

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Вдосконалення технологічного процесу зварювання корпусу
великотоннажного домкрата**

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

(шифр і назва спеціальності)

Собко С.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Сенчишин В.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Ткаченко І.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: " Вдосконалення технологічного процесу зварювання корпусу великотоннажного домкрата " складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 59 аркушів формату А4 і графічної частини об'ємом 7 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із таких частин: аналітична, технологічна, конструкторська та безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Для висвітлення питань, які розглядаються у кваліфікаційній роботі, розрахунково-пояснювальна записка містить 19 рисунків, 9 таблиць, 4 додаток. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 24 першоджерел.

В роботі обґрунтовано параметри технологічного процесу зварювання корпусу великотоннажного домкрата та запропоновано нове зварювальне устаткування, що дозволяють підвищити продуктивність монтажних робіт та підвищити якість конструкції.

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

Ключові слова: АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, МЕХАНІЗОВАНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ ЗВАРЮВАННЯ, НАПІВАВТОМАТ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Опис конструкції виробу	7
1.2 Характеристика матеріалу виробу.....	9
1.3 Технічні вимоги до виробу.....	10
1.3.1 Вимоги до матеріалу виробу та напівфабрикатів	10
1.3.2 Вимоги до геометричних форм та розмірів виробу.....	12
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань.....	12
1.3.4 Вимоги до складання	13
1.3.5 Вимоги до якості зварювання	14
1.4 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення виробу	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	16
2.1 Обґрунтування способу зварювання	16
2.2 Розрахунок норм часу і витрат матеріалів при зварюванні	23
2.3 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування	26
2.4 Вибір методу контролю якості.....	31
2.5 Опис запропонованого технологічного процесу	32
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	38
3.1 Перевірочний розрахунок міцності конструкції.....	38
3.2 Вибір типу пристосувань.....	39
3.3 Розрахунок і проектування елементів пристосувань	42
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	46
4.1 Оцінка шкідливих факторів та заходи для зменшення їх впливу	46
4.2 Розрахунок природного освітлення для спроектованої ділянки.....	50
4.3 Пожежна профілактика в спроектованій ділянці.....	52
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	55
ДОДАТКИ.....	57

ВСТУП

В останній час рівень механізації і автоматизації безперервно росте. Завдяки цьому підвищується продуктивність праці і культура зварювального виробництва. Різноманітність зварювальних процесів обумовлюють різноманітність типів компоновки і конструкції зварювального обладнання і пристосувань. В залежності від умов виробництва, особливостей зварювальних матеріалів і також вимог, які ставляться до зварювальних матеріалів, а також вимог, які ставляться до якості зварних з'єднань, в наш час в промисловості застосовують понад п'ятдесят видів зварювання. Швидкий ріст зварювального виробництва, розроблення нових способів і методів механізованого зварювання і наплавлення вимагають створення нових видів різноманітного обладнання і пристосувань. Також це потребує неодмінно подальшого удосконалення, яке неодмінно приведе до ефективного застосування нового обладнання і пристосувань.

Значний вклад в розвиток матеріальної бази обладнання та пристосувань вносять вітчизняні заводи, конструкторські бюро, в яких саме працюють над розробленням і вдосконаленням даного обладнання і пристосувань для зварювання. Адже розроблення раціонального обладнання і зручного пристосування є запорукою успіху будь-якого підприємства чи організації. Розроблення раціонального обладнання дає змогу підвищити продуктивність праці, знизити рівень витрат матеріалів та енергоносіїв, таким чином, зменшити собівартість продукції, яку виготовляють на даному обладнанні і пристосуванні [1].

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції виробу

За основу для виготовлення корпусу великотоннажного домкрата було взято корпус вагонного домкрату установки УДС-160 (вантажопідйомність 160 т) з електричним керуванням. Установка призначено для підйому пасажирських і товарних вагонів, ж/д цистерн всіх типів при ремонті й обслуговуванні рухомого складу. Універсальність, простота та значна вантажопідйомність пристрою забезпечує його застосування в багатьох галузях промисловості. Домкрати стаціонарні не вимагають спеціального кріплення до фундаменту, тому їх можна встановлювати в різних положеннях залежно від довжини рами вагона. Домкрати встановлюються попарно з різних боків залізничної колії. Вони є найбільш застосовуваним вантажопідйомним обладнанням на залізницях, вони універсальні та підходять практично для 90% всього рухомого складу при поточному або капітальному ремонті, а також заміні візків з однієї колії на іншу. Загальний вид та конструктивну схему пристрою показано на рис. 1.1. та 1.2. [2,3]



Рис. 1.1 – Загальний вигляд домкрата [2]

Станина домкрата представляє собою конструкцію, що складається з двох стійок (1) та рамної основи (2). Стійка складається із швелера (4), підсилюючої пластини (5), що вварюється у швелер, вертикальних пластин (2) та (6), розкоосу (3) та двох втулок (1). Технічні дані домкрата приведені в таблиці 1.1.

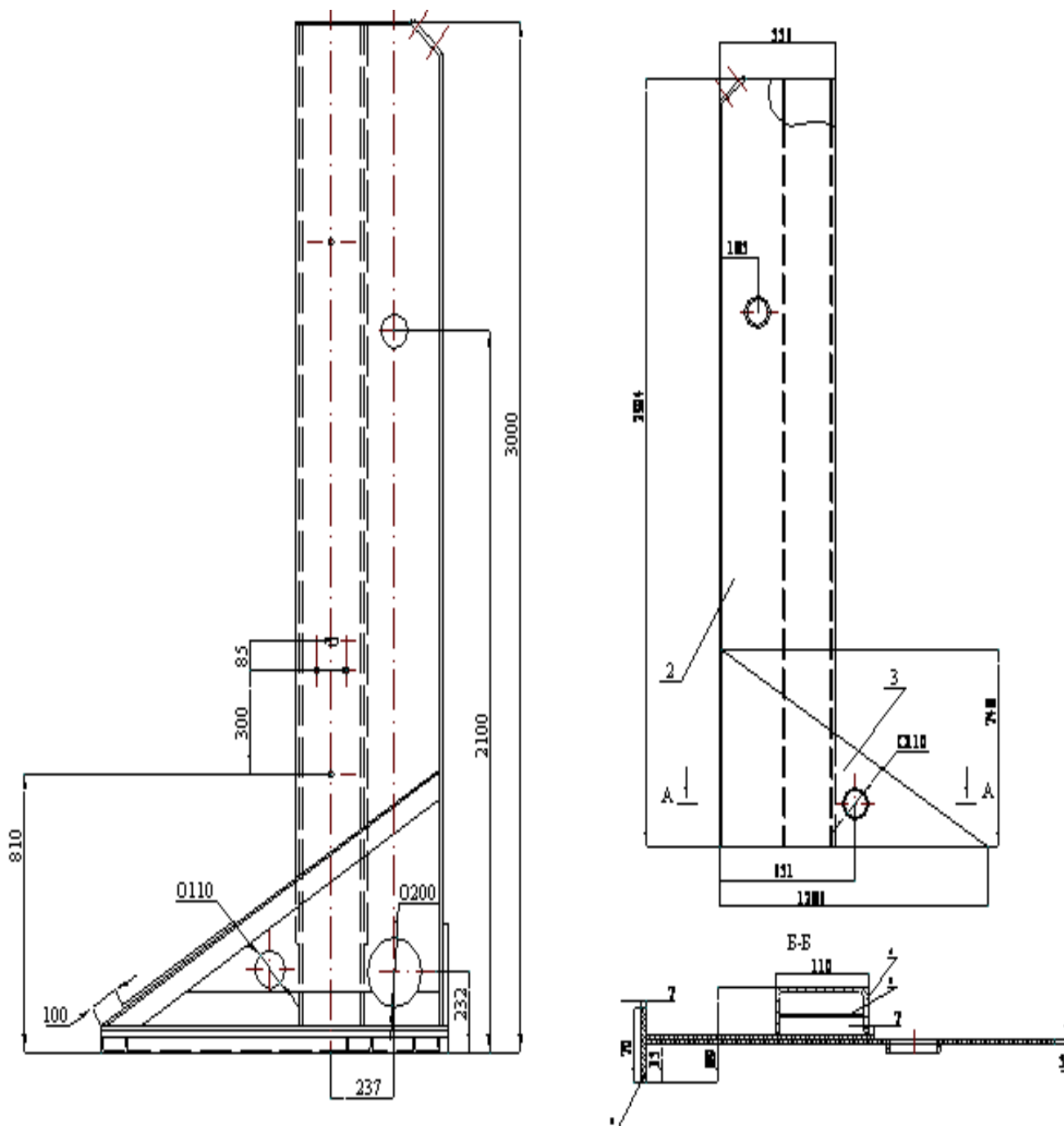


Рис. 1.2 – Схема вузлів корпусу великотоннажного домкрата [3]

Таблиця 1.1 Технічна характеристика домкрата [2, 3]

Параметр	величина
Вантажопідйомність, т	40
Висота підймання, мм	2600
Мінімальна висота площадок вантажних балок, мм	800
Мінімальна відстань від осі до грузових балок, мм	1310
Тип приводу	Редуктор з електродвигуном
Напруга, В	380
Номінальна потужність, кВт	7,5
Розміри домкрата (ДхШхВ), мм	1572x820x3200
Маса (без масла в редукторі) домкрата, кг	1835
Маса установки (без масла в редукторах), кг	7440

1.2 Характеристика матеріалу виробу

Вузли корпусу великотоннажного домкрата виготовляються із сталі ВСтЗпс. Це маловуглецева конструкційна сталь звичайної якості. За ступенем розкислення - це напівспокійна сталь, за способом постачання відноситься до групи В. Сталь ВСтЗпс постачається без термічного оброблення в гарячекатаному стані. Хімічний склад даної сталі приведений в таблиці 1.2 [4].

