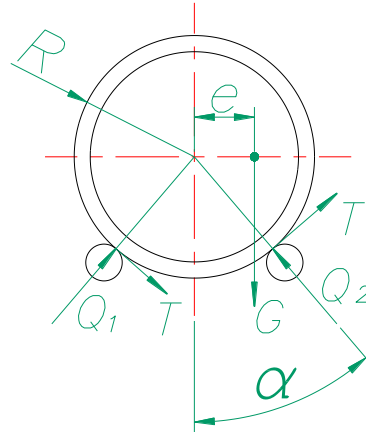


Рис. 3.4 - Схема розрахунку кільцевого кантувача

G – маса з кільцями та виробом разом і складальними пристосуваннями ;

e – зміщення від центру.

G – маса з кільцями та виробом разом і складальними пристосуваннями ;

e – зміщення від центру. $M_{zp} = 12000 \cdot 0,50 = 6000 Hm$

$$N = \sqrt{Q_2^2 + T^2} ; N = \sqrt{24619^2 + 3000^2} = 24619..H$$

$$W = K_p \frac{Nfd_e + 2Q_2\mu}{D_p}$$

$$W = 1,2 \cdot \frac{24619 \cdot 0,02 + 2 \cdot 24619 \cdot 0,08}{0,380} = 12532..H$$

d_v – діаметр вала в підшипниках; D_p – ролик опори;

$f = 0.02$ – коефіцієнт підшипників кочення;

$\mu = 0.08$ – тертя роликів опорних сталевих при коченні;

$\mu = 0.3$ – тертя роликів опор покриті гумою при коченні;

$K_p = 1.2$ – тертя кільця що враховується втрати при обертанні роликів.

$$M_{kp1} = 0.5D_p(T + W), \quad M_{kp1} = 0.5 \cdot 0,380 \cdot (3000 + 12532) = 2951 \dots \text{Нм}$$

$$M_u = Nk, \quad M_u = k\sqrt{Q_2^2 + T^2}, \quad M_u = 0,1 \cdot \sqrt{24619^2 + 3000^2} = 2480 \dots \text{Нм}$$

k – відстань між прикладеною сили підшипника.

$$M_{\text{з}} = \sqrt{M_{kp1}^2 + M_u^2}, \quad M_{\text{з}} = \sqrt{2951^2 + 2480^2} = 3854 \dots \text{Нм}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{10M_{\text{з}}}{[\sigma]}}, \quad d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 3854}{60 \cdot 10^6}} = 0,0863 \dots \text{мм}$$

$$M_{kp} = \frac{G}{i\eta_{ред} \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot \left(0.5 \cdot D_p \cdot \varepsilon \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + K_p \cdot \frac{f \cdot d + 2 \cdot \mu}{D_p}\right)$$

$$M_{kp} = \frac{12000}{1 \cdot 1 \cdot \cos\left(\frac{45}{2}\right)} \cdot \left(0.5 \cdot 0,380 \cdot 0,5 \cdot \cos\left(\frac{45}{2}\right) + 1,2 \cdot \frac{0,02 \cdot 0,086 + 2 \cdot 0,08}{0,380}\right) = 25489 \dots \text{Нм}$$

i – передаюче спів відношення черв'ячної пари;

$\eta_{ред}$ – К. К. Д. черв'ячного приводу.

$$Ge_{kp} = (Q_1 + Q_2) \cdot \varphi \cdot R, \quad Ge_{kp} = (24619 + 24619) \cdot 0,3 \cdot 1 = 14771 \dots \text{Нм}$$

φ - зчеплення кілець з роликками: роликки з гумовим покриттям

$\varphi = 0.3 - 0.4$.

$$w = \frac{5 \cdot \pi}{30} = 0,5236$$

$$N = \frac{M_{kp} \cdot w}{9740 \cdot \eta_0} [\text{кВт}], \quad N = \frac{25489 \cdot 0,52}{9740 \cdot 0,5} = 2,69 \text{ кВт}$$

e_1 - розмір між заднім краєм робочого місця та центром колони чи стіни,

1,0-1,6 м;

e_m - ширина робочого місця, включаючи складально-зварювальні стенди,

залежить від габаритів виробу. Ця ширина також враховує ширину проходів для робітників, увійшовши в загальний розмір – 1,4-1,6 м;

e_n - простір, який забезпечує вільний рух обладнання або пересування

виробів між цими робочими місцями, 3-4 м.

l_c – розміри металевого аркуша встановлюється відповідно до габаритів та кількості стандартних розмірів листів;

l_1 – розмір віддалі між місцем складання та робочим місцем, 1,0-1,6 м;

n, k – кількість збірних майданчиків або стендів;

l_2, l_4 – довжина робочих зон або майданчиків, що визначається розмірами обладнання або виробів, особливо для складально-зварювальних ділянок;

m – прохід між рядами, к-сть;

l_3 – розміщення, що визначає проміжок між складально-зварювальними стендами, 1,4 - 2,2 м;

l_5 – віддалення від заднього боку обладнання до центру колони, 1,0-1,6 м

h_1 – найбільша висота обладнання, яке використовується для виробництва даного виробу;

h_2 – відстань між найнижчою точкою перевозуваного вантажу та найвищою точкою обладнання, яке використовується для даного виробу; $h_2 = 0,5-1,0$ м;

h_3 – максимальна висота виробу, яку можна транспортувати без перешкод;

h_4 – рекомендована відстань між найнижчою точкою підйомного гака крану та найвищою точкою виробу, який транспортується; не менше 1 м;

h_5 – відстані від верхньої поверхні головки підкранової рейки до найнижчої точки, де знаходиться підйомний гак у його максимально піднятому положенні., $h_5 > 0,75$ м;

h_6 – міра відстані, що охоплює розрив між верхньою поверхнею головки підкранової рейки та найвищою точкою, на якій розташоване устаткування візка мостового крану, 1 м;

h_7 – відстань, що визначає розрив між найвищою точкою устаткування на візку мостового крану та нижнім рівнем крокви перекриття, $h_7 = 0,6 - 1,2$ м.