

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

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розроблення технології виготовлення автоцистерни типу
АЦМ-5,0 з дослідженням її напружено-деформівного стану**

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МПм-61
спеціальності 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Коваль О.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Підгурський М.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Ткаченко І.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Окіпний І.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему: "Розроблення технології виготовлення автоцистерни типу АЦМ-5,0 з моделюванням її напружено-деформівного стану" складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 66 аркушів формату А4 і графічної частини об'ємом 7 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із таких частин: аналітична, технологічна, дослідницька, конструкторська, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Для висвітлення розглядуваних в роботі питань, розрахунково-пояснювальна записка містить 29 рисунків, 10 таблиць, 5 додатків. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 18 першоджерел.

На основі проведених в роботі досліджень з моделюванням напружено-деформівного стану автоцистерни в програмному комплексі SolidWorks встановлено, що максимальна величина напружень становить $\sigma_{\max}=23,5$ МПа, що є менше границі текучості матеріалу. Дані напруження створюють максимальний прогин елементів конструкції на 1,33 мм. При цьому максимальні деформації становлять $6,3 \cdot 10^{-5}$, а коефіцієнт концентрації напружень необроблених стикових швів не перевищує $\alpha_k = 1.5$. Коефіцієнт запасу міцності при цьому складає 8,78.

На основі цього в роботі обґрунтовано та вдосконалено технологічний процес і для його реалізації запропоновано сучасне зварювальне обладнання та механізовані і автоматизовані складально-зварювальні пристосування. Прийняті інженерно-технологічні рішення дозволять підвищити ефективність виробництва, покращити умови праці та забезпечити більш високу якість конструкції автоцистерни.

Ключові слова: АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗАХИСНИЙ ГАЗ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ ЗВАРЮВАННЯ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНИЙ СТАН.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу.....	7
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу.	8
1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу.	12
1.5 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу....	15
2 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	19
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	26
3.1 Обґрунтування способу зварювання.	26
3.2 Опис технологічного процесу виготовлення автоцистерни	41
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	47
4.1 Розрахунок порталу для переміщення зварювального автомата А-1406	47
4.2 Опис конструктивних схем зварювального устаткування.....	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55
5.1 Дія електромагнітного випромінювання на організм людини	55
5.2 Шляхи забезпечення працездатності і підвищення продуктивності праці ...	56
5.3 Заходи дотримання правил електробезпеки при експлуатації обладнання ..	58
5.4 Організація життєзабезпечення населення у надзвичайних ситуаціях	60
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64
ДОДАТКИ.....	66

ВСТУП

Широке впровадження передової науково-технічної продукції має першорядне значення. Зварювальне виробництво може вирішувати завдання щодо прискорення темпів зниження матеріаломісткості, металоємності, та енергоємності виробництва.

Важливе значення має підвищення економічної ефективності виробництва. Це відбувається за рахунок зниження виробничих витрат, розробки та запровадження нових прогресивних технологій, а також удосконалення існуючих технологій. Удосконалення вже існуючих технологій та конструкторських рішень є найменш трудомістким у порівнянні з розробкою та впровадженням нових. Великі перспективи розвитку зварювального виробництва відкриває автоматизація і механізація процесів зварювання. У вирішенні завдань автоматизації необхідний комплексний підхід. Це означає, що якісний процес зварювального виробництва можливий лише в тому випадку, якщо буде вирішено весь комплекс завдань автоматизації основних, заготівельних, транспортних, зварювальних та опоряджувальних операцій. При впровадженні на складально-зварювальній ділянці автоматичного та механізованого обладнання, зручних для роботи пристосувань, збільшується продуктивність праці, якість продукції, відбувається скорочення обслуговуючого персоналу. Для успішного розвитку зварювального виробництва необхідно прискорити створення досконалих систем автоматичного керування зварювальним обладнанням, заснованих на застосування автоматичних та потокових ліній високопродуктивних зварювальних машин та обладнання.

Сучасне машинобудування, особливо його спеціальні галузі, пред'являють високі вимоги до матеріалів і сплавів, що використовуються. Вимоги до зварних з'єднань та конструкцій значно ускладнилися. Технологія зварювання повинна забезпечувати збереження складних геометричних форм та розмірів конструкції та основних властивостей вихідного матеріалу [1].

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції зварного виробу.

Автомобільні цистерни широко застосовуються для безпечного перевезення і доставки різного роду рідких матеріалів. Автоцистерни випускаються промисловістю, в залежності від призначення та відстаней транспортування вантажу, вантажопідйомністю від 3 до 10 тон. Такий вид цистерн встановлюється безпосередньо на шасі автомобіля.

В роботі розглядається процес виготовлення автоцистерни типу АЦ об'ємом 5 м³ і призначена для перевезення молока (АЦМ-5) (рис. 1.1). Даний тип цистерни виготовляється із високолегованої сталі 12Х18Н9Т, яка відноситься до сталей призначених для харчової промисловості [2].

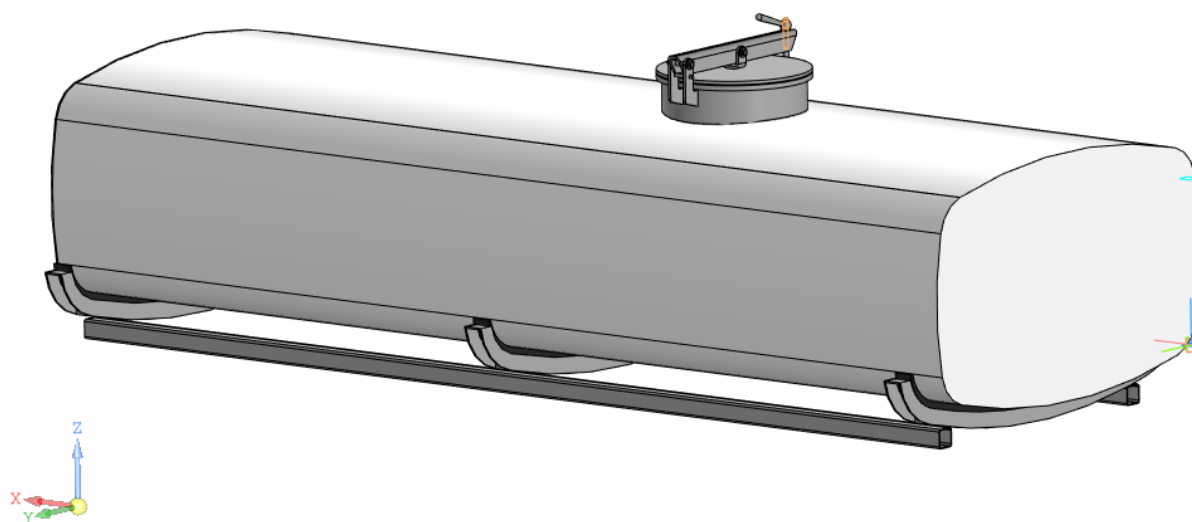


Рис. 1.1 3d модель автоцистерни

Даний тип цистерни є горизонтальною ємністю еліптичної форми, закритою з боків днищами різної конструкції. Ємність цистерни має пристрої для навантаження і розвантаження, а також має теплоізоляційне покриття і прилади для контролю за станом вантажу. Вона виготовляється зварною конструкцією із двох днищ та обичайки еліптичної форми «валізи». Корпус цистерни виконаний з листової високолегованої сталі 12Х18Н9Т та укріплений зсередини плоско-вигнутими ребрами жорсткості, які виконують також роль хвилерізів. Зверху

цистерни вварена горловина з люком (\varnothing 500 мм), знизу відстійник і фланець для приєднання до насосного вузла. Щоб уникнути появи повітряних порожнин під час заповнення цистерни, встановлені потре-відводи. Основа цистерни виконана з опор на надрамнику та призначена для кріплення до шасі. Опори приєднуються до металевих ложементів, які кріпляться до лонжеронів рами. Для збереження від зминання під опорами в ложементах розташовані металеві стійки та ребра. Ложементи мають збільшену площу обхвату ємності, що продовжує термін служби [3].

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу.

Так, як автоцистерна призначена Відповідно до завдання, виготовлення цистерни застосовується сталь 12X18H9T. Дана сталь відноситься до корозійностійких жароміцних сплавів. Має досить високу жаростійкість: 600 - 800°C. Характеристики сталі приведені в таблиці 1.1 та 1.2.

Область застосування 12X18H9T досить широка, а саме:

- деталі, стійкі до електрохімічної та хімічної, міжкристалічної корозії, а також корозії під напругою;
- слабо навантажені або ненавантажені елементи, стійкі до хімічно активних газових середовищ та працюючі при температурах 550-800°C;
- навантажені деталі, що експлуатуються протягом 5000-10000 годин за температури до 600°C;
- для виготовлення зварної апаратури, труб та деталей пічної арматури, а також муфелів, теплообмінників, деталей вихлопних систем, сортових та листових деталей.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад % сталі 12X18H9T [4]

C	Si	Mg	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti
до 0.12	до 0.8	до 2	8-9.5	до 0.02	до 0.035	17- 19	до 0.3	0.6-0.8

Таблиця 1.2 – Механічні властивості при $T = 20^\circ \text{C}$ матеріалу 12X18H9T.

Сортамент	Розмір	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	Термообробка
Лист, ГОСТ 7350-77		530	215	38	49	Загартування 1030 - 1080 ° С, Охолодження водою.

Зварюваність сталі – без обмежень.

Розшифрування позначень таблиці 1.4:

- σ_B - межа короткочасної міцності, МПа
- σ_T - межа пропорційності, МПа;
- δ_5 - відносне видовження при розриві, %
- φ - відносне звуження, %

Сталь 12X18H9T відноситься до сталей із доброю зварюваністю. Особливістю її при зварюванні є поява міжкристалічної корозії, яка розвивається в ЗТВ при температурі 500-800°C. Це зумовлено виходом карбідів хрому за межі аустенітної зони, що призводить до втрати корозійної стійкості і як наслідок руйнування конструкції [5].

Для забезпечення стійкості необхідно стабілізувати хімічний склад і властивості металу шва.

Сталь 12X18H9T містить титан і ніобій, які, будучи добрими карбідоутворювачами, зв'язують вуглець сталі, попереджаючи утворення карбідів хрому. Тому ці сталі після зварювання не піддають термообробці.

Найбільшою складністю у зварюванні є виникнення гарячих тріщин які можуть утворюватися як у шві так і у біляшовній зоні вони можуть мати характер мікронадривів та мати вигляд тріщини. Також ці тріщини у деяких випадках виникають при роботі в агресивних середовищах де велика температура, та вони виникають при неправильній термообробці. Велика можливість їх виникнення відбувається у крупнозернистої структури шва, та у багат шаровому шві.

Є метод який може зменшити ймовірність утворення гарячих тріщин, зменшенням величини міжкристалічних прошарків, тобто зменшення розмірів

кристалів. Один з таких способів – отримання швів, що мають у структурі деяку кількість первинного фериту.

Одночасне випадання з рідкої фази кристалів аустеніту та первинного фериту призводить до подрібнення та дезорієнтації структури. Внаслідок цього ймовірність утворення гарячих тріщин зменшується.

Термічне старіння швів при температурах 350-500°C може призвести до появи 475° крихкості, причини якої досі не з'ясовані. Витримка аустенітно-феритних швів при температурі 500-650 ° C призводить до старіння в основному за рахунок випадання карбідів.

При зменшенні у металі вмісту вуглецю особливо, у жаростійких та жароміцних сталях можемо досягти зменшення крихкості у металі.

При зварюванні високолегованих сталей внутрішня пластична деформація значно вища ніж у низьколегованих сталей.

При роботі металу у середовищі де стабільно висока температура то може відбутися карбідне зміцнення шва і в тому самому випадку у нас зменшується пластичність металу тим самим збільшується ризик утворення тріщин. Але при відповідній термообробці ми можемо досягти аустенізацію якщо температура обробки буде становити 1050 – 1100 градусів тим самим ми знімаємо напруги у шві які утворилися при зварюванні.

Часто при зварюванні високоміцних сталей можна спостерігати виникнення холодних тріщин особливо у навколошовній зоні. Тому при зварювання таких сталей нам рекомендують використовувати аустинізацію, та термообробка після зварювання. Також для зменшення крихкості звар – з'єднання та запобігання утворення в ньому гарячих тріщин виконують

- правельний підбір хімічного складу шва;
- ретельний підбір режимів зварювання;
- термообробка;
- підігрів перед або під час зварювання до 350 – 450 градусів.

Хімічні елементи які входять до складу металу суттєво впливають на властивості які можуть змінюватися при високих та низьких температурах, та

досить великий вплив на зварювальність металу має вміст вуглецю та легуючих елементів.

Вплив основних легуючих домішок на зварюваність сталей:

- Вуглець (C) - визначає міцність, пластичність, гартування та ін..

Вміст вуглецю до 0,25% не знижує зварюваності. Більш високий вміст "C" призводить до утворення гартівних структур у металі зони термічного впливу і появи тріщин.

- Сірка (S) та фосфор (P) – шкідливі домішки. Підвищений вміст "S" призводить до утворення гарячих тріщин - червоноламкість, а "P" викликає холодноламкість. Тому вміст "S" та "P" в низьковуглецевих сталях обмежують до 0,4-0,5%.

- Кремній (Si) присутній у сталях як домішка у кількості до 0,3% як розкислювач. За такого змісту "Si" зварюваність сталей не погіршується. Як легуючий елемент при вмісті "Si" - до 0,8- 1,0% (особливо до 1,5%) можливе утворення тугоплавких оксидів "Si", що погіршують зварюваність сталі

- Марганець (Mn) при вмісті сталі до 1,0% - процес зварювання не ускладнюється. При зварюванні сталей із вмістом "Mn" у кількості 1,8-2,5% можлива поява гартових структур та тріщин у металі.

- Хром (Cr) у низьковуглецевих сталях обмежується як домішка у кількості до 0,3%. У низьколегованих сталях можливий вміст хрому в межах 07-35%. У легованих сталях його вміст коливається від 12% до 18%, а високолегованих сталях досягає 35%. При зварюванні хром утворює карбіди, що погіршують корозійну стійкість сталі. Хром сприяє утворенню тугоплавких оксидів, що ускладнюють процес зварювання.

- Нікель (Ni) аналогічно хрому міститься в низьковуглецевих сталях у кількості до 0,3%. У низьколегованих сталях його вміст зростає до 5%, а високолегованих - до 35%. У сплавах на нікелевій основі його вміст є превалюючим. Нікель збільшує міцнісні та пластичні властивості сталі, надає позитивний вплив на зварюваність.

- Ванадій (V) у легованих сталях міститься у кількості 0,2-0,8%. Він підвищує в'язкість і пластичність сталі, покращує її структуру, сприяє підвищенню прожарювання.

- Молібден (Mo) обмежується в сталях 0,8%. При такому вмісті він позитивно впливає на показники міцності сталей і подрібнює її структуру. Однак при зварюванні він вигоряє і сприяє утворенню тріщин у наплавленому металі.

- Титан та ніобій (Ti та Nb) у корозійностійких та жароміцних сталях містяться у кількості до 1%. Вони знижують чутливість сталі до міжкристалічної корозії, водночас ніобій у сталях типу 18-8 сприяє утворенню гарячих тріщин.

Схильність до утворення гарячих тріщин хромонікелевих сплавів можна визначити розрахунковим методом, а саме [5]:

$$\frac{C_{рекв}}{N_{іекв}} = \frac{C_r + 1,37Mo + 1,5Si + 2Nb + 2Ti}{Ni + 0,31Mn + 22C + 14,2N + Cu} \quad (1.1)$$

Якщо $\frac{C_{рекв}}{N_{іекв}} > 1,5$, то сталь стійка до утворення гарячих тріщин.

$$\frac{C_{рекв}}{N_{іекв}} = \frac{18 + 1,5 \cdot 0,8 \cdot 4 - 3 \cdot 0,8}{8,7 + 0,31 \cdot 2 + 22 \cdot 0,12 + 0,3} = 1,8.$$

Так, як співвідношення становить 1,8 і більше 1,5, то відповідно сталь не схильна до утворень гарячих тріщин. Це означає що не потрібно проводити попередній підігрів перед зварюванням.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу.