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі ВСтЗпс за ГОСТ 380-71,%

С	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
		не більше						
0,14...0,22	0,4...0,65	0,05-0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механічні властивості матеріалу визначають його несучу здатність тобто здатність сприймати задані навантаження. Вони у значній мірі характеризують величину маси матеріалу виробу та чинять безпосередній вплив на його стійкість.

До основних механічних властивостей, як правило, відносять наступні:

- границя міцності;
- границя текучості;
- відносне видовження;
- ударна в'язкість.

Механічні властивості матеріалу тісно пов'язані з його хімічним складом. Механічні властивості сталі ВСтЗпс приведені в таблиці 1.3 [4]

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі ВСтЗпс за ГОСТ 380-71, %

ГОСТ	Стан постачання	Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
			МПа		
			не менше		
380-71	Сталь гарячекатана	до 20	245	370...490	26

Дана сталь володіє доброю зварюваністю.

Зварюваність даної сталі оцінюється за еквівалентним вмістом вуглецю C_e [5]:

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

де $C, Mn, Si, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B$ – максимальний вміст хімічних елементів в сталі, %.

$$C_e = 0.22 + \frac{0.65}{6} + \frac{0.17}{24} + \frac{0.30}{10} + \frac{0.30}{5} + \frac{0.30}{15} = 0.43 \quad \%$$

Так, як в сталі ВСтЗпс еквівалент вуглецю складає 0,43 %, то вона добре зварюється і не потребує додаткового оброблення.

1.3 Технічні вимоги до виробу

1.3.1 Вимоги до матеріалу виробу та напівфабрикатів

Забезпечення встановленої якості зварних швів здійснюється за правильним вибором способу зварювання та якістю вибраних зварювальних матеріалів. Якісні показники застосовуваних при зварюванні матеріалів та

напівфабрикатів визначаються на основі наданих сертифікатів заводом-постачальником.

Матеріал за хімічним складом і механічними властивостями повинен задовольняти вимоги державних стандартів і технічних умов.

Виготовлення вузлів корпусу великотоннажного домкрата здійснюють із сталі ВСтЗпс, яка постачається з гарантованими нормованими хім-складом і механічними властивостями у відповідності до стандарту.

При зміні матеріалу конструкції необхідно враховувати [3]:

- 1) приналежності зварної конструкції до визначеного класу;
- 2) зварюваності сталі;
- 3) економії матеріалів.

Основний метал з якого виготовляють деталі корпусу домкрата, перед зварюванням, повинен бути очищений від забруднень. Наявність різного типу забруднень (іржі, окалини) призводить ,в процесі зварювання, до появи пор.

Основний метал перевіряють на наявність пор, усадкових раковин і тріщин. При наявності зовнішніх дефектів матеріал не допускається для подальшого застосування.

Так як корпус виготовляється із профільного прокату, то він не повинен містити деформацій та нерівностей полиць.

Зварювальний дріт перевіряють на чистоту поверхні, наявність покриття, небажаного для заданого технологічного процесу зварювання. Зварювальний дріт повинен зберігатися в умовах, що виключають його забруднення і окислення. Захисні гази не повинні містити шкідливі домішки (постачаються відповідно до стандарту) і наявності вологи. Для зберігання застосовують балони місткістю 100-150 дм² тиском 15МПа.

Зберігання матеріалів, які застосовуються для зварювання корпусу, здійснюють закритому сухому приміщенні.

1.3.2 Вимоги до геометричних форм та розмірів виробу

При виготовленні корпусу домкрата необхідно забезпечити дотримання розмірів та форми на всіх стадіях технологічного процесу. Для цього необхідно дотримуватися наступних:

- проектування та розроблення конструкції домкрата здійснюють із врахуванням технічних умов виробництва;
- зварні з'єднання повинні бути виконанні відповідно до діючих стандартів та технічних умов;
- при виготовленні чітко дотримуватись заданих режимів зварювання.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань

При розробленні конструкції домкрата необхідно враховувати її технологічність із врахуванням розташування зварних швів, а саме:

- можливість реалізації технології зварювання з дотриманням встановлених вимог;
- можливість реалізації проведення контролю якості зварних швів встановленими в технологічному процесом методами;
- можливістю виправлення дефектів та ремонту конструкції.

При виготовленні конструкції необхідно дотримуватись отримання рівномірності металу шва з основним металом, але не нижче мінімально-допустимих показників міцності та пластичності, а також ударної в'язкості.

Типи зварних з'єднань та розміщення зварних швів повинні бути вказані на кресленні та в технічній документації. В технологічних картах, для кожного типу зварного шва, повинні міститись режими зварювання.

Перевірку якості зварних швів здійснюють відповідно до вимог діючих стандартів на зварні з'єднання та вимог технологічного процесу встановленими методами контролю.

Зварні з'єднання повинні відповідати:

- встановленим формі і розмірам;
- метал шва повинен бути наближеним за хімічним складом основному;
- обмеження вмісту сірки, фосфору, водню в металі шва;
- зберігати необхідну і достатню міцність витривалість і стійкість при заданому навантаженні і робочому середовищі;
- виправлення дефектів допускається при неперевищенні їх 15% від довжини усіх швів.

1.3.4 Вимоги до складання

До початку зварювання з'єднання повинні бути проконтрольовані та прийняті відповідно до конструктивних та технологічних вимог:

- геометричні параметри кромки елементів, підготовлених під зварювання (величина кута скошу кромки, зазор у стику, величина притуплення, зміщення кромки) повинні укладатися в полі допусків, передбачених проектом;
- деталі, що подаються на складальні операції, повинні бути сухими, чистими та виправленими. Кромки елементів під зварювання повинні бути механічно оброблені - до видалення слідів різання;
- поверхня кромки, а також прилеглі до них зони завширшки 20 мм повинні бути зачищені від будь-яких забруднень;
- складальні пристрої, що закріплюють кромки елементів, що зварюються, повинні забезпечувати достатню міцність і жорсткість, щоб виключити надмірні усадки швів і переміщення елементів, що зварюються;
- закріплення кромки, повинно виконуватися за допомогою складальних пристосувань;
- при складанні деталі встановлюють таким чином, щоб забезпечити можливість виконання зварних швів переважно у нижньому положенні;
- між деталями, що зварюються, необхідно забезпечувати зазори встановлені стандартами на зварні з'єднання;

- прихватки повинні бути виконані тільки в місцях і в послідовності, що передбачені технологічним процесом. Величина прихопленнь не повинен бути менше 0,35 і більше 0,75 перерізу шва, а довжина прихвачувань не більше 25 мм.
- після складання шви прихваток та місця під зварювання повинні бути зачищені від шлаку, окалини, бризок. Прихватки, що мають дефекти, повинні бути видалені та виконані знову;
- місцеві збільшені зазори повинні бути усунені до початку загального зварювання. Дозволяється проводити наплавлення при довжині зазору не більше 10% загальної довжини шва і ширині не більше 0,6 найменшої товщини деталей, що зварюються;
- заповнювати збільшені зазори шматками дроту, електродами, смужками тонколистового металу тощо не допускається.

1.3.5 Вимоги до якості зварювання

Вигляд зварних швів повинен відповідати наступним вимогам:

- метал шва повинен мати плавне сполучення з основним металом;
- шви не повинні мати тріщин будь-яких видів та розмірів, несплавлень, грубої лускатості, зовнішніх пор і ланцюжкових пор, пропалів та свищів.

Значення підрізів основного металу не повинні перевищувати 5% товщини, але не більше 0,8 мм.

Довжина підрізів має перевищувати 10 % довжини шва.

Випуклість або увігнутість кутового шва не повинна перевищувати більш ніж на 20% величини катета шва.

Зміщення кромки, що зварюються, відносно один одного - не більше 1,0 мм.

Максимально величина катета зварного шва не повинні перевищувати 1,2 товщини тоншої деталі у з'єднанні.

Допускається зменшення катета кутового шва не більше 2,0 мм.

Напусткове з'єднання, зварене суцільним швом з одного боку, допускається величиною напустки не менше 30 мм.

1.4 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення виробу

Вузли корпусу великотоннажного домкрата виготовляють із сталі ВСтЗпс. Заготовки, з яких складається виріб, виготовляються з листового прокату та фасонних профілів (кутників та швелерів).

Крім вузлів, які виготовляються з даних заготовок, ряд деталей виготовляють і постачають для наступного проведення складально-зварювальних операцій інші цехи підприємства. Процес виготовлення заготовок включає наступні операції:

- правлення - проводиться на правильних валках у холодному стані;
- розмічування деталей - здійснюють на спеціальних розмічувальних станах;
- різання - проводять газополуменевим різанням або механічним способом;
- очищення заготовок – здійснюють механічними методами.

Для виготовлення великотоннажного домкрата застосовують спосіб електродугового зварювання напівавтоматом в середовищі захисного газу типу ПДГ-512. Зварювання даного виробу проводиться на постійному струмі зворотної полярності. Відстань від сопла пальника до поверхні виробу становить 15...20 мм, кут нахилу - 5...10°. Зварювання ведеться кутом назад. Для захисту очей та обличчя зварювальника застосовують щиток ННП-С-605-40. Контроль якості здійснюють на кожній операції технологічного процесу візуально-оптичним методом та спеціальними пристроями. Враховуючи особливості роботи конструкції домкрата до недоліком існуючого процесу можна віднести:

- застосування морально-застарілого та не раціонально підібраного обладнання;
- складання елементів корпусу реалізується із застосуванням не раціональної складально-зварювальної оснастки;
- зварювання довгих швів реалізують напівавтоматом.

Враховуючи недоліки, необхідно:

- замінити спосіб зварювання для виконання протяжних швів;
- удосконалити затискні пристрої та складально-зварювальні пристосування;
- раціонально підібрати зварювальне обладнання.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу зварювання

Для вибору способу зварювання користуємось даними, про склад основного металу, конструкції зварних з'єднань та умовах виробництва. Виходячи з цих даних обираємо спосіб зварювання, що буде задовольняти технічним вимогам та буде економічно доцільним [6-8].

Способи, з яких будемо обирати - ручне дугове зварювання покритим електродом (Е), механізоване та автоматичне в СО₂ (УП), плавким електродом в інертних газах (ІП), автоматичне під шаром флюсу (Ф), електрошлакове (Ш), газове (Г) та аргоно-дугове неплавким електродом (ІН).

В конструкції є наступні зварні з'єднання:

- внапусток, товщина металу 5 мм;
- таврове, товщина металу 10 та 8 мм;

Для зварювання корпусу із сталі ВСт3пс підходять всі запропоновані способи, оскільки вона має добру зварюваність. Враховуючи це, перевага мають наступні способи: ручне дугове зварювання (Е), механізоване та автоматичне в СО₂ (УП), автоматичне під флюсом (Ф), електрошлакове (Ш), газове (Г). Інші способи зварювання являються недоцільними виходячи з економічних міркувань. При цьому зважаючи на особливості виконання швів, а саме, наявність швів малого радіусу кривизни та тонкостінні елементи, такі способи зварювання як електрошлакове та зварювання під шаром флюсу також слід обмежити при виборі оптимального (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. - Аналіз способу зварювання за матеріалом

Е	УП	ІП	Ф	Ш	Г	ІН	ЕП	П	Л
++	+++	-	+	+	++	-	-	-	-

Другий фактор – товщина матеріалу .

Для даного діапазону товщин обираємо із наступних способи зварювання: механізоване та автоматизоване в СО₂ (УП) та зварювання під флюсом. Також

можна використовувати ручне дугове зварювання покритим електродом. Ці способи забезпечують гарну якість шву, але ручне дугове зварювання покритим електродом менш продуктивний порівняно з вище перерахованими способами. Газополуменеве зварювання застосовується в основному для товщин до 4 мм, на більш великих товщинах цей вид економічно недоцільний, а також він є малопродуктивним порівняно з названими способами. А шлакове зварювання не застосовується для товщин не менше 30-40.

Таблиця 2.2 - Аналіз способу зварювання за товщиною кромок

Е	УП	ІІІ	Ф	Ш	Г	ІН	ЕП	П	Л
+	++	-	+	-	-	-	-	-	-

Отже, відкидаємо газове та електрошлакове зварювання.

Важливим фактором є - доступність зварювальних швів, їх довжина і конфігурація. Конструкція корпусу домкрата є відкрита - виконання всі швів доступне.

Найбільша довжина швів- 3000 мм. У конструкції містяться таврові та напуктові з'єднання катетом 5 мм, 8 мм та 10 мм..

Ці фактори впливають на рівень автоматизації зварювання: для довгих швів застосовуємо автоматичні способи зварювання, а для коротких - механізовані.

Підводячи підсумки вищесказаного остаточно обираємо: Для зварювання довгих швів – автоматичне в (CO₂), а для коротких – механізоване в (CO₂).

Вибір захисного газу [9]. Основний метал - відноситься до матеріалу з низькою хімічною активністю. Тому допускається застосування активного захисного газу – CO₂. Але в нашому випадку краще застосовувати суміш газів, оскільки процес зварювання в CO₂ характеризується крупно-крапельним переносом металу, що підвищує лускатість поверхні шва.

З врахуванням цього, замість CO₂ будемо застосовувати суміш 75% Ar+20%CO₂+5%O₂. Спосіб постачання, враховуючи організацію зварювальних робіт, обираємо централізований.

Вибір зварювального дроту [9]. Для зварювання необхідно обирати дріт з аналогічної групи сталей.

Використовуючи вуглекислий газ слід враховувати, що в газовій фазі утворюється велика кількість вільного кисню. Тому зварювальний дріт повинен містити додаткову кількість легуючих елементів з великою спорідненістю до кисню, найчастіше Si і Mn. Найбільш широко застосовується зварювальний дріт Св-08Г2С.

На основі дослідів зварювання розроблені державні стандарти на основні марки сталі для зварювання, ГОСТ 2246-70.

Стандарт регламентує лише хімічний склад і розміри дротів, так як механічні властивості металу шва залежать від багатьох факторів (долі основного металу, захисного середовища, режиму зварювання, тощо). Хімічний склад дроту наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Хімічний склад дроту Св – 08Г2С [9]

вміст хімічних елементів, %						
С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
0.05-0.11	1.8-2.1	0.7-0.95	≤0.20	≤0.25	0.025	0.030

Однією із особливостей отримання рівноміцних з'єднань є вибір типу зварних швів. Враховуючи товщину металу з якого зварюють корпус домкрата обираємо з'єднання Н1 (рис.2.1.) та Т1 (рис.2.3) (ГОСТ 14771-76). Основні розміри наведено в табл. 2.4.

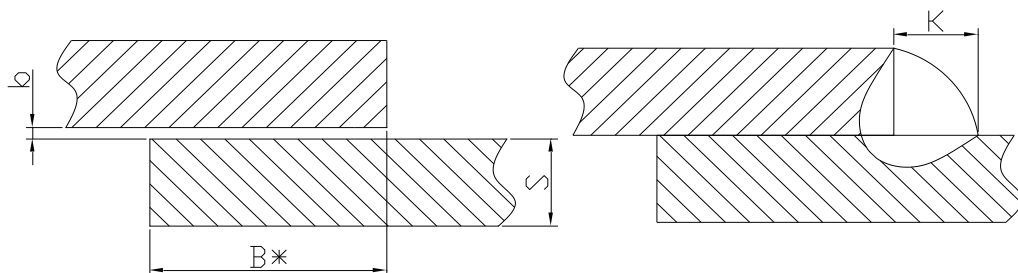


Рис.2.1. Конструктивні елементи Н1

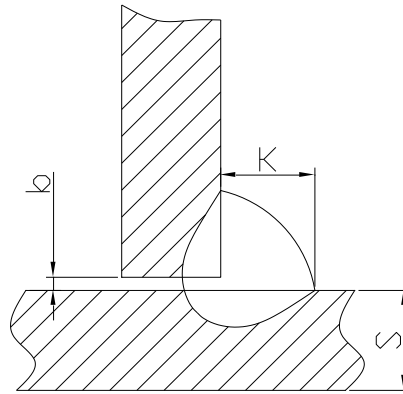


Рис.2.3. Конструктивні елементи Г1

Таблиця 2.4 - Розміри з'єднання Н1 та Г1

s	b	
	Номінальне	Граничне відхилення
6,0 - 20,0	0	+ 1,5

Як бачимо, розміри елементів шва таврового та напусткового з'єднання однакові, аналогічно однаковий тип шва – кутовий. Звідси, режими зварювання для цих з'єднань також однакові. Тому проведемо їх розрахунок (література 6-8) з врахуванням лише товщини металу .