Для коректного виготовлення зварних виробів типу цистерна, та їх елементів, необхідно забезпечити допуски, які є встановленні відповідними тех. умовами, або стандартами.

Відхилення зовнішнього діаметра обичайок повинно бути не більше ніж $\pm 1\%$ від номінального зовнішнього діаметра.

Міцність цистерни визначає зсув кромek стикуючих листів. Він має бути не більшим ніж 10% від номінальної товщини найтоншого листа.

Зазор крайок, які готуються для виконання автоматичного зварювання повинен бути межах $\pm 1,5$ мм.

Під час виконання операцій по транспортуванню і кантуванню елементів, які зібрані для зварювання, мають бути вжиті заходу, для збереження заданих при складанні геометричних форм.

Посудини, які працюють в умовах великого тиску, та їх основні елементи зварюються згідно технічних умов на виготовлення, які затверджені в встановленому порядку виробничих інструкцій. Нові методи зварювання та їх використання запроваджуються головним інженером на виробництві, коли підтвердять їх технологічність на виробках, перевіряють комплекс властивостей, які необхідні в зварних з'єднаннях і зроблять позитивний висновок науково-дослідної організації. Перед тим, як розпочинати процес зварювання необхідно перевірити якість збірки всіх елементів, що будуть з'єднуватися, стан кромek та поверхонь, що прилягають до них.

Під час виконання технологічного процесу складання, припасування кромek не допускається. Це може викликати додаткові напруження в металі. Прихвачування виконують застосовуючи присаджувальні матеріали. Ці матеріали передбачені технічними умовами для виробу.

Технологічний процес зварювання цистерни має бути детально розроблений. Він передбачає порядок робіт, коли внутрішні напруги у зварних з'єднаннях є мінімальним. Завдяки правильно підібраним типам зварних з'єднань, методів зварювання та зварювальних прийомів досягається якість зварних швів. Усі граничні відхилення зварних швів, мають бути в межах стандартів на шви зварних з'єднань.

Зварний шов має бути виконаний з плавним переходом до основного металу, без напливів. Також він має мати рівномірну лускату, або гладку

поверхню по всій його довжині. Якщо наявні гребінці стикових швів з висотою більше 1 мм, то вона згладжується.

Вузли та деталі, які мають бути зваренні зачищаються до чистого металу від усіх типів забруднення. Зачистка відбувається по ширині, що більша за розмір шва на 5-10 мм.

Деталі мають зварюватись в температурних умовах не нижче +5°C.

Вузол, що збирається для зварювання, в кінцевому результаті перевіряється представником ОТК цеху та виробничим майстром.

Вимоги до матеріалу виробу:

1. Матеріали, які використовуються під час виготовлення металоконструкцій мають відповідати вимогам стандартів та відповідних технічних умов.

2. Якість матеріалів та їх відповідність вимогам затверджуються документацією підприємств або постачальників. Якщо така документація відсутня, то тоді підтверджується документами про результати лабораторних випробувань. Вони проводяться на підприємстві з використанням методів, які передбачені нормативно – технічними документами.

3. Прокат металу, який буде оброблятися, оглядається, очищається, перевіряється на наявність розшарувань та нерівномірного розподілу домішок.

Тонкий шар окалини та корозії може бути допустимим тільки, якщо не перешкоджає виявленню поверхневих дефектів.

Поверхні деталей, які виготовляються з прокату мають бути без заусенець, тріщин, надривів і розшарувань.

Крайки деталей, що виготовляються з використанням газового різання, очищаються від ґрата, шлаків, бризів і напливів. Кромки виправляються відповідно до заводських технологій.

Усі геометричні розміри елементів виконуються з відповідною точністю.

Розміри, що є дійсними для конструкцій з металу до 10000мм мають бути відповідно до вимог (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 Дійсні розміри металоконструкцій

Інтервали номінальних розмірів мм	до 30	30 до 400	400 до 2000	2000 до 3150	3150 до 5000	5000 до 8000	8000 до 10000
Граничні відхилення	±1	±2	±3	±5	±6	±8	±12

Складання конструкцій для зварювання з величиною, яка буде враховувати зазори необхідні для зварювання має забезпечити площинність.

Поверхні металу, та зони, що прилягають до них, та будуть проплавлені, шириною більше 20мм, мають бути сухими і очищеними від забруднень різного типу. Механічні властивості основного металу мають бути відповідними до механічних властивостей зварних з'єднань.

Перед зварюванням, необхідно перевірити, на якість складання елементів, що будуть зварюватись, стан стикування кромки та поверхонь, що прилягають до них. Припасування кромки не допускається при виконанні складання, тому що це викликає додаткові напруження в металі.

Технологічний процес зварювання виконується працівниками, кваліфікація яких відповідає роботам, що будуть виконуватись. Для зварювання використовується зварник не нижче IV розряду.

1.5 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу.

Базовий технологічний процес виготовлення цистерни полягає в тому, що заздалегідь заготовлені деталі збираються і зварюються на одній ділянці. Складання та зварювання проводиться в кілька етапів:

1. Складання та зварювання бічних днищ у спеціальному кондукторі. Після зварювання основного елемента проводиться приварювання арматури.

2. Складання та зварювання обичайки на спеціальному стенді. Після цього встановлюються нижні зовнішні ребра жорсткості. Складання проводиться за шаблонами.

3. Складання та зварювання внутрішніх елементів компенсатора (стінка компенсатора з пластинами жорсткості). Виготовляється в складальному пристосуванні.

4. Встановлення зовнішніх ребер жорсткості. Складання проводиться за шаблонами.

5. У середині звареної обичайки встановлюється компенсатор і по черзі обварюється разом із зовнішніми ребрами жорсткості. Складання проводиться за шаблонами.

6. Установка патрубків запірної арматури, їх обварювання.

7. Встановлення та зварювання бічних днищ. Складання проводиться в пристосуванні.

Операції під номерами 1, 2 та 3 виконуються паралельно на різних ділянках одного цеху. Операції під номерами 4, 5 та 6 виконуються на одному пристрої.

Після проведення кожної операції складання та зварювання проводиться обов'язковий контроль якості:

- при складанні візуально-вимірювальний;
- при зварюванні візуально-вимірювальний, капілярний.

Остаточний зварений виріб проходить гідровипробування з витримкою щонайменше 10 хвилин.

Складання та зварювання виконується механізованим способом у середовищі захисних газів.

Довжина прихваток при складанні 20-50 мм. Параметри режиму, за яким встановлюються прихватки $I_{зв} = 120 - 140\text{А}$, $d_{ел} = 1,2\text{ мм}$, $U_d = 24 - 26\text{В}$.

Параметри режиму зварювання швів різних видів показано в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Режими зварювання за базовою технологією

Вид шва	Положення шва при зварюванні	$I_{зв}$, А	$d_{ел}$, мм	U_d , В
Стиковий	Нижнє	150-180	1,2	26-28
Кутовий	Нижнє	150-190		26-28
	Верхнє	120-140		24-26

Швидкість зварювання при виконанні швів має забезпечувати якісне формування зварного шва відповідно до вимог нормативної документації. Зварювання виконується зварювальним напівавтоматом KeyGree Mig 250 виробництва фірми Kemprі.

Після проведення зварювання на кожній операції проводиться слюсарна обробка зварних швів та навколошовної зони. У процесі зачистки усуваються такі дефекти як краплі металу, подрізи, залишки шлаку, замкові з'єднання, перевищення катета, напливи. Кратери, що утворилися в процесі завершення зварювання, зачищаються, потім повторно підварюється місце. Також зачищення виконується для підготовки шва та навколошовної зони до подальшого контролю.

При проведенні аналізу існуючої технології виготовлення автоцистерни було виявлено такі недоліки:

- зварювання виконується механізованим способом, на що сильно впливає людський фактор;
- багато операцій переміщення, що в результаті призводить до великих тимчасових витрат;
- підвищене бризкоутворення через використання вуглекислого газу;
- часті перерви при накладанні зварених швів через велике тепловкладання;
- невисока якість зварних з'єднань.

Зазначені недоліки можна усунути застосуванням наступних заходів:

- використання замість об'ємних складальних стендів та пристроїв компактних роботизованих комплексів, які також використовуються для зварювання;

- використання імпульсного процесу при зварюванні. Це дозволить проводити роботизоване зварювання без перерв, зменшить кількість замкових швів, а також зменшити залишкову напругу при зварюванні.;
- застосування замість чистого вуглекислого газу газової суміші марки K18 (82% Ar+18% CO₂) або флюсового захисту.

2 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

Проектування та виробництво нових конструкцій автоцистерн здійснюється з метою підвищення її місткості при зниженні матеріаломісткості. Це здійснюється за рахунок застосування тонкостінних конструкцій. Такий конструкторський підхід призводить до підвищення рівня напруженого стану конструкції. До такого типу конструкцій висувається ряд вимог пов'язаних із забезпеченням необхідної надійності при незначній вазі.

Автоцистерна (рис. 1.1) складається з передньої, задньої, бічних, нижньої та верхньої стінок. До нижньої стінки цистерни приварені лонжерони та кронштейни. Всередині цистерни розташовані ребра жорсткості та хвилерізи.

Для проведення досліджень напружено-деформівного стану автоцистерни АЦМ-5 була створена її розрахункова модель у масштабі 1:1 (рис.2.1). Модель автоцистерни створювали у програмному комплексі SolidWorks.

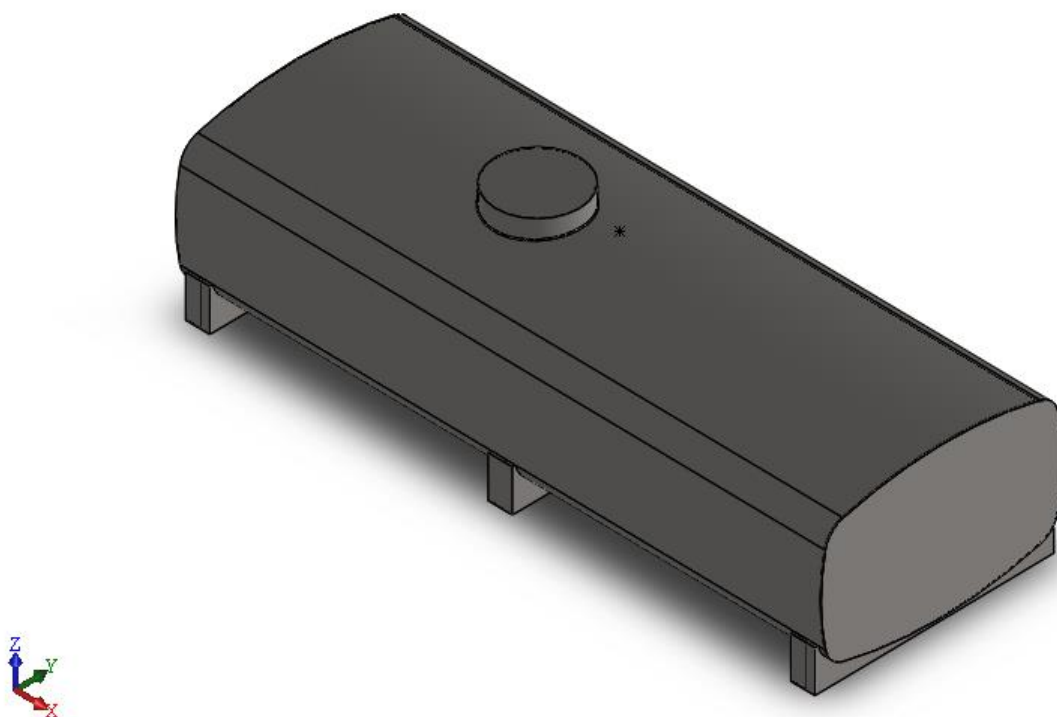


Рис. 2.1 Розрахункова модель автоцистерни АЦМ-5

Для проведення досліджень з моделювання напружено-деформівного стану автоцистерни методом чисельного моделювання було проведено розбиття розрахункової області на дискретні елементи, тобто створення розрахункової сітки. При розрахунку оболонкових конструкцій форму елемента дискретизації було прийнято гексаедр, це дозволило прискорити процес розрахунку, підвищити його точність та стійкість (рис. 2.2). Вибір даного типу елементів зумовлений тим, що в ньому передбачена можливість враховувати великі напруження і деформації.

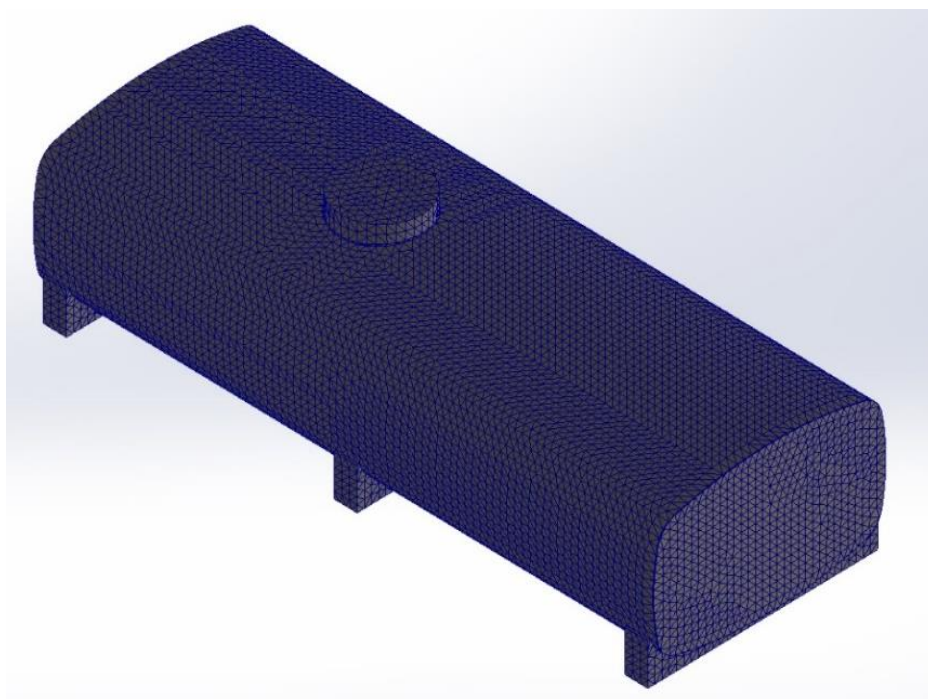


Рис. 2.2 Накладення кінцево-елементної сітки дискретизації для проведення розрахунків

Так, як автоцистерна призначена для транспортування молока, її виготовляють із високолегованої нержавіючої сталі 12Х18Н9Т, аналогом якої є сталь марки AISI 304. Дана сталь має наступні механічні характеристики: модуль пружності $E = 190$ ГПа, коефіцієнт Пуассона $\nu=0,29$, щільність $\rho = 8000$ кг/м³, межа плинності $\sigma_T = 206$ МПа, межа міцності $\sigma_B = 512$ МПа.

Побудована кінцево-елементна модель (рис. 2.2) містить 119228 вузлів та 60040 елементів. Елементи автоцистерни виконані із листового металу товщиною 5 мм.

Розрахунок автоцистерни проводили на статичні навантаження. Для імітації заповнення автоцистерни молоком було задано розподілене зусилля величиною 48 000 Н на стінки, днище та боковини автоцистерни (рис. 2.3). Кріплення автоцистерни здійснювали по основі ложементів (рис. 2.4).