Для механізованого способу, $k= 5$ та 10 мм:

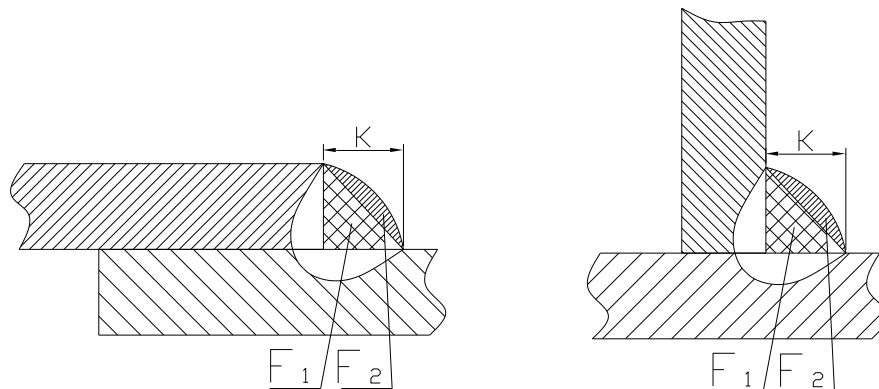


Рис. 2.4. Розрахунок площі поперечного перерізу швів.

$$F_{H5}=F_{H1}+F_{H2}=0.5 \cdot K^2+0.7 \cdot e \cdot g=0.5 \cdot 25+0.7 \cdot 7 \cdot 1=17,4 \text{ мм}^2 \quad (2.1)$$

$$F_{H10} =0.5 \cdot K^2+0.7 \cdot e \cdot g=0.5 \cdot 100+0.7 \cdot 7 \cdot 1=54,9 \text{ мм}^2$$

➤ діаметр електродного дроту

$$d_{e.d.5} = K_d \times F_{Hi}^{0.625} = (0.149 \dots 0.264) \times 17.4^{0.625} = 0.89 \dots 1.57 \text{ мм}^2 \quad (2.2)$$

$$d_{e.d.10} = K_d \times F_{Hi}^{0.625} = (0.149 \dots 0.264) \times 54.9^{0.625} = 1.89 \dots 3.22 \text{ мм}^2$$

Коефіцієнт K_d вибираємо в залежності від положення шва та рівня автоматизації, для механізованого зварювання в нижньому положенні $K_d = 0.149 \dots 0.264$.

Приймаю значення $d_{e.d.5} = 1,2$ мм та $d_{e.d.10} = 2$ мм відповідно.

➤ Виліт електродного дроту:

➤

$$L_{e.l.d.5} = 10 \cdot d_{e.l.d.} = 1.2 \cdot 10 = 12 \text{ мм} \quad (2.3)$$

$$L_{e.l.d.10} = 10 \cdot d_{e.l.d.} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ мм}$$

➤ швидкість зварювання

Швидкість зварювання залежить від площі наплавленого металу та діаметру дед, та обмежується в залежності від рівня автоматизації (для механізованого зварювання $V_{зв} = 4 \dots 10$ мм/с).

$$V_{зв5} = \frac{8.9 \times d_{e.d.}^2 + 50.6 \times d_{e.d.}^{1.5}}{F_{Hi}} = \frac{8.9 \times 1.2^2 + 50.6 \times 1.2^{1.5}}{17.4} = 4.56 \text{ мм/с} (16.41 \text{ м/год}) \quad (2.4)$$

$$V_{зв10} = \frac{8.9 \times 1.2^2 + 50.6 \times 2^{1.5}}{54.9} = 3.06 \text{ мм/с} (11 \text{ м/год})$$

швидкість подачі електродного дроту

$$V_{под5} = \frac{4 \times F_H \times V_{зв}}{\pi \times d_{e.d.}^2 \times (1 - \psi_p)} = \frac{4 \times 17.4 \times 4.56}{3.14 \times 1.2^2 \times (1 - 0.1)} = 77.99 \text{ мм/с} (280.8 \text{ м/год}) \quad (2.5)$$

$$V_{под10} = \frac{4 \times 54.9 \times 3.06}{3.14 \times 2^2 \times (1 - 0.1)} = 59.44 \text{ мм/с} (213.4 \text{ м/год})$$

зварювальний струм

$$I_{зв5}^{(+)} = d_{e.д} \times (\sqrt{1450 \times d_{e.д} \times V_{под}^{(+)} + 145150 - 382}) =$$

$$= 1.2 \times (\sqrt{1450 \times 1.2 \times 77.99 + 145150 - 382}) = 177.5 \text{ A} \quad (2.6)$$

$$I_{зв5}^{(+)} = 2 \times (\sqrt{1450 \times 2 \times 59.44 + 145150 - 382}) = 360 \text{ A}$$

приймемо $I_{зв5} = 180 \text{ A}$ та $I_{зв10} = 360 \text{ A}$.

перевіряємо отримане значення зв. струму:

$$I_{зв5} \leq 180 \times d_{e.д.}^{1.5} = 236 \text{ A} \quad (2.7)$$

$$I_{зв10} \leq 180 \times d_{e.д.}^{1.5} = 509 \text{ A}$$

Отримане значення зварювального струму не виходить за межі допустимого.
напруга зварювання

$$U_{д5} = 14 + 0,05 \times I_{зв} = 14 + 0,05 \times 180 = 23 \text{ В} \quad (2.8)$$

$$U_{д10} = 14 + 0,05 \times 360 = 32 \text{ В}$$

витрати захисного газу

$$q_{з.г.} = 0,0033 \times I_{зв}^{0,75} = 0,0033 \times 180^{0,75} = 0,16 \text{ л/с (9.73 л/хв)} \quad (2.9)$$

$$q_{з.г.} = 0,0033 \times 360^{0,75} = 0,27 \text{ л/с (16.4 л/хв)}.$$

Для автоматичного способу (за аналогічною схемою розрахунку):

Катет шва – 8 мм.

➤ діаметр електродного дроту

$$d_{e.д.} = K_d \times F_{Hi}^{0.625} = (0.149 \dots 0.409) \times 43.75^{0.625} = 1.58 \dots 4.34 \text{ мм}^2$$

Коефіцієнт K_d вибираємо в залежності від положення шва та рівня автоматизації, для автоматичного зварювання у горизонтальному положенні $K_d = 0.149 \dots 0.409$.

Прийmemo значення $d_{e.d}=2,0$ мм.

➤ Виліт електродного дроту:

$$L_{\text{ВИЛ}} = 10 \times d_{E,Д.} = 10 \times 2.0 = 20 \text{ мм}$$

➤ Швидкість зварювання

$$\begin{aligned} V_{\text{ЗВ}} &= \frac{15.9 \times d_{e.d}^2 + 67.4 \times d_{e.d}^{1.5}}{F_{Hi}} = \frac{15.9 \times 2.0^2 + 67.4 \times 2.0^{1.5}}{43.75} \\ &= 5.84 \text{ мм/с} (21 \text{ м/год}) \end{aligned}$$

➤ швидкість подачі електродного дроту

$$V_{\text{ПОД}} = \frac{4 \times F_H \times V_{\text{ЗВ}}}{\pi \times d_{e.d}^2 \times (1 - \psi_p)} = \frac{4 \times 43.75 \times 5.84}{3.14 \times 2.0^2 \times (1 - 0.1)} = 90.4 \text{ мм/с} (325.4 \text{ м/год})$$

➤ зварювальний струм

$$I_{\text{ЗВ}}^{(+)} = 2.0 \times (\sqrt{1450 \times 2.0 \times 90.4 + 145150} - 382) = 512.4 \text{ А}$$

приймаю $I_{\text{ЗВ}} = 500 \text{ А}$

перевіряемо отримане значення зв. струму:

$$I_{\text{ЗВ}} \leq 180 \times d_{e.d}^{1.5} = 509 \text{ А}$$

Значення величини зварювального струму у межах допустимого.

➤ напруга зварювання

$$U_{\text{ЗВ}} = 14 + 0.05 \cdot I_{\text{ЗВ}} = 14 + 0.05 \cdot 500 = 39 \text{ В}$$

витрати захисного газу

$$q_{\text{ЗГ}} = 0.0033 \times I_{\text{ЗВ}}^{0.75} = 0.0033 \times 500^{0.75} = 0.35 \text{ л/с} (21 \text{ л/хв})$$

Отримані параметри режиму зварювання забезпечують необхідні властивості зварного з'єднання.

2.2 Розрахунок норм часу і витрат матеріалів при зварюванні

У результаті нормування технологічного процесу визначається норма штучного часу і норма підготовчого–заключного часу. Проведемо розрахунок норм часу згідно літератури [10].

Норма штучного часу $T_{шт}$, хв, визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_{доп} + T_{обс} + T_{відп}, \quad (2.10)$$

де T_o - основний технологічний час (час горіння дуги), хв;

$T_{доп}$ - допоміжний час (час на встановлення і зняття деталі, зачистка шва), хв;

$T_{обс}$ - час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{відп}$ - час на відпочинок і особисті потреби, хв.

Основний час, хв, при всіх способах дугового зварювання:

$$T_o = \frac{G_n}{\alpha_n \cdot I_{зв}} \cdot 60, \quad (2.11)$$

де G_n - маса наплавленого металу, г.

Розрахунок G_n при зварювальних роботах виконується за формулою:

$$G_n = F_n \cdot L \cdot \rho, \quad (2.12)$$

де F_n - площа наплавленого металу, см²;

L - довжина шва, см,

ρ - питома вага металу, для сталі, $\rho = 7,8$ г/см³.

Загальна довжина зварних швів залежить від їх типу та способу виконання.

Надалі будуть застосовуватися наступні індексні позначення: автоматичне

зварювання таврових швів: ТА; півавтоматичне зварювання напусткових швів: НП;
також сумарне обчислене значення витрати для усіх швів: Σ .

Маса наплавленого металу складе

$G_{ТА}$, гр	$G_{НП}$, гр	G_{Σ} , гр
252	407	2250

Основний час зварювання буде дорівнювати:

$T_{oТА}$, хв	$T_{oНП}$, хв	$T_{o\Sigma}$, хв
1,68	7,54	27,507

Сума основного та допоміжного часу називається оперативним часом:

$$T_{on} = T_o + T_{don}. \quad (2.13)$$

При визначенні норм часу на механізовані способи з допоміжний час приймається 20-30% від основного часу.

Враховуючи достатньо велику програму робіт із зварювання корпусу розрахунок ведемо для випадку серійного виробництва

$$T_{don} = (0,20 \dots 0,30) T_o = 0,25 \cdot T_o, \text{ хв.} \quad (2.14)$$

Час обслуговування робочого місця, час на відпочинок і особисті потреби при механізованих способах приймають 10 -15% від оперативного, а підготовчо-заклучний час - 2 - 4% від оперативного.

Отже,

$$T_{обс} + T_{відн} = (0,10 \dots 0,15) \cdot T_{on} = 0,12 \cdot T_{on}, \text{ хв.} \quad (2.15)$$

Підготовчо-заклучний час:

$$T_{пз} = (0,02 \dots 0,04) T_{on} = 0,03 \cdot T_{on} \text{ хв.} \quad (2.16)$$

Звідси:

$T_{\text{допТА, ХВ}}$	$T_{\text{допНП, ХВ}}$	$T_{\text{доп}\Sigma, \text{ХВ}}$
0,42	1,88	6,87
$T_{\text{опТА, ХВ}}$	$T_{\text{опНП, ХВ}}$	$T_{\text{оп}\Sigma, \text{ХВ}}$
2,1	9,43	34,38
$T_{\text{обсТА, ХВ}}$	$T_{\text{обсНП, ХВ}}$	$T_{\text{обс}\Sigma, \text{ХВ}}$
0,25	1,13	4,13
$T_{\text{п-зТА, ХВ}}$	$T_{\text{п-зНП, ХВ}}$	$T_{\text{п-з}\Sigma, \text{ХВ}}$
0,06	0,28	1,03
$T_{\text{шт ТА, ХВ}}$	$T_{\text{шт НП, ХВ}}$	$T_{\text{шт}\Sigma, \text{ХВ}}$
2,41	10,84	39,54

Норми витрат електродного дроту суцільного перетину при напівавтоматичному наплавленні

$$G_{\text{др}} = G_{\text{н}} \cdot (1 + \psi), \quad (2.17)$$

де $G_{\text{н}}$ - маса наплавленого металу, кг;

ψ - коефіцієнт втрат металу, $\psi = 0,02 \dots 0,03$. Приймаємо $\psi = 0,025$.

Норма витрат захисного газу $G_{\text{зг}}$ (л/деталь)

$$G_{\text{зг}} = q_{\text{зг}} \cdot T_0, \quad (2.18)$$

де $G_{\text{зг}}$ - витрати захисного газу, л/хв.;

T_0 - основний час зварювання, хв.

$G_{\text{др СА, гр}}$	$G_{\text{др ТА, гр}}$	$G_{\text{др НП, гр}}$	$G_{\text{др}\Sigma, \text{гр}}$
1631	258.3	417.3	2307
$Q_{\text{др СА, Л}}$	$Q_{\text{др ТА, Л}}$	$Q_{\text{др НП, Л}}$	$Q_{\text{др}\Sigma, \text{Л}}$
256,9	35,3	73,4	365,6

Норму витрат електроенергії $G_{ен}$ (кВт год):

$$G_{ен} = \frac{U_{\partial} \cdot I_{зв}}{\eta \cdot 1000} \cdot T_o + \omega_o \cdot (T_{умт} - T_o) \quad (2.19)$$

Значення η і ω_o наведені нище:

Рід струму	η	ω_o , кВт
Змінний	0,8-0,9	0,2 - 0,4
Постійний	0,6 - 0,7	2.0 - 3,0

В нашому випадку приймаємо $\eta = 0,65$; $\omega_o = 2,5$ кВт.

Тоді норма витрат електроенергії на зварювання складе

$G_{ен CA}$, кВт год	$G_{ен TA}$, кВт год	$G_{ен НП}$, кВт год	$G_{ен \Sigma}$, кВт год
4,21	0,87	0,94	6,02

Отже, на виготовлення одного корпусу необхідно 6,02 кВт год.

2.3 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування

Зварювання в захисних газах виконують в основному на постійному струмі. Використовують джерела живлення з круто- і пологопадаючими статичними характеристиками. По динамічних властивостях дані джерела можна розділити на джерела з низькими швидкостями наростання струму короткого замикання, середніми, високими і дуже високими [11].

Виходячи з отриманих даних вибираємо джерело струму, що відповідає висунутим до нього умовам: обираємо джерело живлення постійного струму, з жорсткою ВАХ.

Для механізованого зварювання будемо застосовувати півавтомат марки ПДГ 508 М (рис. 2.5.), технічні характеристики наведені в табл. 2.5 [12]

Даний напівавтомат має широкий діапазон регулювання режимів зварювання. Він складається з подаючого механізму, шафи управління, джерела постійного струму, пальника (шлангового утримувача), газового редуктора, підігрівача газу, комплекту кабелів і шлангів. Укомплектовується випрямлячем КИГ-601, який забезпечує отримання не лише жорстких, а й падаючих зовнішніх характеристик. Ці напівавтомати використовуються на поточних або на стаціонарних робочих місцях.

Дуже важливою експлуатаційною перевагою джерел з жорсткою характеристикою є легкість збудження зварювальної дуги, що особливо важливо при зварюванні порошковими дротами на малих струмах. Зварювання виконується на постійному струмі зворотної полярності. Виходячи із вище сказаного вибираємо джерело живлення КИГ-601 (рис. 2.6).

Універсальний зварювальний випрямляч призначений для автоматичного і механізованого зварювання в захисних газах та під флюсом. Технічна характеристика КИГ-601 наведена в табл. 2.6.

Випрямляч забезпечує стабільне горіння дуги та відмінні зварювальні властивості і високу якість металу зварного шва.

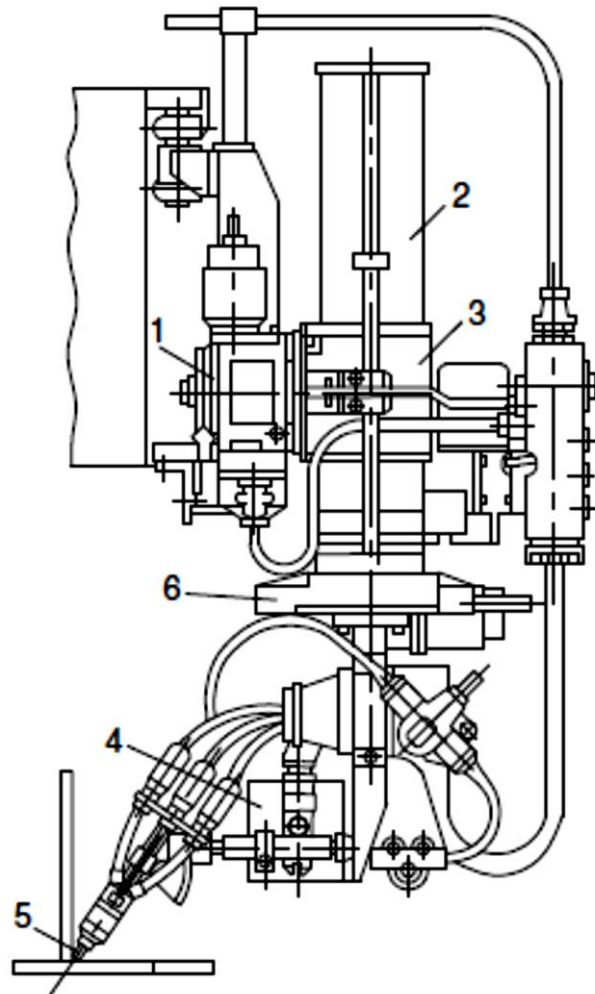


Рис. 2.6 – Випрямляч типу КИГ-601 [12]

Таблиця 2.6 - Технічна характеристика КИГ-601 [12]

Найменування параметра	Норма
Напруга мережі, В	380
Частота струму в мережі, Гц	50
Зварювальний струм при, А	
ПВ 100%	480
ПВ 80%	540
ПВ 60%	630
Регулювання струму, А	60 - 630
Регулювання напруги дуги, В	17 - 46
Кількість ступеней регулювання напруги	50
- I діапазон	5
- II діапазон	10
Споживана потужність, кВА	46
Напруга холостого ходу, В	60
Маса, кг	290
Габаритні розміри, мм	740×590×952

Для автоматичного зварювання в CO_2 обираємо автомат А-1411П [13] (рис. 2.7 та табл. 2.7). Даний автомат забезпечений спеціальним пальником, що забезпечує газовий захист зони зварювання і водяне охолодження сопла, а також оснащений необхідною газовою апаратурою. Наявність водяного охолодження дозволяє зменшити прилипання бризок до сопла та підвищує термін його служби. Регулювання швидкості подачі електродного дроту у плавне, а регулювання швидкості зварювання – ступінчасте. Автомат А-1411П оснащений копірним пристроєм для стеження за швом у двох площинах і головкою для автоматичного пошуку початку шва.