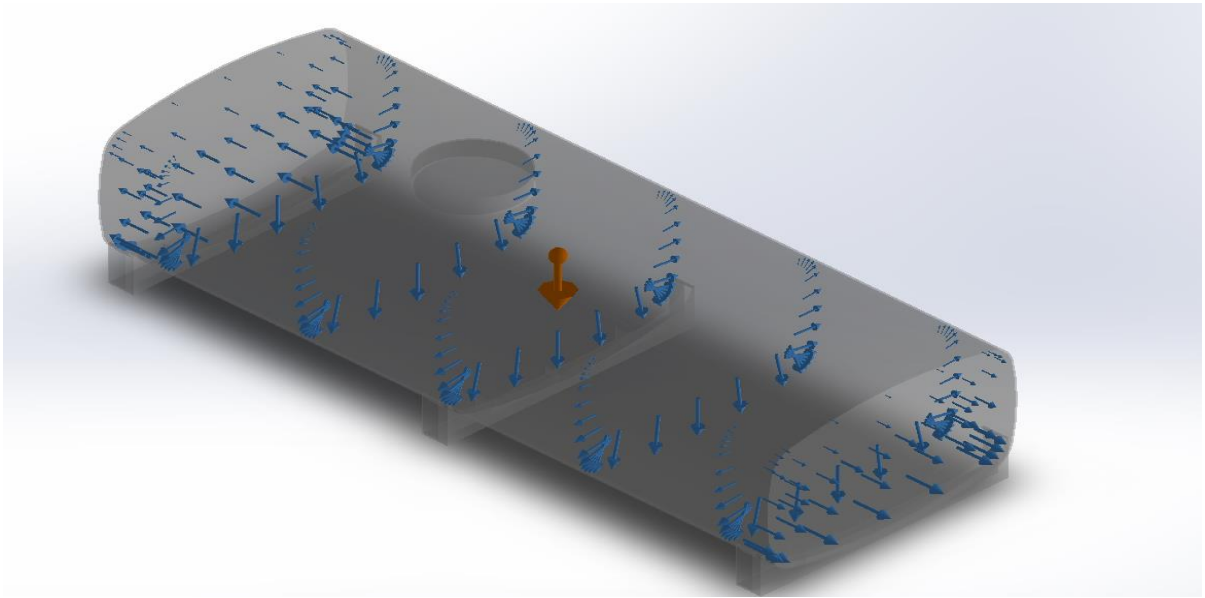


Рис. 2.3 Модель навантаження автоцистерни

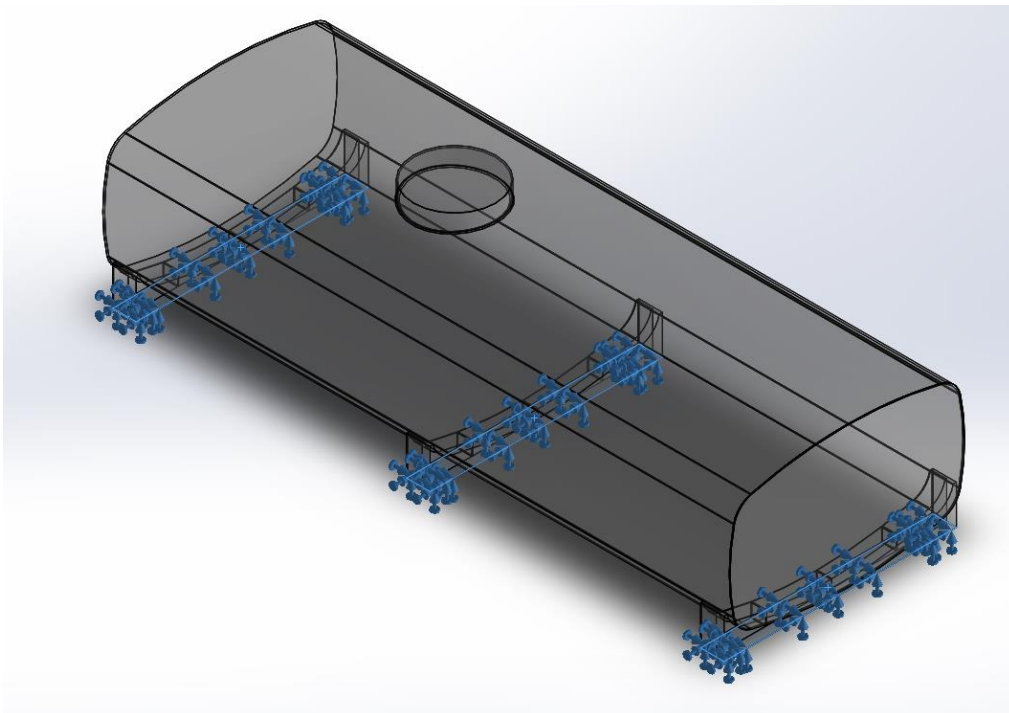


Рис. 2.4 Схема фіксування автоцистерни при розрахунку

Після цього було проведено розрахунок еквівалентних напружень за Мізесом. На рис. 2.5 приведено зображення розподілу полів напружено-деформівного стану конструкції автоцистерни.

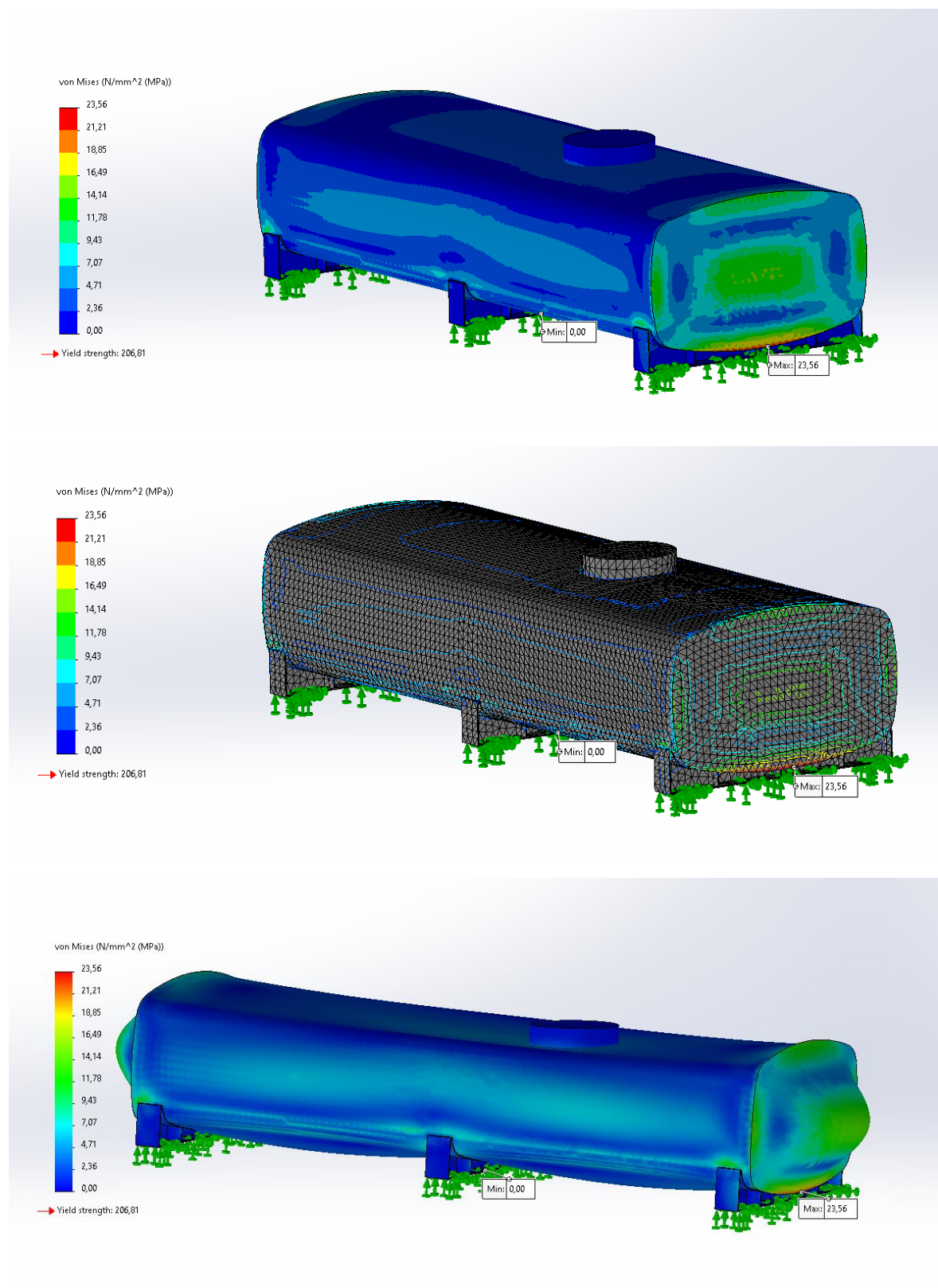


Рис. 2.5 Розподіл еквівалентних напружень за Мізесом

Аналіз результатів розрахунку дозволяє визначити місця концентрації максимальних еквівалентних напружень та їх величину. Максимальна величина напружень за результатами розрахунку становить $\sigma_{\max}=23,5$ МПа, і вони зосереджені в нижній частині боковин корпусу автоцистерни. Згідно отриманих результатів, максимальні переміщення корпусу автоцистерни (рис. 2.6) зосереджені в центральній частині боковин і становлять 1,33 мм.

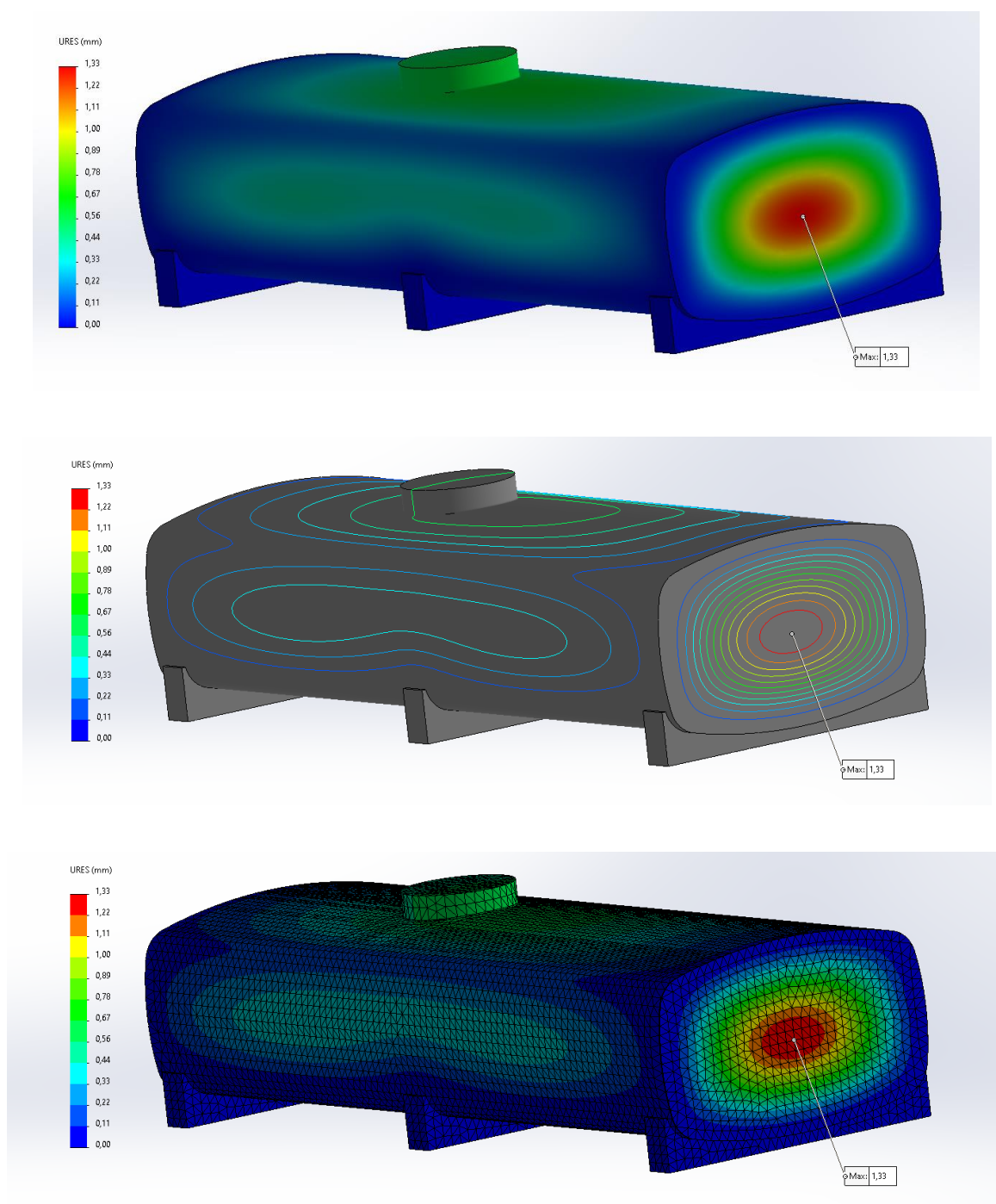


Рис. 2.6 Результати розрахунку переміщень

Також, за результатами розрахунку визначено максимальні та мінімальні деформації автоцистерни. Згідно представлених на рис. 2.7 зображень максимальні деформації теж зосереджені в нижній частині боковин автоцистерни і становлять $6,3 \cdot 10^{-5}$, а мінімальні – $0,36 \cdot 10^{-10}$. Було також визначено запас міцності конструкції, мінімальне значення якого становить 8,78 і знаходиться по периметру автоцистерни (рис. 2.8).

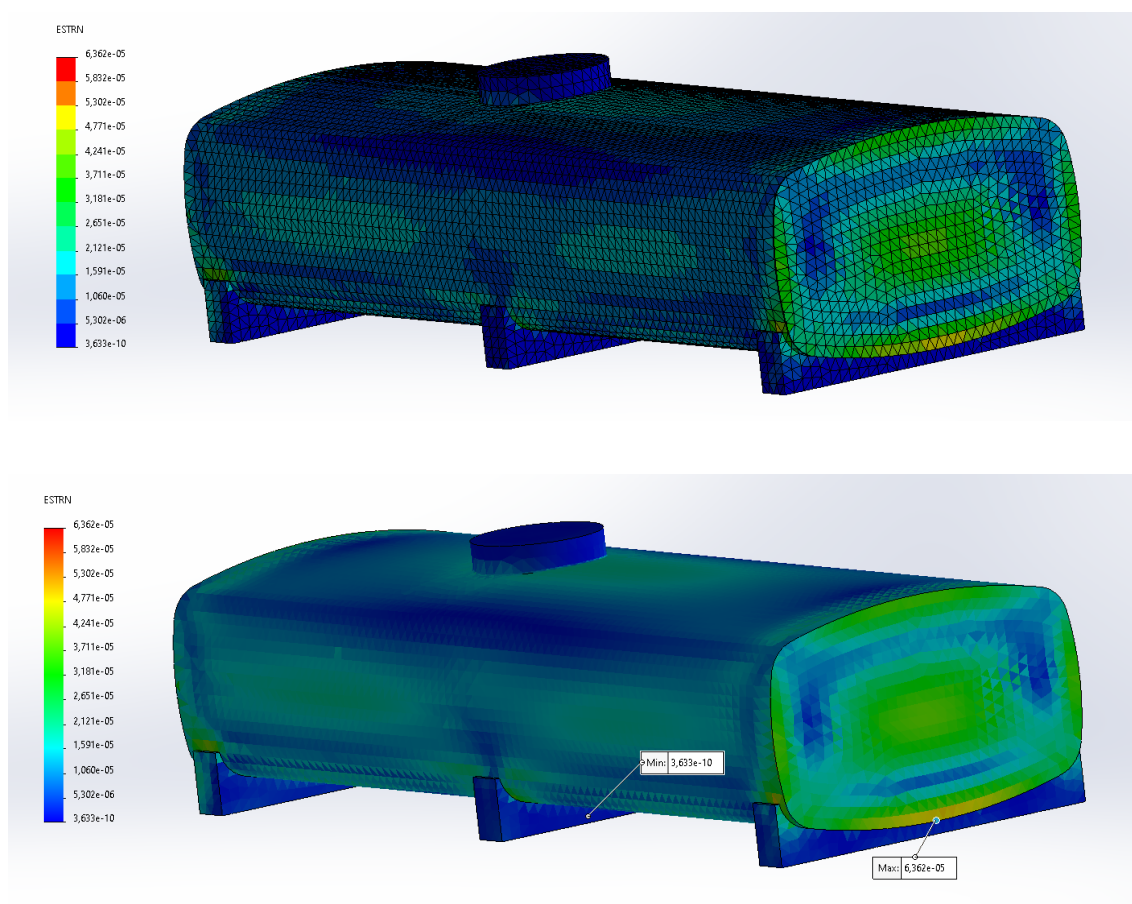


Рис. 2.7 Зображення результатів напружено-деформівного стану автоцистерни

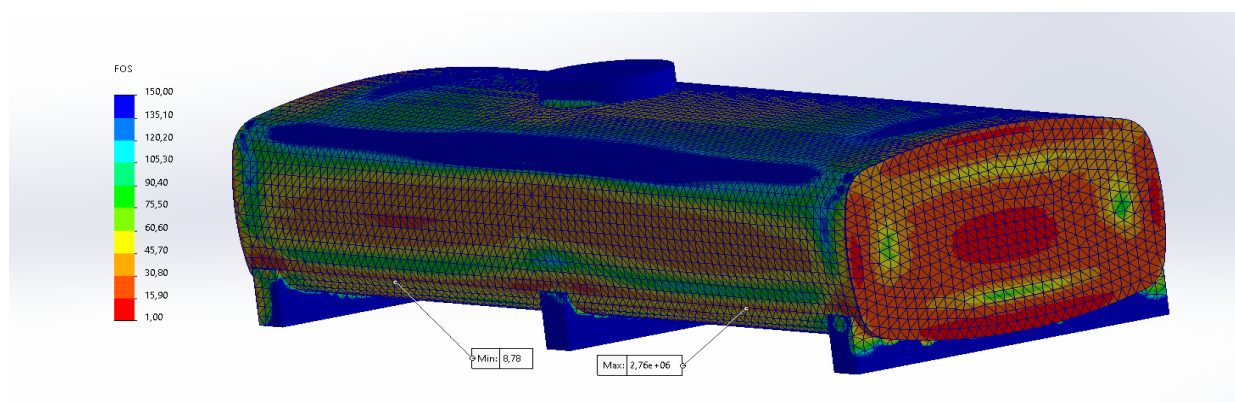


Рис. 2.8 Результати визначення коефіцієнта запасу міцності

Згідно стандартних даних, для зварних конструкцій мінімальний коефіцієнт запасу міцності повинен бути не менше 1,5 по відношенню до межі текучості матеріалу. Дослідження методом скінчено-елементного моделювання показали, що елементи конструкції підібрані вірно і при максимальному навантаженні автоцистерни значних деформацій з можливим пошкодженням цілісності і герметичності не буде.

На основі проведеного аналізу отриманих результатів можна передбачити при виробництві автоцистерни, розташування зварних з'єднань. Це дозволить забезпечити закладену конструкторами міцність конструкції і збільшити терміни експлуатації. З врахуванням отриманих результатів впливає, що розташування зварних швів при виготовленні цистерни слід здійснювати у частині з найменшими напруженнями та деформаціями, оскільки найменші міцнісні характеристики має біляшовна зона зварного шва.

Тому, при розробленні технології виготовлення автоцистерни необхідно дотримуватись запропонованих рекомендацій та отриманих результатів моделювання напружено-деформівного стану.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування способу зварювання.

Для зварювання розглядуваної в роботі зварної конструкції можна застосувати такі способи, як: ручне дугове покритим електродом (РДЗ), зварювання в захисних газах та під флюсом. Розглянемо переваги і недоліки кожного із перерахованих способів.

РДЗ або ММА (рис. 3.1.) (ручне електродугове зварювання покритим електродом). Дуга запалюється між металевим стержнем та поверхньою виробу розплавляючи кромки деталей і стержень із захисним покриттям. В результаті розплавлення цих елементів буде утворюватися зварювальна ванна.[1].

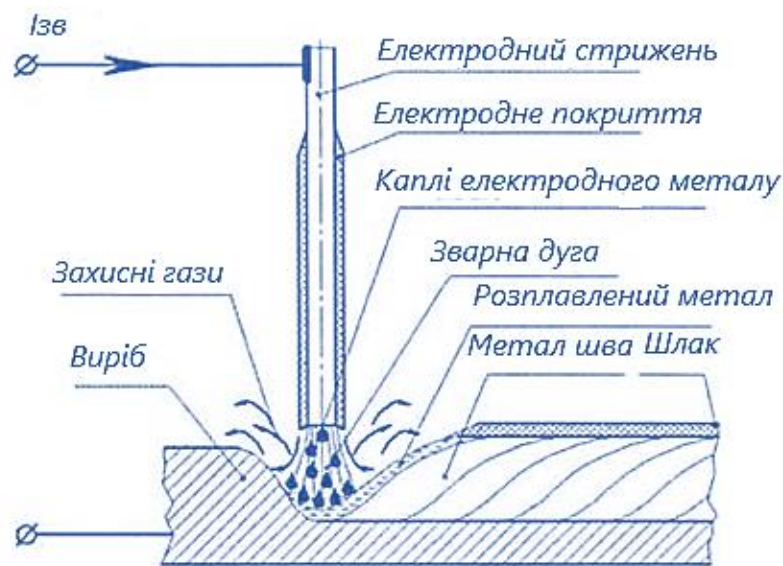


Рис. 3.1 – Схема зварювання покритим металевим електродом

Складовими частинами електрода є металевий стержень та захисне покриття. Захисне покриття складаються із багатьох різних компонентів які надають при процесі зварювання певні властивості. Ці компоненти поділяються на : газотворюючі, шлакотворюючі, легуючі, розкислюючі та пластифікатори.

Зварювання слід виконувати на заздалегідь підібраних режимах, виходячи із діаметру електрода, товщини з'єднуваних кромок та типу зварного шва.

Збудження дуги проводиться двома варіантами. Перший спосіб, це перпендикулярний відвід електрода на 2-5 мм від поверхні виробу, а другий – методом черкання електрода під певним кутом виробу. Переваги і недоліки РДЗ приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Переваги і недоліки РДЗ

Переваги методу:	Недоліки:
<ul style="list-style-type: none"> ▷ простота устаткування; ▷ можливість зварювання у всіх просторових положеннях; ▷ можливість зварювання у важкодоступних місцях; ▷ швидкий, за часом перехід від одного виду матеріалу до іншого; ▷ велика номенклатура металів, що зварюються. 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ великі матеріальні та тимчасові витрати на підготовку зварювальника; ▷ якість зварного з'єднання та його властивості багато в чому визначаються суб'єктивним фактором; ▷ низька продуктивність (пропорційна зварювальному струму, збільшення зварювального струму призводить до руйнування електродного покриття); ▷ шкідливі та важкі умови праці.

Сам процес зварювання у середовищі захисного флюсу (ЗФ) важко порівняти із іншими способами зварювання. При зварюванні дуга запалюється так само як і в MIG, MAG, TIG від зварювального дроту чи електрода до поверхні деталі яка зварюється. Але сам захист зварювальної ванни значно відрізняється від інших типів зварювання. В нашому випадку флюс який потрапляє у зварювальну ванну спеціальним механізмом розплавляється за допомогою температури дуги та зварювальної ванни та надійно захищає її і забезпечують стабільність горіння дуги. Горіння дуги відбувається в утвореній газовій камері яка утворилася в результаті розплавлення флюсу. Флюс при плавленні утворює

захисний шар який повністю покриваю ванну, та при кристалізації ванни він стає у вигляді шлаку який знаходиться на поверхні шва. Також цей тип зварювання оснащений автоматичною подачею дроту який забезпечує безперервну подачу дроту у зону зварювання. [1,6].

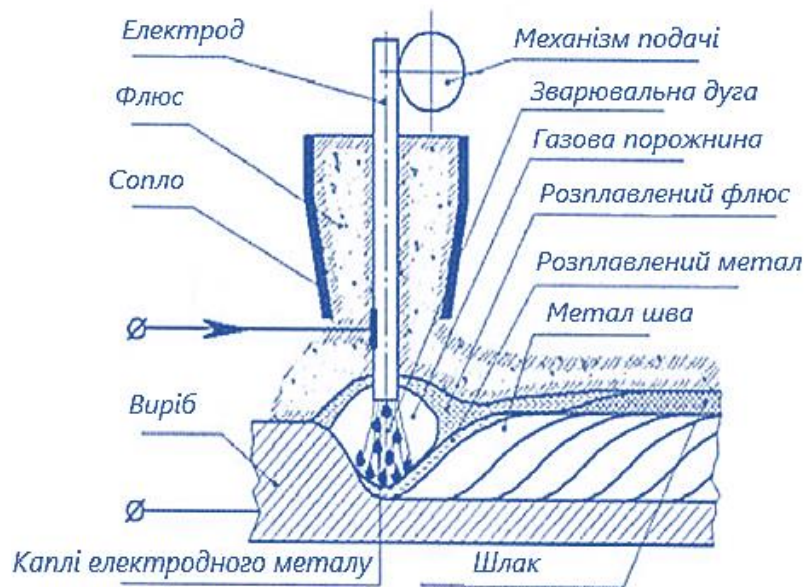


Рис. 3.2 - Схема процесу ЗФ

Автоматичне зварювання виконують електродним дротом діаметром 2 - 6мм. При зварюванні маловуглецевих сталей у флюсі, найчастіше використовують АН-348-А та ОСЦ-45 та низьковуглецеві електродні дроти Св-08 та Св-08А. Для зварювання конструкцій які підлягають високим навантаженням і виконують свою роботу в агресивних середовищах, також забруднений матеріал проводять зварювання дротом Св-08ГА. Також ті ж самі флюси та електродні дроти використовуються для зварювання конструкцій із низьколегованих сталей, дроти Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2 та ін. [1].

Для забезпечення пластичних властивостей металу шва та навколошовної зони на рівні властивостей основного металу у слід вибирати режими, що забезпечують отримання швів підвищеного перерізу, застосовувати двохдугове зварювання або проводити попередній підігрів металу до 150-200 °С. Переваги і недоліки способу ЗВ приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Переваги і недоліки ЗФ

Переваги методу:	Недоліки:
<ul style="list-style-type: none"> • підвищена продуктивність; • мінімальні втрати електродного металу (трохи більше 2%); • відсутність бризок; • максимально надійний захист зони зварювання; • мінімальна чутливість до утворення оксидів; • дрібно-луската поверхня металу шва у зв'язку з високою стабільністю процесу горіння дуги; • не потрібні захисні пристрої від світлового випромінювання, оскільки дуга горить під шаром флюсу.; • низька швидкість охолодження металу забезпечує високі показники механічних властивостей металу шва; • відсутній вплив суб'єктивного фактора. 	<ul style="list-style-type: none"> • трудовитрати з виробництвом, зберіганням та підготовкою зварювальних флюсів; • проблеми коригування положення дуги щодо кромки виробу, що зварюється; • несприятливий вплив на оператора; • немає можливості виконувати зварювання у всіх просторових положеннях без спеціального обладнання.

Зварювання у захисних газах (ЗГ). При зварюванні електродом, що плавиться в захисних газах (рис. 3.3), в зону дуги, що горить між плавким електродом і виробом від редуктора потрапляє захисний газ із певним тиском. Газ слугує бля захисту металу ванни, від речовин які знаходяться у повітрі. Дуги

розплавляє поверхню виробу і дріт в зоні зварювання. Рідкий метал який знаходиться у ванні при зменшенні температури переходить у твердий стан і формує шов [1,6].

При зварюванні маловуглецевих високолегованих сталей для захисту розплавленого електродного металу та металу зварювальної ванни застосовують інертні гази або суміші аргону з вуглекислим газом до 30 %. Аргон в якості захисного середовища застосовують тільки при зварюванні конструкцій відповідального призначення [7].

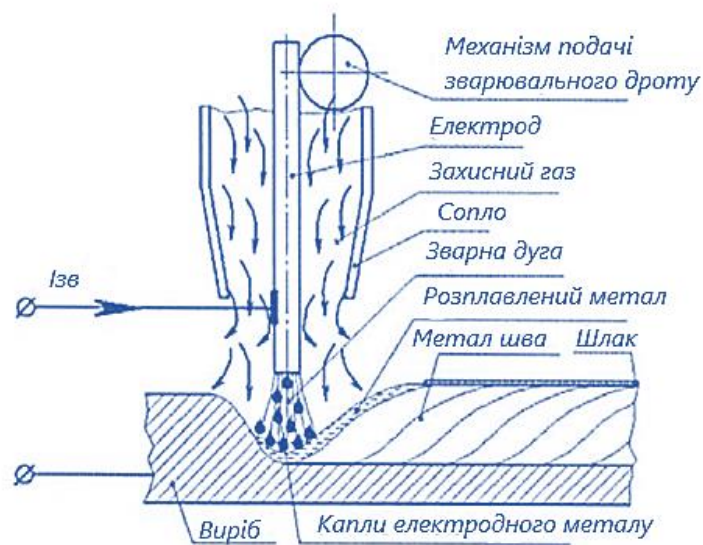


Рис. 3.3 - Зварювання електродом, що плавиться, в захисних газах

При автоматичному і напівавтоматичному зварюванні плавким електродом швів, розташованих у різних положеннях, можна зварювати дротом до 1,2 мм, а при нижньому положенні — діаметром 0,8— 1,6 мм.

Структура та властивості металу швів та навколошовної зони залежать від дроту який ми використовуємо та його склад і головні властивості, та взаємодія із основним металом, режиму зварювання. Вплив цих умов та технологічні рекомендації приблизно такі ж, як і при ручному дуговому зварюванні та зварюванні під флюсом.

При зварюванні конструкційних сталей у захисному газі аргон зварне з'єднання буде зварене із невисокою якістю та із поганим формуванням шва. Але

при додаванні до аргону незначної кількості вуглекислого газу чи кисню якість з'єднання значно збільшиться та дуга буде більш стабільна. Тому для зварювання конструкційних сталей слід використовувати суміші аргону та кисню чи CO^2 .

Суміш аргону та кисню (1 – 5%) покращують технологічні властивості тому що кисень робить більш щільнішим метал при зварюванні, метал краще сплавлюється, зварювання в суміші проходить більш продуктивно та зменшує ймовірність появи дефектів.

Підвищення вмісту кисню в захисному газі призводить до утворення пор у металі шва. Для зварювання легованих сталей може застосовуватися аргон з добавкою 10- 20 % CO^2 . Ця суміш покращує характеристику з'єднання, форми шва стає кращою. Переваги і недоліки ЗГ приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 3.3 Переваги і недоліки ЗГ

Переваги :	Недоліки:
<ul style="list-style-type: none"> ➤ висока якість зварних з'єднань на різноманітних металах та сплавах різної товщини; ➤ можливість зварювання в різних просторових положеннях. ➤ можливість візуального спостереження за утворенням шва, що особливо важливо при напівавтоматичному зварюванні; ➤ відсутність операцій із засипання та збирання флюсу та видалення шлаку; ➤ висока продуктивність та легкість механізації та автоматизації; ➤ низька вартість при використанні активних захисних газів 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ необхідність застосування захисних заходів проти світлового та теплового випромінювання дуги.

Для виготовлення автоцистерни із сталі 12Х18Н9Т, з урахуванням її конструктивних параметрів і типу виробництва, будемо застосовувати автоматичне зварювання захисних газів.

РДЗ є не продуктивним, потребує великої витрати часу. Застосування ЗФ для з'єднання малих товщин недоцільно, оскільки коефіцієнт наплавлення та продуктивність зварювання ЗГ вище ніж у зварювання ЗФ.

Для зварювання нержавіючої сталі застосовують зварювання в середовищі захисного газу - аргон. Підвищення стабільності горіння дуги і особливо зниження ймовірності утворення пор, здійснюють шляхом застосування суміші аргону з киснем або вуглекислим газом (до 10%). Для сталі даного виробу застосовуватимемо суміш газів $Ar + 3\% O_2$.

Для гарантованої корозійної стійкості зварного шва необхідно отримати зварний шов із вмістом фериту 6-10%.