1 - візок; 2 – штанга; 3 – механізм підйому штанги; 4 - копірний пристрій;
5 – зварювальна головка; 6 – супорт

Рис. 2.7 – Схема автомат А-1411П

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики А – 1411П [13]

Параметр	
Номінальний режим роботи (ПВ %)	60%
Діаметр дроту, мм	2.0 – 3.0
Швидкість подачі дроту, м/год	50.500
Швидкість зварювання, м/год	12 – 240
Вертикальний хід, мм	500
Поперечне коректування електроду, мм	±130
Габаритні розміри, мм	790x600x1410

Вибране устаткування забезпечує отримання необхідних параметрів режиму зварювання.

2.4 Вибір методу контролю якості

Для забезпечення стабільної якості вихідної продукції –розроблено схему забезпечення якості, яка встановить постійну якість готової продукції, та за рахунок цього зменшить кількість вихідного браку. За рахунок даної схеми значно зменшується собівартість виготовлення продукції, та трудовитрати.

Схема визначає основні невідповідності в ході технологічного процесу, для кожного переходу та встановлює заходи усунення даних невідповідностей. Контроль якості включає в себе три основних етапи: етап попереднього контролю якості матеріалів, міжопераційний контроль якості, та вихідний контроль. Завдяки між операційному контролю стає неможливим перехід з одної операції на іншу, якщо в ході попередньої операції виникла невідповідність (брак). Тим самим виключається можливість накопичення браку в ході технологічного процесу [14].

Вхідному контролю підлягають зварювальні матеріали, які обов'язково повинні супроводжуватися сертифікатами якості. Забороняється використовувати зварювальні матеріали, марки яких невідомі.

Поопераційний контроль повинен проводитись на всіх етапах робіт виготовлення стріли. При цьому необхідно контролювати дотримання всіх технологічних режимів та операцій, які приведені в даному документі.

При установці деталей на кондуктор або зварювальну установку перевіряється точність встановлення та фіксація деталей. Затискання деталей в пневматичними притискачами не проводиться доки точність розташування не буде вклататися у межах встановлених допусків.

Після зварювання перевіряється якість зварювальних швів: довжина шва, відсутність дефектів (у заданих нормах) та розміри перерізу шва.

Приймальний контроль. Після зварювання та зачищення швів конструкція перевірюється візуальним оглядом, також контролюються розміри самої конструкції. У разі дефекації стріли, зварювальні шви вирізаються та переварюються.

Після проходження приймального контролю вибірково проводять ультразвукову дефектоскопію зварних швів (із зміни 15%). Це реалізують за допомогою ультразвукового сканер-дефектоскопа моделі УСД-60-8K WeldSpector (рис. 2.8) [15]



Рис. 2.8 – Сканер-дефектоскоп моделі УСД-60-8K WeldSpector [15]

Восьмиканальний ультразвуковий сканер-дефектоскоп УСД-60-8K WeldSpector призначений для високопродуктивного ручного ультразвукового контролю зварних швів. Він дозволяє контролювати зварні з'єднання зі швидкістю до 4м/хв. Розташування спеціальних 4-х каналних перетворювачів з обох боків зварного шва дозволило забезпечити його контроль за один прохід.

2.5 Опис запропонованого технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення корпусу великотоннажного домкрата здійснюється в наступній послідовності:

- 1) Поступлення листів товщиною 5, 8 та 10 мм в цех з наступним правленням та розміткою.

2) Провести контроль сертифікатів відповідності наданих постачальником матеріалів.

3) Передати листовий прокат та швелер на слюсарну дільницю.

4) Виконати дробоструменеве очищення прокату.

5) Доставити листовий прокат та швелер на дільницю різання.

6) Різка на відповідні розміри та очищення кромки.

7) Передати заготовки на установку для складання та зварювання поздовжніх швів.

8) Встановити деталь 2 та 6 у кондуктор та зафіксувати.

9) Виконати автоматичне зварювання в CO_2 на розрахованих режимах.

10) Передати деталі 4 та 5 на установку для складання та зварювання поздовжніх швів.

11) Встановити деталь 4 та 5 у кондуктор та зафіксувати.

12) Виконати автоматичне зварювання в CO_2 на розрахованих режимах.

13) Встановити складальні одиниці у кондукторі установки для автоматичного зварювання в CO_2 .

14) Доставити заготовку (деталі 2,4,5,6), деталь 3 та втулки 1 на установку механізованого зварювання.

15) Встановити заготовку, деталь 3 та втулки у кондуктор та зафіксувати.

16) Виконати зварювання за допомогою механізованого зварювання в CO_2 .

17) Транспортувати стійку та інші деталі на складально зварювальну установку для зварювання станини.

18) Виконати зварювання станини за допомогою механізованого зварювання в CO_2 .

19) Зачистити шви від окалини та бризок металу.

20) Провести контроль якості зварних швів.

21) Виконати ґрунтування станини.

Для правлення листового металопрокату застосовуємо листопривильну машину Bendmak BPSM 20/18 (рис. 2.10). Схема правлення приведена на рис. 2.11.[16]

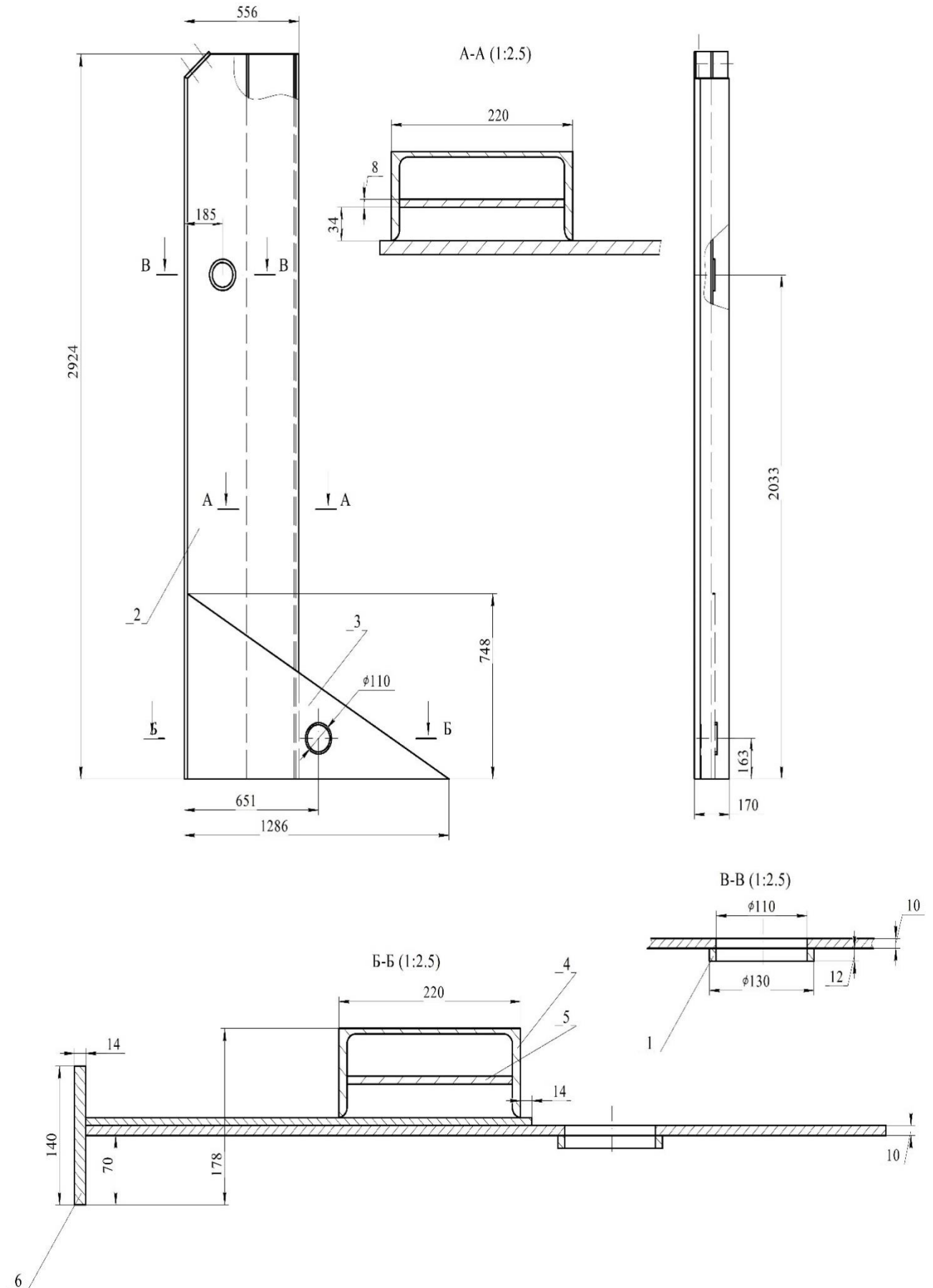


Рис. 2.9 Схема конструкції корпусу домкрата



Рис. 2.10 - Листопрямильна машина Vendmak BPSM 20/18 [16]

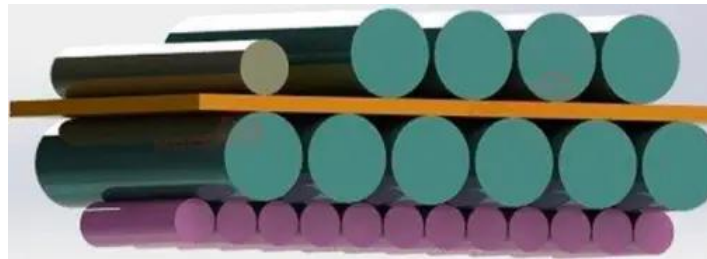


Рис. 2.11 – Схема правлення листового прокату [16]

Після виправлення проводять вирізання заготовок корпусу з листового металу за допомогою комплексу лазерного розкрою з ЧПУ XTLaser XTC-1530H (рис. 2.12) [16].