Визначимо клас сталі 12Х18Н9Т за діаграмою Шеффлера [8]:

$$E_{Ni} \sim Ni + 30C + 0,5Mn \quad (3.1)$$

$$E_{Cr} = Cr + Mo + 1,5Si + 0,5Nb \quad (3.2)$$

Підставимо значення:

$$3Ni = 9,5 + 30 \cdot 0,12 + 0,5 \cdot 2 = 14,1\%$$

$$E_{Cr} = 19 + 1,5 \cdot 0,8 = 20,2 \%$$

Отримані дані зображено на рисунку 3.4.

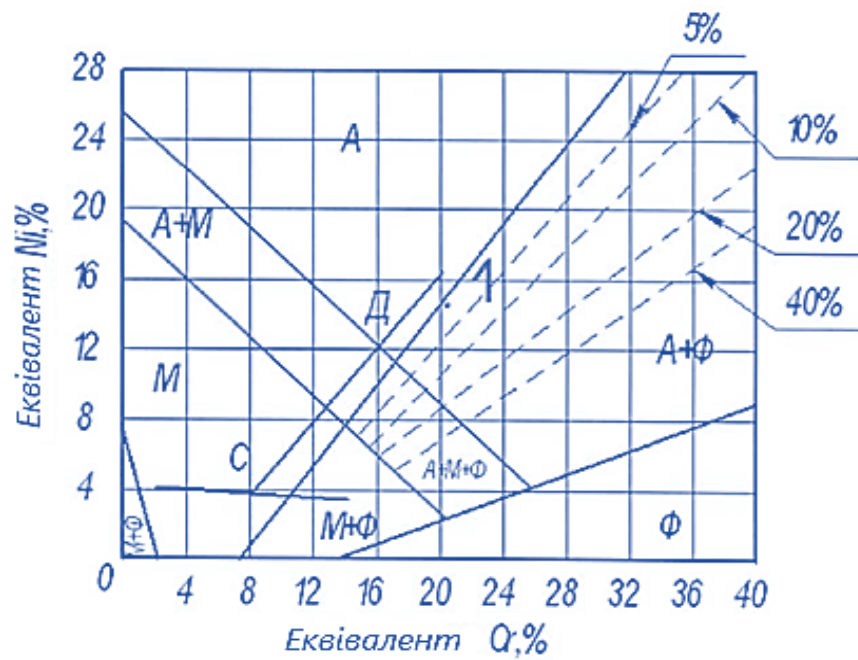


Рис. 3.4 – Сталь 12Х18Н9Т (точка 1)

Для автоматичного і напівавтоматичного зварювання сталі 12Х18Н9Т найчастіше рекомендують застосовувати дріт: Св-08Х19Н10Б, Св-06Х21Н7БТ, Св-04Х22Н10БТ, Св-05Х20Н9ФБС [9]. Для зварювання цистерни вибираємо дріт Св-06Х21Н7БТ, хімічний склад приведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Хімічний склад зварювального дроту Св – 06Х21Н7БТ, %

C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	Ti	P	S
0,08	<0,8	1-2	20-22	6,8-7,8	0,6-1	0,3-0,6	<0,025	<0,025

Визначимо клас сталі 12Х18Н9Т за діаграмою Шеффлера.

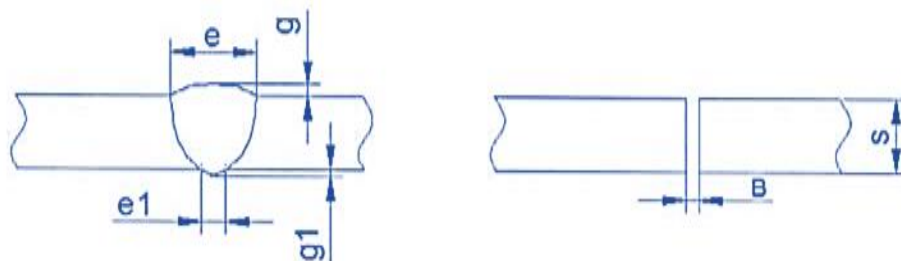


Рис. 3.5 - Схема зварного з'єднання С4

Для цього скористаємося формулами:

$$F_{зв} = F_{пр} + F_e + F_{e1} \quad (3.3)$$

$$F_{пр} = \pi \cdot \frac{e}{2} \cdot \frac{j}{2} \quad (3.4)$$

$$j = S + q1 \quad (3.5)$$

$$j = 5 + 1,5 = 6,5 \text{ мм}$$

$$F_{пр} = 3,14 \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{6,5}{2} = 25,5 \text{ мм}^2$$

$$F_{зв} = 25,5 + 17,52 + 6,57 = 49,6 \text{ мм}^2$$

де: F_e – площа січення верхнього підсилення шва;

F_{e1} – площа січення нижнього валика шва площа основного металу:

$$F_{осн} = F_{зв} - F_H \quad (3.6)$$

$$F_{осн} = 49,6 - 40,1 = 9,5 \text{ мм}^2$$

Для визначення вмісту кожного з елементів складу зварного шва використаємо формулу:

$$N_{ісв} = F_H + N * N_{пр} + F_{осн} + N * N_{осн} \quad (3.7)$$

$$E_{ісв} = 8,3 + 30 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 1,8 = 12,2\%$$

$$E_{сгв} = 19,1 + 1,5 \cdot 0,8 = 20,3\%.$$

Отримані дані відобразимо на рис 3.6.

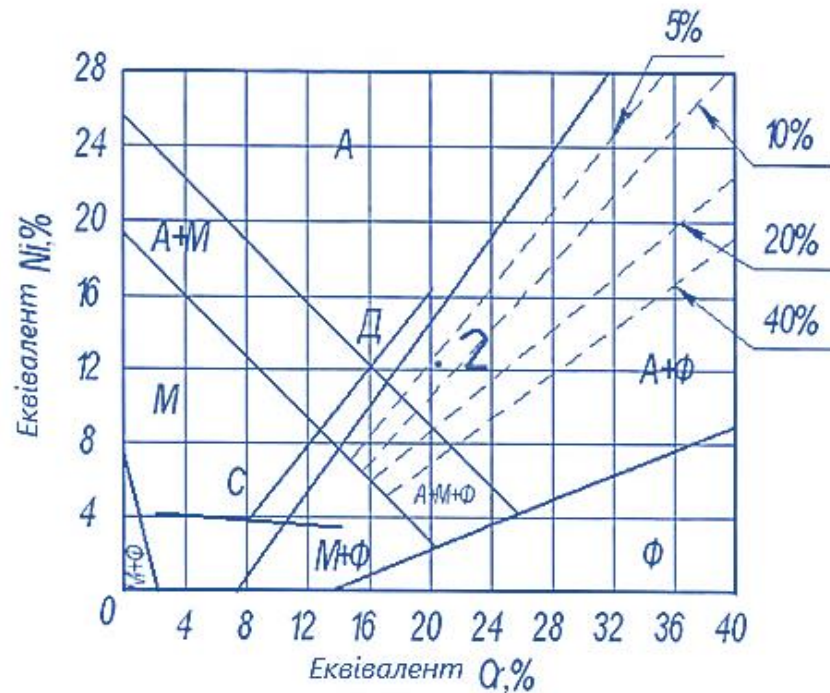


Рис. 3.6 – Метал зварного шва (точка 2)

Необхідно отримати метал зварного шва з вмістом фериту в кількості 6-10% для забезпечення необхідної корозійної стійкості.

Зварювальний дріт Св-06Х21Н7БТ дозволяє отримати зварний шов з необхідною кількістю ферита (біля 6%).

Для отримання якісних зварних з'єднань проведемо розрахунок режимів зварювання згідно літератури [1,6]. Схема з'єднання, яке застосовуються при виготовленні автоцистерни зображено на рис. 3.5.

Необхідна глибина проплавлення:

$$h_p = S - 0,5b \quad (3.8)$$

$$h_p = 5 - 0,5 \cdot 2 = 4 \text{ мм}$$

Розрахунок площі наплавленого металу:

$$F_{НС4} = F_{п} + F_{п1} + F_L \quad (3.9)$$

$$F_{\Pi} = 0,73 \cdot e \cdot q \quad (3.10)$$

$$F_{\Pi} = 0,73 \cdot 12 \cdot 2 = 17,5 \text{ мм}^2$$

$$F_{\Pi} = 0,73 \cdot e_1 \cdot q_1 \quad (3.11)$$

$$F_{\Pi 1} = 0,73 \cdot 6 \cdot 1,5 = 6,6 \text{ мм}^2$$

$$F_0 = b \cdot S \quad (3.12)$$

$$F_0 = 7 \cdot 2 = 14 \text{ мм}^2$$

$$F_{Hc4} = 17,5 + 6,6 + 14 = 38,1 \text{ мм}^2$$

$$F_{Hc5} = F_{\Pi} + F_L \quad (3.13)$$

$$F_{Hc5} = 17,5 + 14 = 31,5 \text{ мм}^2$$

Розрахунок діаметру зварювального дроту:

$$d_{\Pi} = k_d \cdot F_H^{0,625} \quad (3.14)$$

$$d_{\Pi 4} = 0,036 \dots 0,016 \cdot 38,1 = 0,6 \dots 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{\Pi 5} = 0,036 \dots 0,016 \cdot 31,50 = 0,5 \dots 1,2 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{\Pi} = 1,6 \text{ мм}$.

Розрахунок величини зварювального:

$$I_{зв} = \left(\frac{h_p}{k_d}\right) 100 \quad (3.15)$$

$$k_d = 2,1$$

$$I_{ЗВ} = (7/2.1) \cdot 100 = 330A$$

Виліт електродного дроту:

$$l_{ел} = 10 \cdot d \quad (3.16)$$

$$l_{ел} = 10 \cdot 1,6 = 16мм$$

Коефіцієнт розплавлення:

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{св0,32} \cdot l_{e0,39} \cdot \frac{1}{de \cdot 0,64} \quad (3.17)$$

$$\alpha_p = 1,21 \cdot 330 \cdot 160,39 \cdot 1/de \cdot 0,64 = 16,6 \text{ гр/А} \cdot \text{год}$$

Величина густини струму:

$$j = \frac{4 \cdot I_{ЗВ}}{\pi \cdot de^2} \quad (3.18)$$

$$j = \frac{4 \cdot 330}{3.14 \cdot 1.6^2} = 164.3 \text{ А/м}^2$$

Коефіцієнт наплавлення:

$$\alpha_n = \alpha_p \frac{100 - \psi_M}{100} \quad (3.19)$$

$$\psi_n = 3\%$$

$$\alpha_n = 16,6 \frac{100 - 3}{100} = 16,1$$

Швидкість зварювання:

$$V_{ЗВ} = \frac{\alpha_n \cdot I_{ЗВ}}{3600 \cdot \rho \cdot F_n} \quad (3.20)$$

де $\rho = 7.8 \text{ г/см}^3$.

$$V_{зв4} = \frac{16,1 \cdot 330}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,38} = 0,5 \text{ см/сек} = 18 \text{ м/год}$$

$$V_{зв4} = \frac{16,1 \cdot 330}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,31} = 0,6 \text{ см/сек} = 21,6 \text{ м/год}$$

Напряга дуги:

$$U_d = 15 + 0,05 \cdot I_{зв} \quad (3.21)$$

$$U_d = 15 + 0,05 \cdot 330 = 35 \text{ В}$$

Енергія:

$$q_n = I_{св} \cdot U_d \cdot \eta V_{св} \quad (3.22)$$

$$\eta = 0,75$$

$$q_{пс4} = \frac{330 \cdot 31,15 \cdot 0,75}{0,5} = 15592,5 \text{ Дж/см}$$

$$q_{пс5} = \frac{330 \cdot 31,15 \cdot 0,75}{0,6} = 12993,75 \text{ Дж/см}$$

Коефіцієнт форми провару:

$$\psi_{пр} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{зв}) \frac{d_e \cdot U_d}{I_{св}} \quad (3.23)$$

$K' = 0,92$ (при $j \geq 120 \text{ А/мм}^2$ для постійного струму зворотньої полярності)

$$\psi_{пр} = 0,92 (19 - 0,01 \cdot 330) \frac{1,6 \cdot 31,5}{330} = 2,2$$

Перевіримо глибину проплавлення:

$$h = 0,81 \sqrt{q_n / \psi_{пр}} \quad (3.24)$$

$$h = 0.81\sqrt{15592,5/2,2} = 6,8\text{мм}$$

Швидкість подачі електродного дроту:

$$V_{\text{пп}} = \frac{4V_{\text{св}} \cdot F_{\text{н}}}{\pi d_{\text{е}}^2}$$

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 0,016} = 16 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 576 \text{ м/год}$$

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 0,33}{3,14 \cdot 0,016} = 13,2 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 475,2 \text{ м/год}$$

Для забезпечення і реалізації процесу зварювання на розрахованих режимах вибираємо зварювальний автомат А-1406 (рис. 3.7) з випрямлячем КИГ-401 (рис. 3.8). Технічна характеристика запропонованого обладнання приведено у таблиці 3.5 та 3.6 відповідно [10,11].



Рис. 3.7 Зварювальний автомат А-1406 [10]



Рис. 3.8 Зварювальний випрямляч КИУ-501 [10]

Таблиця 3.5 Технічна характеристика автомата А – 1406 [10,11]

Назва параметра	Величина з КИУ-501
Номінальна напруга мережі, В	380
Частота струму мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А	500
	при ПВ=60%
Діапазон регулювання струму, А	60 - 500
Діаметр електродного дроту, мм:	
- суцільного під флюсом	1,6 - 2,0
- суцільного в захисних газах	1,2 - 2,0
- порошкового	2,0 - 3,0
Межі плавного регулювання швидкості подачі дроту, м/год	17 - 553
Вертикальне переміщення зварювальної головки, хід, мм	500
Регулювання кута нахилу електрода (мундштука), град	±30 ручне
Флюсоапаратура:	
- об'єм флюсобункера, дм ³	40
- витрати повітря, м ³ /год	20
- висота насипання флюсу, м	2
Витрати захисного газу, л/год	300-1800
Маса, кг:	185
Габаритні розміри, мм:	1010×890×1725

Таблиця 3.6 Технічна характеристика випрямляча КИУ – 501 [10,11]

Назва параметру	ЗНАЧЕННЯ
Номінальна напруга мережі живлення, В	3x380
Частота струму мережі живлення, Гц	50
Номінальний зварювальний струм при ПВ=60% та циклі зварювання 10хв., А	500
Межі плавного регулювання зварювального струму, А:	
- падаючі	50-500
- жорсткі	60-500
Межі регулювання робочої напруги, В:	
- падаючі	22-46
- жорсткі	18-50
Номінальна споживана потужність, кВА	40
Напруга холостого ходу, В	85
Маса, кг	230
Габаритні розміри, мм	730×590×830

3.2 Опис технологічного процесу виготовлення автоцистерни

Процес виготовлення автоцистерни включає в себе ряд технологічних операцій, з метою забезпечення якості продукції та ефективності виробництва. Послідовність та зміст виконуваних операцій здійснюють в наступному порядку:

010. Транспортування листів та днищ зі складу та контроль якості поверхні металу. Для реалізації цієї операції застосовують кран-балку до 3т та підкранові візки.

015. Правлення. На цій операції здійснюють правлення стандартних листів на листоправильній машині для видалення вм'ятин, серповидності та ін. Дана операція реалізується за допомогою Bendmak BPSM 10/05 (рис. 3.9).

020. Різання. Виконують різання заготовок відповідно до креслень. Установка для плазмового різання Aural серії CNCDT-3000 (рис. 3.10).



Рис. 3.9 Вигляд машини Bendmak BPSM 10/05 [12]



Рис. 3.10 Вигляд установки Aural серії CNC DT-3000 [12]

025. Зачищення вирізаних деталей. Кутошліфувальна машинка УШМ-1100/125 Е».

030. Контроль розмірів та геометричної форми заготовок відповідно до креслення використовуючи лінійки та косинці.

035. Вальцювання отриманих заготовок. Звальцювати із листів 1500*4710*5мм обичайки 3 шт та два днища-боковини. Для цього застосовують машину 3 OHS 3070x400 OSTAS (рис. 3.11) та BFM8xD (рис. 3.12).



Рис. 3.11 Листозгинальна машина 3 OHS 3070x400 OSTAS [12]

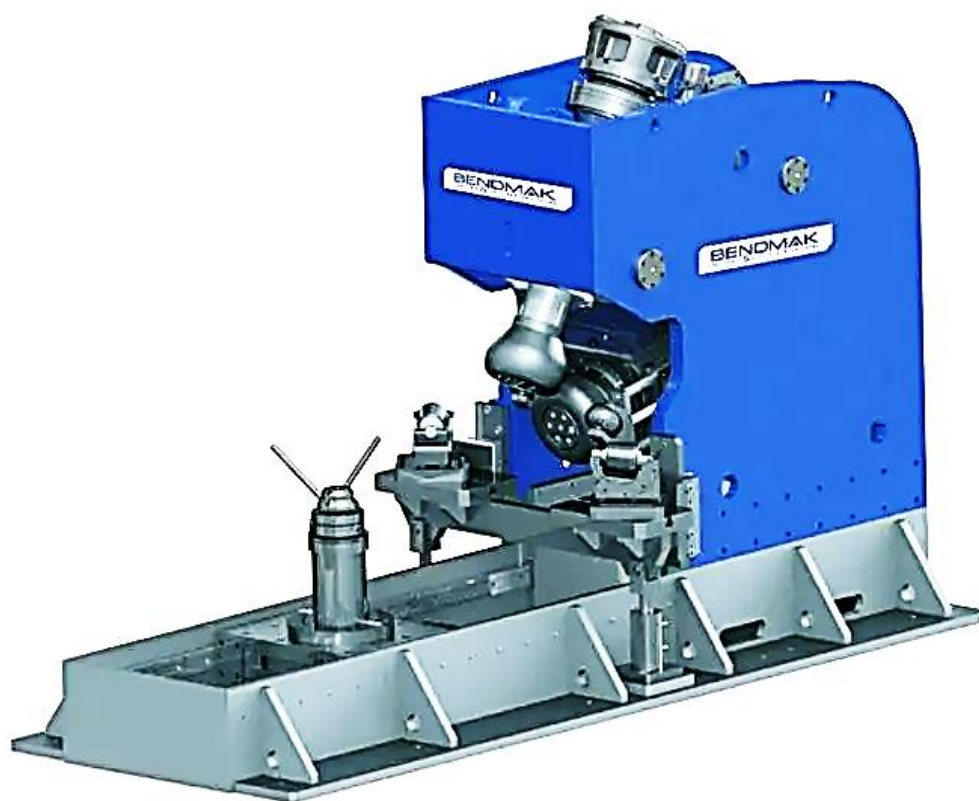


Рис. 3.12 Машина для відбортування кромки днищ BFM8xD [12]

040. Складання поздовжніх стиків. Складання здійснюють на спеціальному стенді, в який встановлюють еліпсоподібну попередньо-звальцьовану заготовку, де здійснюють вирівнювання її торців та встановлюють необхідний зазор стикового шва. Виконуються прихватки напівавтоматичним дуговим зварюванням.

045. Контроль складеної обичайки. Контроль зазорів. Лінійка, вимірювальна рулетка.

050. Зварювання. Цей процес реалізують на спеціальній установці, в якій встановлюють попередньо-складену еліпсоподібну обичайку. Зварювання здійснюють на мідній знімній підкладці. Для цього застосовують зварювальний автомат А1406 з випрямлячем КИУ-501, дріт Св-06Х21Н7БТ діаметром 1,6 мм та суміш газів $Ar + 3\%O_2$.

055. Очищення. Видалення бризок від прихваток та окалини від зварювання. Видалення вступних та вивідних планок. Кутошліфувальна машинка.

060. Контроль якості зварного шва. Перевіряють чи не має пропалів, підрізів та свищів. При їх наявності необхідно провести операції по їх усуненню.

065. Складання обичайок між собою та обичайок з днищами. Складання проводять на установці для складання обичайок з днищами. За допомогою 2х гідравлічних центраторів обичайкам надається правильна форма. Встановлюється зазор між обичайками 2 мм. Прихватки виконуються ручним дуговим зварюванням. Виконується прихватки технологічних підкладок, що залишаються. Аналогічна операція виконується під час складання обичайки з днищами.

070. Зварювання обичайок між собою та обичайок з днищами. Складена конструкція автоцистерни чемоданного (еліпсоїдного) типу встановлюється на стенд для зварювання кільцевих швів обичайок із днищами (рис. 3.13). Зварювання обичайок між собою виконується в 1 прохід. Для цього застосовують зварювальний автомат А-1406 із КИУ-501, підкладку, що залишається, дріт Св-

06Х21Н7БТ діаметром 1,6 мм та суміш газів Ar + 3% O₂. Зварювання виконують на розрахованих параметрах в п. 3.1.



Рис. 3.13 Установка для зварювання автоцистерни [12]

075. Очищення. Видалення бризок від прихваток та окалини від зварювання.

080. Складання. Виконати складання люка та цистерни.

085. Зварювання. Виконати зварювання люка та цистерни напівавтоматичним способом в захисних газах.

090. Контроль. Візуальний контроль якості зварних швів та гідравлічне випробування. Також ультразвуковим дефектоскопом NOVOTEST УД-3701 (рис. 3.14) проводять контроль зварних швів та візуальний контроль геометрії виробу відповідно до креслення.

095. Складування. Готова цистерна поступає на склад готової продукції.

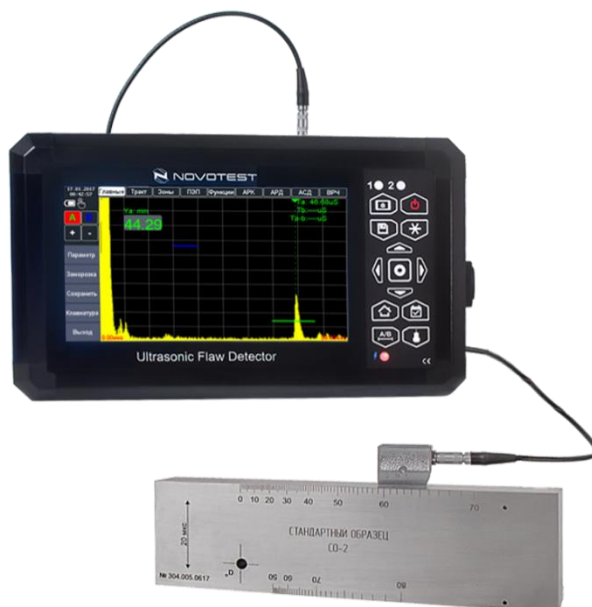


Рис. 3.14 – Дефектоскоп NOVOTEST УД-3701 [13]

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок порталу для переміщення зварювального автомата А-1406

Зварювання автоцистерни чемоданного типу проводимо за допомогою зварювального порталу на якому розміщений автомат А-1406. Згідно літератури [14] проведемо його розрахунок. Розрахункова схема порталу приведена на рисунку. 4.1. Вихідні дані для розрахунку: $V_{зв} = 20$ м/год, $G = 15$ кН, $l_1 = 0.5$ м, $l_2 = 1.5$ м, $l = 2.5$ м.

Визначаємо реакції ходових коліс та ролика:

$$Q_1 l_2 = G(l_1 + l_2), \quad Q_1 = \frac{G(l_1 + l_2)}{l_2}, \quad Q_1 = 20 \text{Н}; \quad (4.1)$$

$$Q_2 l_2 = G l_1, \quad Q_2 = \frac{G l_1}{l_2}, \quad Q_2 = 5 \text{Н}; \quad (4.2)$$

$$Q_3 l = Q_1(l - l_1), \quad Q_3 = \frac{Q_1(l - l_1)}{l}, \quad Q_3 = 16 \text{Н}; \quad (4.3)$$

$$Q_4 l = Q_1 l_1, \quad Q_4 = \frac{Q_1 l_1}{l}, \quad Q_4 = 4 \text{Н}. \quad (4.4)$$

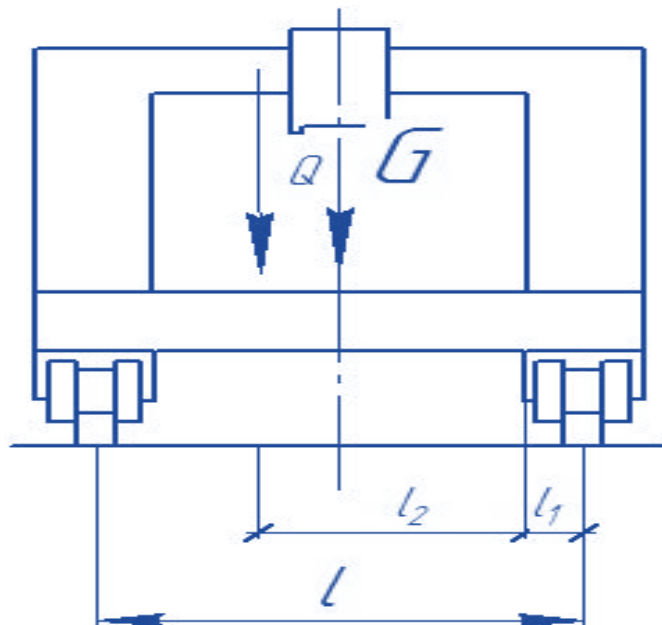


Рис. 4.1 - Розрахункова схема порталу [14]

Визначаємо радіус r_1 ходових коліс (рис. 4.2):

$$\sigma_e = 0,167k_f \sqrt{\frac{PE}{hr_1}} \leq [\sigma] \text{ звідки } r_1 = \left(\frac{0,167k_f}{[\sigma_e]} \right)^2 \frac{PE}{h}, \quad (4.5)$$

де $k_f = 1,05$ – коефіцієнт впливу тангенціальних сил тертя ;

$h = 0,06$ м – ширина контактної поверхні;

$E = 2E_1E_2/(E_1 + E_2)$ – модуль пружності $E = 2,1 \times 10^6$ МПа;

$E_1 = E_2 = 2,1 \times 10^6$ МПа – модулі пружності колеса та рейки, сталь 65Г;

$P = Q_{max}$ – максимальне навантаження на колесо, н;

$[\sigma_e] = 70$ МПа – допускане контактне напруження для сталі 65Г.

$$r_1 = \left(\frac{0,167 \cdot 1,05}{70} \right)^2 \frac{20 \cdot 10^{-4} \cdot 2,1 \cdot 10^6}{0,06} = 0,3 \text{ м}$$

Приймаємо радіус колеса $r_1 = 30$ см, тоді діаметр $D_{хк} = 2r_1 = 60$ см,
діаметр опорного катка $D_{ок} = 60$ см.

Визначаємо згинальний момент в осі опорного катка, $a = 35$ см (Рис. 4.3):

$$M_{з21} = Q_2 a \quad (4.6)$$

$$M_{з2} = 20 \cdot 0,35 = 7 \text{ Нм}$$

Тоді діаметр осі опорного катка

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{10M_{з2}}{[\sigma]}} \quad (4.7)$$

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 7}{70 \cdot 10^6}} = 0,5 \text{ м.}$$

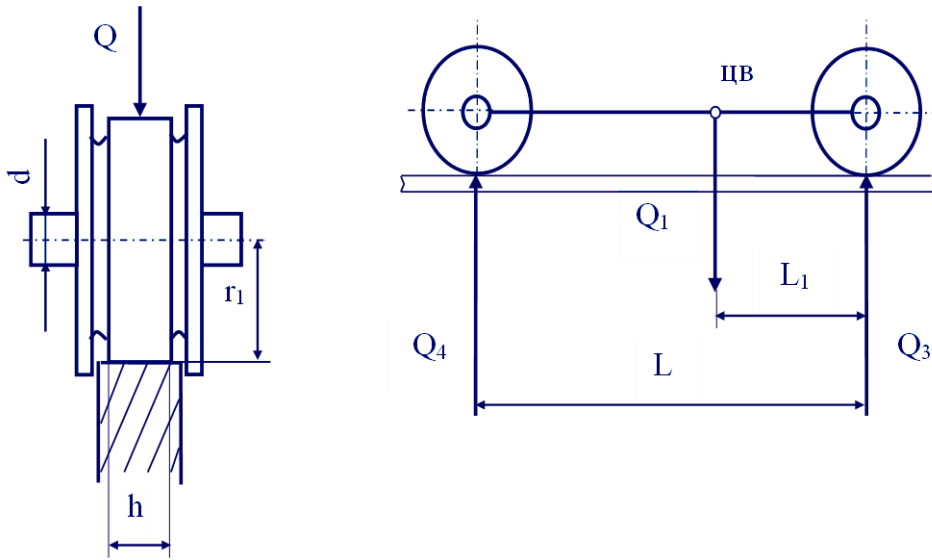


Рис. 4.2 – Схема розподілу сил на колеса однієї рейки [14]

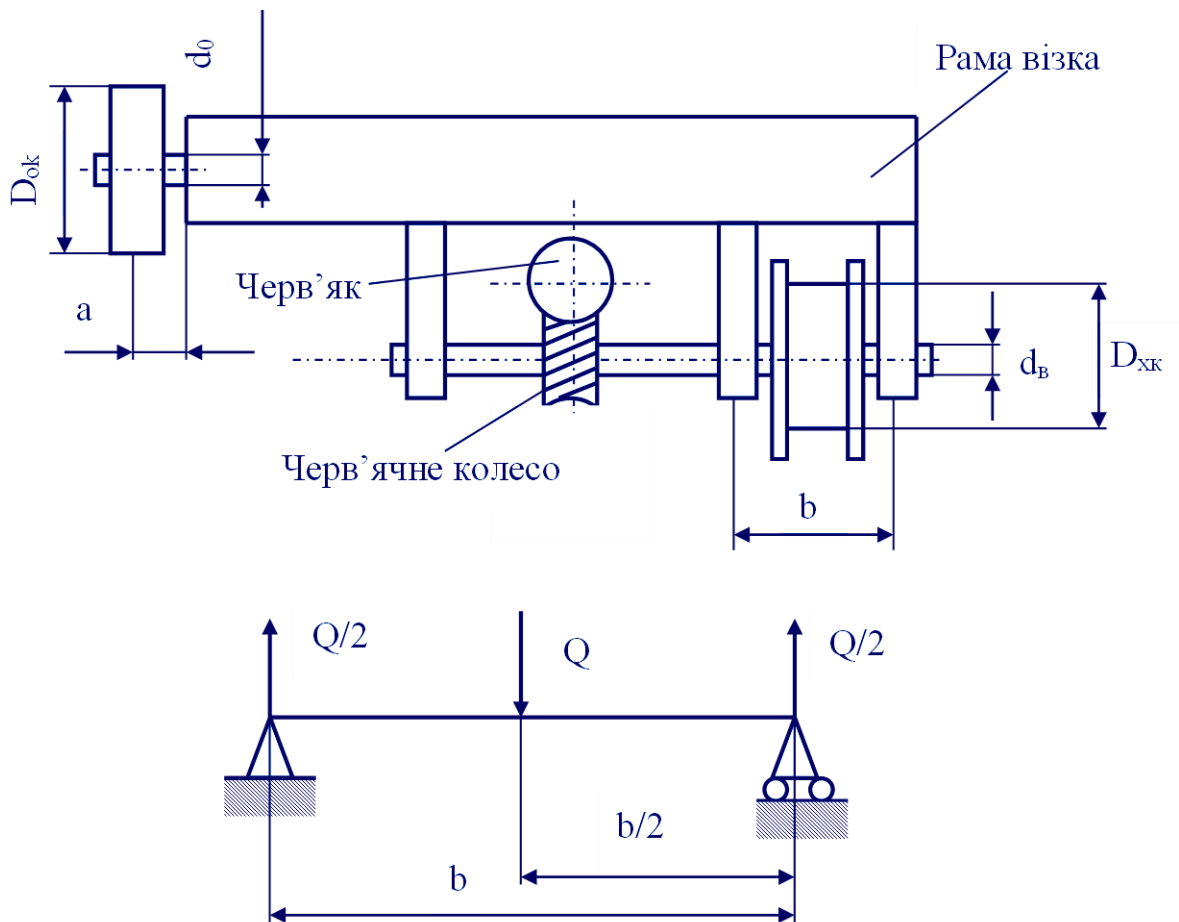


Рис. 4.3 – Конструктивна та розрахункова схеми візка [14]

Відстань між центрами підшипників приймаєм $b = 5$ см.