Рис. 2.12 - Комплекс лазерного розкрою з ЧПУ XTLaser XTC-1530H [16]

Різання швелера №22 згідно вказаних на кресленні розмірів проводимо за допомогою стрічко-пил'ного верстату типу SPECIAL 315A (рис. 2.13) [17].



Рис. 2.13 - Стрічко-пил'ний верстат SPECIAL 315A [17]

Вирізані заготовки очищають за допомогою дробострумінної установки прохідного типу SK-7 ÇETİNGİL(рис. 2.14). [16]



Рис. 2.14 - Дробострумінна установка SK-7 ÇETİNGİL[16]

Складання та зварювання корпусу домкрата проводимо за допомогою запропонованого обладнання яке описане в п.3.2 та п.2.2 відповідно.

Контрольні операції проводимо на кожному етапі технологічного процесу зовнішнім оглядом. Контролюємо форму і розміщення швів, наявність зовнішніх дефектів та деформації зварених вузлів. Також, слідкуємо за дотриманням режимів зварювання відповідно на кожній операції.

Повністю зварені корпуси (вибірково 15% із зміни) піддаємо ультразвукової дефектоскопії, це здійснюємо з метою перевірки наявності внутрішніх дефектів в швах та дотримання режиму зварювання.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Перевірочний розрахунок міцності конструкції

При виготовленні вузлів великотоннажного домкрата використовуємо напусткові та таврові з'єднання. Проведемо розрахунок на міцність кутових швів з катетом 5мм і довжиною швів 2000 мм.

Розрахунок на міцність зварних з'єднань будемо проводити згідно літератури [18]:

Кутові зварні шви розраховують на зріз:

$$\tau = \frac{P}{F} \leq [\tau']; \quad (3.1)$$

де P – перерізуючи сила, Н;

F – площа поперечного перерізу шва, м²;

Площа поперечного перерізу шва

$$F = h_p \cdot l, \quad (3.2)$$

де h_p – товщина шва, м;

$$h_p = \beta \cdot k, \quad (3.3)$$

де k – катет шва, мм;

β – коефіцієнт, для напівавтоматичного зварювання $\beta = 0.8$;

l – довжина швів;

$$h_p = 0.8 \cdot 5 = 0.004 \text{ м.}$$

$$F = 0.004 \cdot 2000 = 8 \text{ мм}^2.$$

$[\tau']$ – допустиме дотичне напруження, МПа

$$[\tau'] = 0.6 \cdot [\sigma'], \quad (3.4)$$

$$[\tau'] = 0.6 \cdot 410 = 246 \quad \text{МПа.}$$

Отже з формули (3.1) :

$$P = F \cdot [\tau], \quad (3.5)$$

$$P = 8 \cdot 246 \cdot 10^6 = 1.968 \cdot 10^6 \quad \text{Н.}$$

3.2 Вибір типу пристосувань

Для виготовлення направляючої корпусу великотоннажного домкрата будемо застосовувати спеціальне складально-зварювальне устаткування.

При виготовленні першого вузла стійки, який складається із швелера та листового прокату використовуємо автоматичну установку для зварювання в CO_2 . Дана установка (рис.3.1) представляє собою зварювальний автомат А1411П (1), стіл (2), на якому встановлені пневматичні притискачі (3), та упори (4).

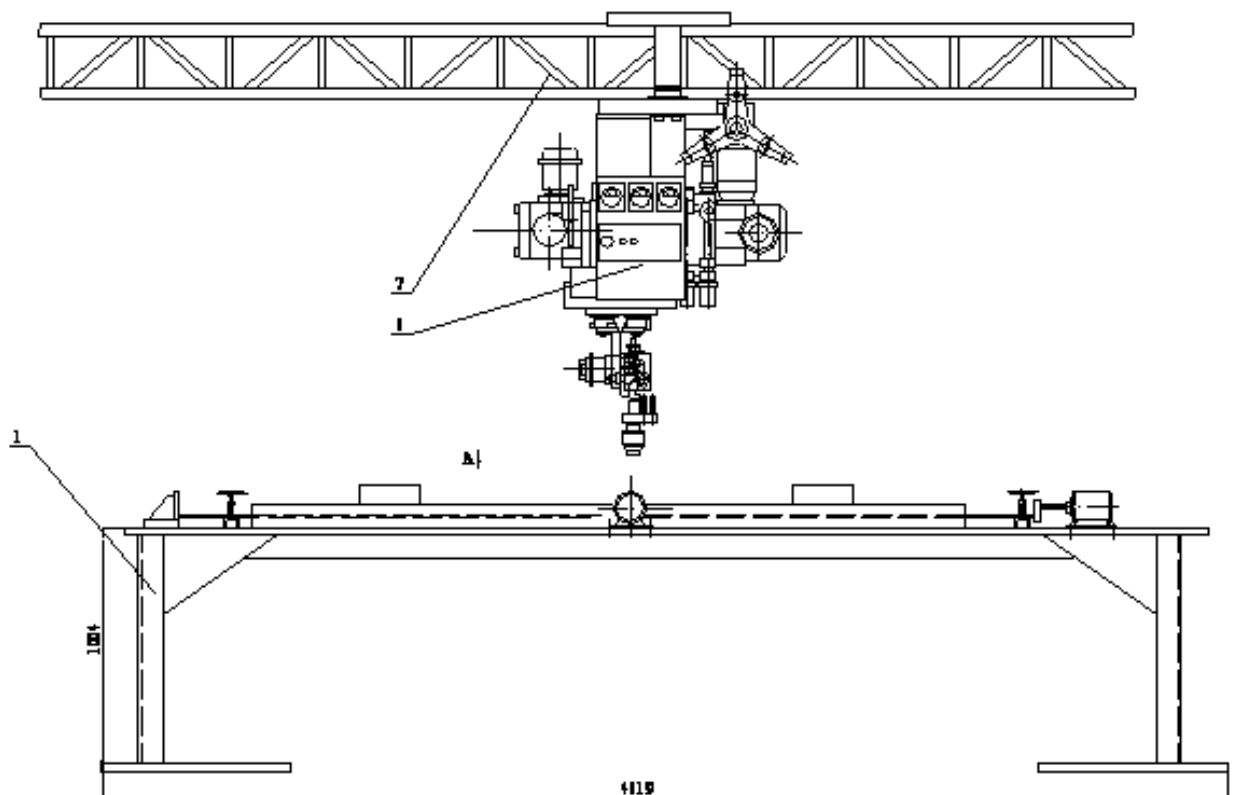


Рис. 3.1 – Установка для зварювання поздовжніх швів.

Далі використовуємо кондуктор для складання та зварювання (рис. 3.2). Даний кондуктор складається також зі складального стола (1) на який встановлюється виріб (3) та фіксується за допомогою пневматичних притискачів (2), гвинтового притискача (4) та упорів (5).