Тоді:

$$M_{зз2} = \frac{Q_3 b}{4} \quad (4.8)$$

$$M_{зз2} = \frac{16 \cdot 0.05}{4} = 2 \text{ Нм}$$

Розраховуємо опір переміщенню візка по рейкам

$$W_T = \sum_1^n Q_1 k_p \frac{f_n d + 2\mu_k}{D_{ок}} + Q_2 k_p \frac{f_n d + 2\mu_k}{D_{ок}} + Q_3 k_p \frac{f_n d + 2\mu_k}{D_{хк}} + Q_4 k_p \frac{f_n d + 2\mu_k}{D_{хк}}, \quad (4.9)$$

де $f_n = 0,1$; $\mu_k = 0,0005$ м; $k_p = 2,5$

$$W_T = 20 \cdot 2.5 \cdot \frac{0.1 \cdot 0.5 + 2 \cdot 0.0005}{0.6} + 5 \cdot 2.5 \cdot \frac{0.1 \cdot 0.5 + 2 \cdot 0.0005}{0.6} + 16 \cdot 2.5 \cdot \frac{0.1 \cdot 0.5 + 2 \cdot 0.0005}{0.6} + 4 \cdot 2.5 \cdot \frac{0.1 \cdot 0.5 + 2 \cdot 0.0005}{0.6} = 19$$

Якщо можливе прискорення $a = 0,1$ м/с², то

$$W_D = W_T \cdot G \frac{a}{9,81} \quad (4.10)$$

$$W_D = 19 \cdot 15 \cdot \frac{0.1}{9,81} = 2.9 \text{ Н}$$

Крутний момент на приводному валу

$$M_{кр} = W_D \frac{D_{хк}}{2} \quad (4.11)$$

$$M_{кр} = 2.9 \cdot \frac{0.6}{2} = 0.87 \text{ Нм}$$

Тоді,

$$M_e = \sqrt{M_{зз2}^2 + M_{кр}^2} \quad (4.12)$$

$$M_e = \sqrt{2^2 + 0.87^2} = 2.2 \text{ Нм}$$

Уточнений діаметр приводного вала

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 2.2}{70}} = 0.68 \text{ м.}$$

Визначаємо потужність приводного двигуна

$$N = \frac{W_D V_M}{\eta_0} \quad (4.13)$$

де $\eta_0 = \eta_{\text{ч}} \eta_{\text{з}} = 0.6 \cdot 0.9 = 0.54$

$$N = \frac{2.9 \cdot 20}{0.54} = 107 \text{ Вт.}$$

4.2 Опис конструктивних схем зварювального устаткування

Для виготовлення автоцистерни застосовують стенд для складання стиків чемодано-подібної обичайки, установку для складання обичайок з днищами та установку для їх зварювання.

Стенд для складання поздовжніх стиків обичайок (рис. 4.4). Даний стенд призначений для складання стика чемоданної обичайки із необхідним зазором під зварювання. Він також забезпечує співвісність кромки заготовки обичайки в процесі складання. Співвісність або вирівнювання торців кромки забезпечується наступним чином: з однієї сторони стенду встановлений постійний упор, в який

в процесі складання притискається заготовка обичайки за допомогою встановленого з іншої сторони станда пневмопритискача. Також на стенді розміщено спеціальні щупи для виставлення необхідного зазору в стику зварного з'єднання у відповідності до технології і креслення.

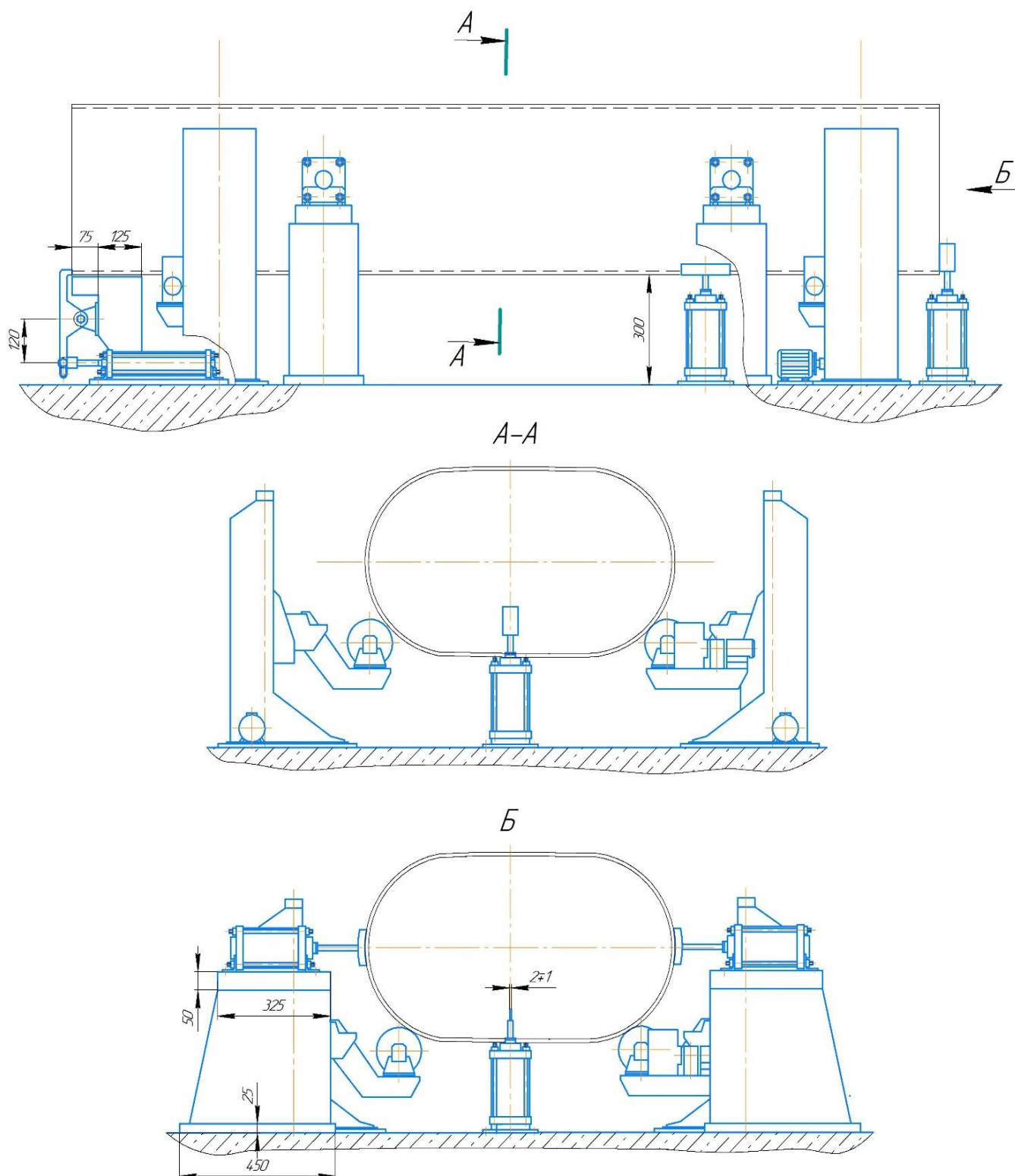


Рис. 4.4 – Стенд для складання поздовжніх стиків обичайок на стенді

Після проведення складальних робіт обичайок, виконують зварювання повздовжнього стику за допомогою зварювального автомата А-1406, який розміщений на зварювальному порталі.

Зваренні заготовки обичайок поступають на операцію їх стикування та автоматичного зварювання.

Наступною операцією є складання та зварювання циліндричної частини автоцистерни із днищами-боковинами. Для цього застосовують спеціальний складальний стенд (рис. 4.5) та установку для зварювання (рис. 4.6).

Складання обичайки із днищами-боковинами реалізується наступним чином: спочатку встановлюють одну із двох заготовок днища-боковини до упора та фіксують магнітами. Наступним етапом є встановлення на роликівий стенд (використовують для базування) циліндричну частину автоцистерни та встановлюють другу днище-боковину і притискають її за допомогою відкидного пневматичного упора. Складені елементи прихоплюють у місцях розташування зварних швів, звільняють від притискачів і магнітних фіксаторів і подають на установку для зварювання.

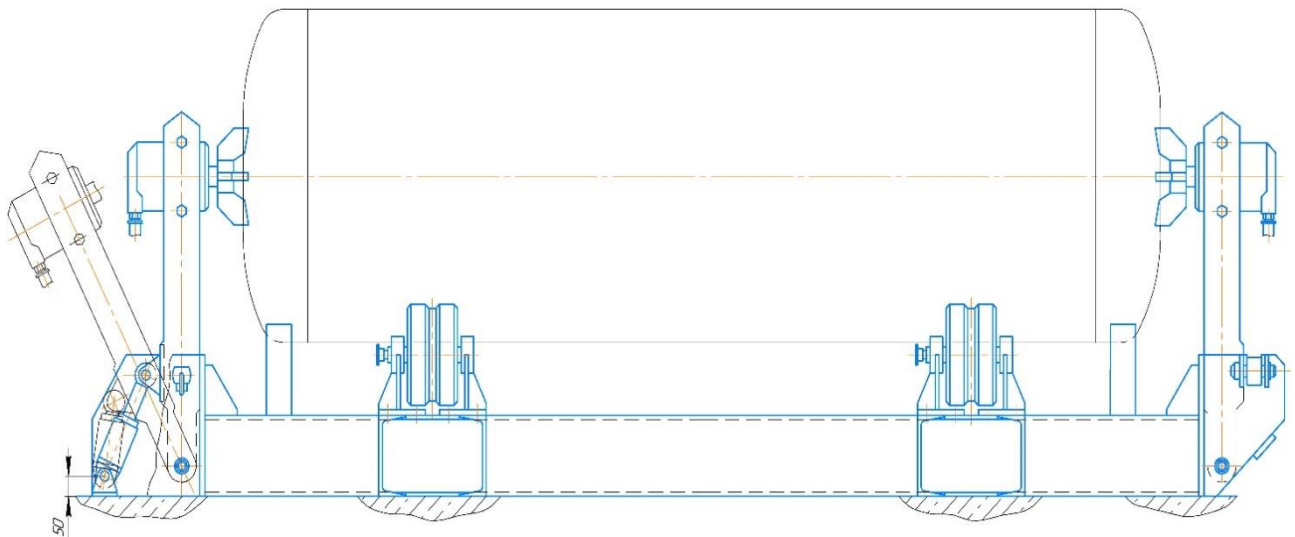
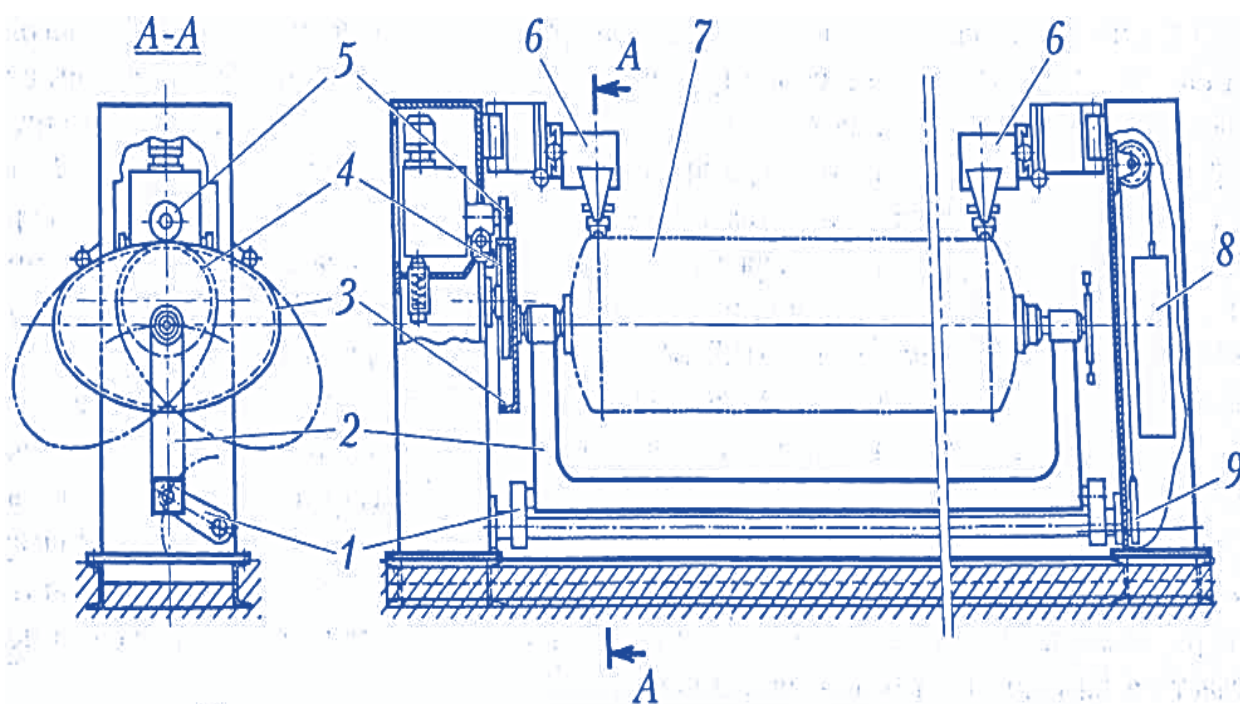


Рис. 4.5 Стенд для складання обичайки з днищами-боковинами

Складена на прихоплювання автоцистерна закріплюється в центрах спеціального хитного пристрою, завдяки якому поздовжня вісь ємності може

переміщатися в просторі, рухаючись паралельно самій собі. Пристрій складається із скоби 2, що хитається, із затискними центрами, якими утворюються передня та задня бабки обертача, поздовжнього вала 1 з двома важелями, шарнірно пов'язаними із скобою 2, вантажу 8, який з'єднується тросом з третім важелем поздовжнього вала 9 і таким чином врівноважується маса хитної скоби 2 з виробом і полегшується її переміщення в просторі. Обертання еліпсоподібної (чемоданної) зварюваної ємності 7 забезпечується фрекційною передачею, яка складається з двох ведучих роликів 4, 5 та копірного шаблону 3. Форма шаблону повторює контур автоцистерни 7 і, відповідно, зварного шва. Ведучі ролики 4 та 5 привідного механізму обертаються із заданою швидкістю зварювання відносно зварювальної головки. [15]



1 — поздовжній вал з важелями; 2 — скоба з затискними центрами; 3 — копірний шаблон; 4, 5 — ролик ведучий; 6 — зварювальний апарат; 7 — зварювана цистерна; 8 — вантаж; 9 — важіль

Рис. 4.6 Установа для автоматичного зварювання автоцистерни [15]

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дія електромагнітного випромінювання на організм людини

Вплив електромагнітних полів (ЕМП) на організм людини залежить від щільності потоку енергії, частоти випромінювання, тривалості впливу, режиму опромінення, розмірів опромінюваної поверхні тіла, індивідуальних особливостей організму.

В зоні впливу ЕМП людина зазнає теплового та біологічного впливу. У джерел ЕМП розрізняють ближню (індукційну) та дальню (випромінювальну) зони впливу. Внаслідок цього одна зі складових поля набагато менша, ніж інша. У таких джерел ЕМП при впливі на навколишнє середовище слабо виражена магнітна складова напруженості. Тому в 5–8 діапазонах частот ЕМП оцінюється за електричною складовою напруженості поля E , В/м. В дальній зоні на відстанях ЕМП сформувалось, тому тут виражені обидві його складові – електрична та магнітна, тому в 10–11 діапазонах частот ЕМП оцінюється поверхневою густиною потоку енергії (ПГЕ), яка виражається одиницею вимірювання $Вт/м^2$ ($1 \text{ Вт/м}^2 = 0,1 \text{ мВт/см}^2 = 100 \text{ мкВт/см}^2$). Нормування електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону здійснюється згідно “Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань” ДСН 239-96.

Зміна ЕМП викликає нагрівання тканин тіла людини за рахунок змінної поляризації діелектрика (хрящі, сухожилля тощо) та за рахунок появи струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії ЕМП.

Надлишкове тепло, яке виділяється в організмі людини, відводиться за рахунок функціонування механізму терморегулювання. Однак, починаючи з певної межі, організм не забезпечує відведення тепла від окремих органів і тому підвищується температура тіла. Перегрівання особливо негативно відбивається на тканинах зі слабо розвиненою судинною системою або з недостатнім кровообігом (очі, мозок, нирки, шлунок, жовчний та сечовий міхурі).

Опромінення очей викликає каламутність кришталика (катаракта) та втрату зору. Це відбувається у випадку надвисокочастотного опромінення при ПГЕ > 10 мВт/см².

Тривалий вплив радіохвиль помірної інтенсивності при ПГЕ < 1 мВт/см² не створює теплового впливу, який може викликати функціональні зміни в центральній нервовій системі та в серцево-судинній системі. Виникають також головний біль, швидка втома, погіршення самопочуття, зміни тиску, зміни провідності серцевого м'яза, нервово-психічні розлади. Спостерігаються також трофічні розлади: схуднення, випадання волосся, ламкість нігтів, зміни складу периферійної крові. Ці зміни мають оборотний характер на ранній стадії. Тривалий вплив ЕМП супроводжується фізіологічною адаптацією або послабленням імунологічних реакцій.

Лінії електропередач напругою до 1150 кВ, відкриті роздільні пристрої, до складу котрих входять комунікаційні апарати, пристрої захисту та автоматики, вимірювальні прилади є джерелами електричних полів промислової частоти. Тривалий вплив таких полів знаходить прояв через суб'єктивні розлади (неврози, головний біль у скронях та в потилиці, відчуття в'ялості, розлади сну, погіршення пам'яті, дратівливість, апатія, депресія, серцевий біль, функціональні порушення центральної нервової системи, серцево-судинної системи, зміни складу периферійної крові тощо).

В зв'язку з цими змінами необхідно обмежувати час перебування людей в зоні впливу електричного поля, створюваного струмами промислової частоти напругою понад 400 кВ.

5.2 Шляхи забезпечення працездатності і підвищення продуктивності праці

Істотну роль у збереженні працездатності і підвищенні продуктивності праці зварника відіграють такі пристрої для удержування та переміщення зварюваних виробів, як кондуктори, кантувачі, маніпулятори, струбцини, затискачі.

До заходів, спрямованих на поліпшення умов праці зварників належать: автоматизація, механізація і раціоналізація виробничого процесу; захист очей від променистої енергії; видалення пилу і газів з робочих приміщень за допомогою вентиляції; заходи безпеки від ураження електричним струмом.

Освітленість виробничих приміщень - важливий захід гігієни та охорони праці і підвищення її продуктивності [16, 17]. У виробничих приміщеннях застосовують два види освітлення: природне і штучне.

Застосування механізованого транспорту для перевезення важких деталей і надання їм зручного для зварювання положення не тільки полегшує працю зварника, а й зменшує виробничий травматизм, підвищує продуктивність праці.

Електрична дуга випромінює велику кількість невидимих ультрафіолетових і інфрачервоних променів, які шкідливо впливають на зір і шкіру людини. Опіки променями електричної дуги можуть відбуватися тільки при зварюванні відкритою дугою (наприклад ручне дугове зварювання, зварювання в CO₂ і т.д.). Шкіра зварювальника захищається робочим одягом, а зір – захисними щитками або масками із спеціальним темно-синім скло-фільтром.

Щоб запобігти механічному пошкодженню очей при прибиранні флюсу і відбиванні шлаку зварювальник повинен користуватися захисними окулярами з простим склом. При опіках очей необхідно робити холодні примочки, промивати очі слабким содовим розчином або закапати очі очними цинковими каплями. При сильних опіках необхідно звернутися до лікаря [17].

В результаті високої температури зварювальної дуги відбувається випаровування металів. Пари металів з'єднуються з киснем повітря, утворюючи дрібний порошок в вигляді окислів. Особливо шкідливі пари окислів цинку, свинцю, кадмію, міді та інші, які утворюються при зварюванні міді, латуні і бронзи. В результаті плавлення деяких флюсів утворюються пари окислів марганцю, а також хлористий і фтористий водень.

При зварюванні в вуглекислому газі виділяється шкідливий для організму оксидами вуглецю (чадний газ). Оскільки вуглекислий газ в 1,5 рази важчий за

повітря, то він може накопичуватися в тісних приміщеннях і закритих посудинах, що приводить до браку кисню для дихання.

Для відведення шкідливих газів та пилу, а також для подачі свіжого повітря застосовують загальну або місцеву вентиляцію. Загальна вентиляція повинна бути приточно-витяжною з підігрівом повітря в зимову пору. Її застосовують для обміну повітря в закритих приміщеннях (цехах, майстернях...). Місцеву вентиляцію застосовують для відсмоктування шкідливих газів безпосередньо з місць їх утворення. При роботі в закритих приміщеннях застосовують ізолюючі апарати (ШР-1, ША-40, ДПА-4) або маски із шлангами для подачі свіжого повітря.

При отруєннях, потерпілого необхідно винести на свіже повітря, звільнити від тісного одягу і дати спокій до приходу лікаря. При зупинці дихання слід застосувати штучне дихання.[17]

5.3 Заходи дотримання правил електробезпеки при експлуатації обладнання

Експлуатація і будова електроустановок повинні виготовлятися з дотриманням “Правил побудови електроустановок та обладнання”.

Електротравматизм людини можливий, коли при експлуатації обладнання не виконуються необхідні технічні умови, коли обладнання експлуатується на низькому технічному рівні, коли не виконуються умови ПУЕ і ПТБ (Правила улаштування електроустановок і Правила техніки і безпеки).

Електротравматизм - це результат порушення вимог правил техніки безпеки та інструктажів, відсутності технагляду та аварійного режиму роботи електроустановок. Причиною електротравматизму в багатьох випадках є непродумані помилкові дії оперативного обслуговуючого персоналу.

В електроустановках утворюється, перетворюється та використовується електрострум (силові трансформатори, електродвигуни, батареї статичних конденсаторів, повітряні і кабельні лінії, апаратура Провідного зв'язку та ін.).

В електроустановках (до 1000 В) в техніці способи захисту від уражень електрострумом згідно ПУЕ і ПТБ ділять на дві групи:

- захист при дотику до струмопровідних частин;
- захист при дотику до неструмопровідних частин на які перейшла напруга.

Захист від дотику до струмопровідних частин досягається надійною електроізоляцією за допомогою блокування, і пристроїв захисного включення. Доступ людей до струмопровідних частин обмежують влаштуванням захисних огорожень, розташуванням струмопровідних частин на недоступній висоті та в недоступному місці, попереджувальною сигналізацією.

При роботі в електроустановках під напругою застосовують захисні засоби, що ізолюють і відгороджують людину від струмопровідних частин.

В електроустановках та електричних мережах при експлуатації електрообладнання застосовують наступні захисні заходи:

- контроль і профілактика пошкоджень ізоляції;
- використання малої напруги;
- електричне і механічне блокування, сигналізація і маркування;
- захист від випадкового дотику;
- захисні засоби і запобіжні пристрої;
- захист від переходу високої напруги на сторону низької.

Контроль ізоляції - вимірювання активного і реактивного опорів з метою визначення дефектів попередження короткого замикання на землю.

Блокування з активним способом захисту. Воно попереджує помилкові дії електроперсоналу і перекриває доступ до струмопровідних частин, що водяться під напругою. При небезпеці ураження струмом установка автоматично виключається.

Основні ізолюючі засоби захисту (0133) - такі 133, ізоляція яких витримує робочу напругу електроустановки, за їх допомогою дозволено обслуговуючому персоналу доторкатися до оголених струмопровідних частин.

В якості пристроїв для світлової, звукової, приладної сигналізації застосовуються: контрольно-вимірювальна апаратура, реле, сигнальні зумери,

дзвінки, сирени, різнокольорові лампочки, датчики та приймачі температури, тиску та інших параметрів. Малі напруги істотно зменшують небезпеку ураження струмом, особливо при переході напруги на корпус.

В момент переходу високої напруги в мережу низької в пробивному запобіжнику викликає потенціал 300-500 В, при якому відбувається пробивання повітряного зазору між дисками через отвір слюдяної пластинки. Мережа стає заземленою і автоматично вимикається.

5.4 Організація життєзабезпечення населення у надзвичайних ситуаціях

Згідно із Законом “Про цивільну оборону України” “громадяни України мають право на захист свого життя і здоров’я від наслідків аварій, катастроф, значних пожеж, стихійного лиха і вимагати від Уряду України, інших органів державної виконавчої влади, адміністрацій підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і господарювання гарантій щодо його реалізації.

Держава як гарант цього права створює систему цивільної оборони, ставить за мету захист населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру”.

Головною функцією органів державної виконавчої влади, адміністрацій підприємств, установ і організацій, незалежно від форм власності та господарювання, у разі виникнення НС, є захист населення та організація його життєзабезпечення.

Заходи щодо захисту населення плануються та проводяться по всіх районах, населених пунктах, охоплюють усе населення. У той же час характер та зміст захисних засобів встановлюється залежно від ступеня загрози, місцевих умов із урахуванням важливості виробництва для безпеки населення, інших економічних та соціальних чинників. [18]

З цією метою міста розподіляються за групами важливості, а об’єкти – за категоріями стосовно засобів захисту населення у разі надзвичайної ситуації. Цей

розподіл здійснює Кабінет Міністрів України.

Для міст встановлені наступні групи:

- особливої важливості;
- першої групи;
- другої групи;
- третьої групи.

Для підприємств та організацій встановлені наступні категорії:

- особливої важливості;
- першої категорії;
- другої категорії.

Основні заходи щодо захисту населення плануються та здійснюються завчасно і мають випереджувальний характер. Це стосується, перш за все, підготовки, підтримання у постійній готовності індивідуальних та колективних засобів захисту, їх накопичення, а також підготовки до проведення евакуації населення із зон підвищеного ризику.

Організація життєзабезпечення населення в умовах надзвичайних ситуацій є комплексом заходів, спрямованих на створення і підтримання нормальних умов життя, здоров'я і працездатності людей. Він включає:

- управління діяльністю робітників та службовців, усього населення при загрозі та виникненні надзвичайних ситуацій;
- захист населення та територій від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха;
- забезпечення населення питною водою, продовольчими товарами і предметами першої необхідності;
- захист продовольства, харчової сировини, фуражу, водо-джерел від радіаційного, хімічного та біологічного зараження (забруднення);
- житлове забезпечення і працевлаштування;
- комунально-побутове обслуговування;
- медичне обслуговування;
- навчання населення способам захисту і діям в умовах надзвичайних ситуацій;
- розробку і своєчасне введення режимів діяльності в умовах радіаційного,

- хімічного та біологічного зараження;
- санітарну обробку;
- знезараження території, споруд, транспортних засобів, обладнання, сировини, матеріалів і готової продукції;
- підготовка сил та засобів і ведення рятувальних і інших невідкладних робіт у районах лиха й осередках ураження;
- забезпечення населення інформацією про характер і рівень небезпеки, порядок поведінки; морально-психологічну підготовку і заходи щодо підтримування високої психологічної стійкості людей в екстремальних умовах;
- заходи, спрямовані на попередження, запобігання або послаблення несприятливих для людей екологічних наслідків надзвичайних ситуацій та інші заходи.

Усі ці заходи організовуються державною виконавчою владою, органами управління цивільної оборони при чіткому погодженні між ними заходів, що проводяться. Керівники підприємств, установ і організацій є безпосередніми виконавцями цих заходів. Заходи розробляються завчасно, відображаються у планах цивільної оборони і виконуються в період загрози та після виникнення надзвичайної ситуації.

З метою недопущення гибелі людей, забезпечення їх нормальної життєдіяльності у надзвичайні ситуації передусім повинно бути проведено сповіщення населення про можливу загрозу, а якщо необхідно, – організовано евакуацію. Сповіщення населення здійснюється усіма доступними способами: через телебачення, радіомережу, радіотрансляційну провідну мережу, спеціальними сигналами (гудки, сирени). Передбачається спеціальна схема повідомлення посадових осіб та осіб, задіяних у системі цивільної оборони.

Евакуація – це організоване виведення чи вивезення з небезпечних зон. Безпосередньо евакуацією займається штаб цивільної оборони, усі організаційні питання вирішують евакуаційні комісії. Евакуація розпочинається після прийняття рішення начальником цивільної оборони, надзвичайною комісією або органами влади.

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі обґрунтовано та розроблено технології виготовлення автоцистерни з врахуванням досліджень її напружено-деформівного стану.

На основі проведених досліджень з моделюванням напружено-деформівного стану в програмному комплексі SolidWorks встановлено, що максимальна величина напружень становить $\sigma_{\max}=23,5$ МПа, що є менше границі текучості матеріалу. Вони зосереджені в нижній частині боковин корпусу автоцистерни, та створюють максимальний прогин елементів конструкції на 1,33 мм. При цьому максимальні деформації становлять $6,3 \cdot 10^{-5}$, а мінімальні – $0,36 \cdot 10^{-10}$, а коефіцієнт концентрації напружень необроблених стикових швів не перевищує $\alpha_k=1.5$. Коефіцієнт запасу міцності становить 8,78, що на 5,8 перевищує мінімальне стандартизоване значення по відношенню до межі міцності матеріалу.

Проведені дослідження методом скінчено-елементного моделювання дозволили визначити найнебезпечніші ділянки конструкції, дозволило оптимізувати її окремі елементи та на основі цього вдосконалити технологічний процес виробництва. З цією метою було запропоновано сучасне зварювальне обладнання та спроектовано і підібрано механізовані і автоматизовані складально-зварювальні пристосування. Це дозволить підвищити ефективність виробництва, покращити умови праці та забезпечити більш високу якість конструкції автоцистерни.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Акулов, А. И. Технология и оборудования сварки плавлением. Учебник для студентов вузов/ А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. – М.: «Машиностроение», 1977. – 432с.
2. Кашканов А.А., Ребедайло В.М. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту: конструкція. Навчальний посібник. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 164 с.
3. Кальченко В. І. Історія спеціалізованого автомобільного транспорту – Автомобілі-цистерни для перевезення: рідини, сипучих вантажів, розчинів та зріджених газів. – Випуск 3, Частина 1 – Автомобілі-цистерни : навчальний посібник / В. І. Кальченко, В. В. Кальченко, Г. В. Пасов. – Чернігів : НУ “Чернігівська політехніка”, 2021. – 308 с.
4. http://www.s-metall.com.ua/spravochnik_stalej.html
5. Марочник сталей и сплавов / Колосков М.М., Долбенко Е.Т., Коширский Ю.В. и др.; под общей ред. Зубченко А.С. - М.: Машиностроение. - 2001. – 627с.
6. Думов С.И. Технологияэлектрической сварки плавлением : учеб. / С.И. Думов. – Л.: Машиностроения, 1987. – 640 с.
7. Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.
8. Теория сварочных процессов [Текст]/ Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.
9. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв: НУК, 2004. –225 с.
10. <https://kzeso.com/en/>
11. Быковский О. Г., Петренко В. Р., Пешков В. В. Справочник сварщика. М.: Машиностроение, 2011. — 336 с.
12. <https://svartech.com.ua/>
13. <http://intron-set.com.ua>

14. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. посібник / А.С. Карпенко. - К.: Арістей, 2005. - 268 с.
15. Кривов, Г.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Кривов, Г.О., Зворикін, К.О. – К.:КВІЦ, 2012.- 896 с.
16. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник / О.Г. Левченко. – К.: Основа, 2010 – 240с.
17. Бедрій Я.І. Охорона праці: навчальний посібник.- К.:Цул, 2002.- 322с.
18. Стеблюк М.І. С79 Цивільна оборона. Підручник. – К.: Знання, 2006 – 487 с.

ДОДАТКИ