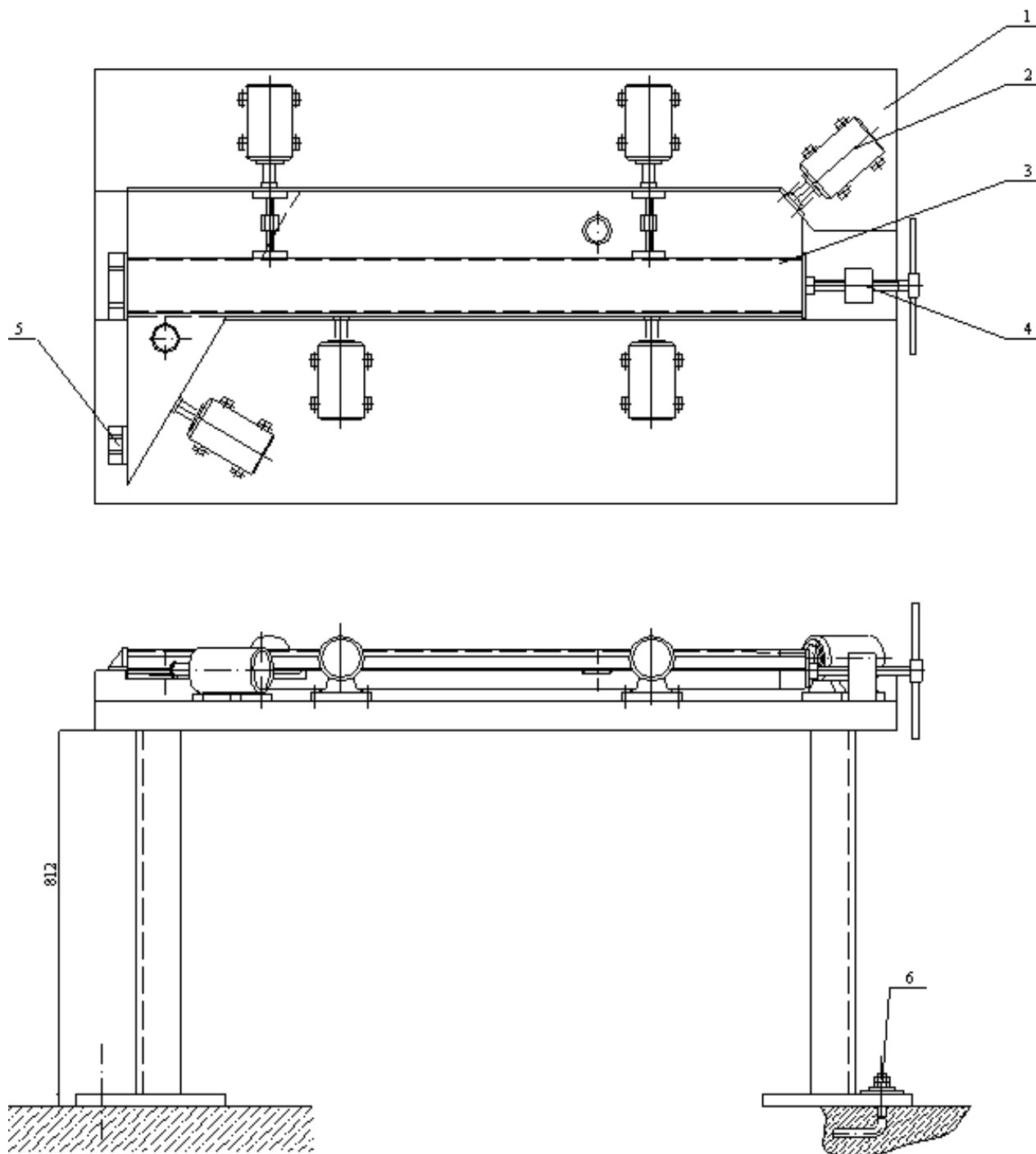


Рис. 3.2 – Кондуктор для складання

Після складання та зварювання двох стійок вони з іншими деталями передаються на установку для складання станини (рис.3.3).

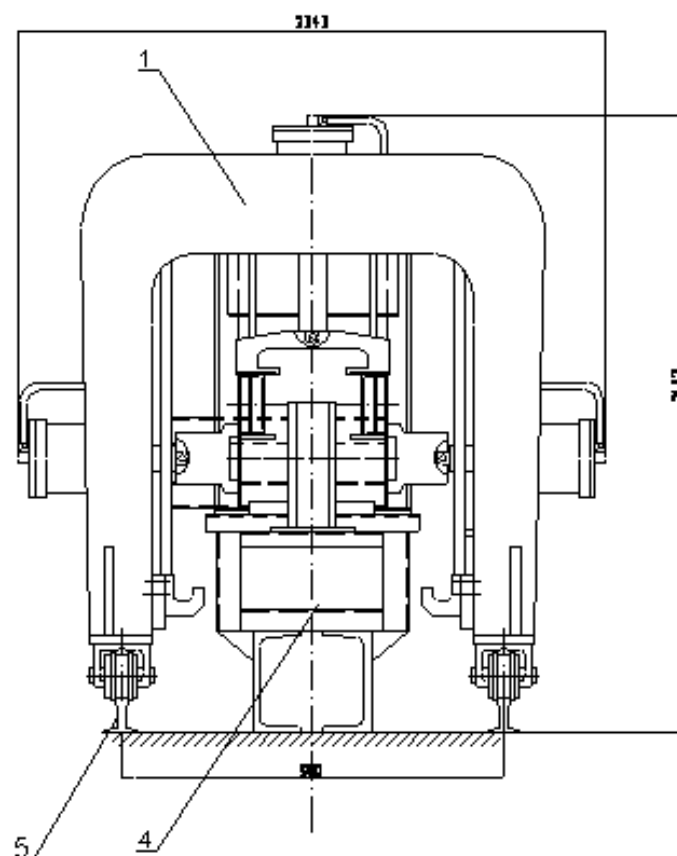
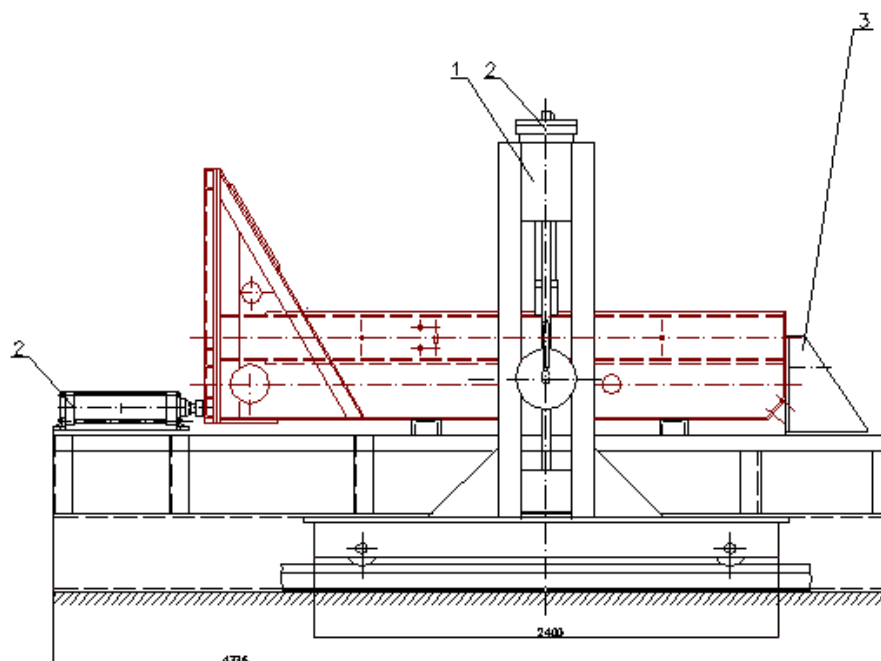


Рис. 3.3 – Кондуктор для складання

Установка оснащена порталом з пневмопритискачами (1), що фіксує виріб від вертикального та бокового переміщення, а також упора (3) та пневмопритискача (2), які фіксують від поздовжнього переміщення.

Стіл установки сконструйований таким чином, щоб відстань між стійками, що на нього встановлюються, фіксувалась упором, а із зовнішніх боків вони притискалися пневмопритискачами портала.

3.3 Розрахунок і проектування елементів пристосувань

Для зварювання корпусу домкрата застосовуємо установку для зварювання поздовжніх швів, яка містить зварювальний автомат типу А1411П. Тому проведемо розрахунок візка велосипедного типу для його переміщення згідно літератури [19]. Для цього необхідно визначити діаметри валів, ходових коліс та потужність приводного двигуна.

Вихідними даними для розрахунку є:

маршова швидкість $V_m = 17$ м/хв,

швидкість зварювання $V_{зв} = 17 \dots 80$ м/год,

вага візка $G = 1,8 \times 10^3$ Н, $H = 500$ мм, $l_1 = 600$ мм,

колеса з циліндричним ободом та лінійним контактом з плоскою рейкою.

$$Q_2 = Q_3 = \frac{Q_1}{2} = \frac{1800}{2} = 900 \text{ Н.}$$

З рівняння моментів визначаємо горизонтальну реакцію коліс та опорного ролика

$$Gl_1 - TH = 0 \text{ звідки } T = \frac{Gl_1}{H} = \frac{1800 \cdot 0,6}{4} = 0,27 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Реакція на кожне з двох коліс дорівнює $T/2$.

Вибираємо стандартні ходові колеса $D_{хк}=300$ мм та опорний ролик $D_p=200$ мм.

Візок переміщається по рейці виготовленої із сталі 65Г, а утримуючий ролик по напрямній у вигляді швелера, закріпленого до колон цеху.

Перевіримо ходове колесо на контактні напруження

$$\sigma_e = 0,167k_f \sqrt{\frac{PE}{hr_1}} \leq [\sigma],$$

де $E = 2,1 \times 10^6$ МПа;

$h = 30$ мм – ширина контактної поверхні;

$k_f = 1,05$ – коефіцієнт тертя;

$[\sigma] = 70$ МПа – допускне контактне напруження для сталі 65Г;

$$P = Q = G/2 = 900 \text{ Н}$$

$$\sigma_e = 0,167 \cdot 1,05 \cdot \sqrt{\frac{900 \cdot 2,1 \times 10^6}{0,06 \cdot 0,15}} = 458 \text{ кПа},$$

$$\sigma_e < [\sigma].$$

Визначаємо діаметр осі ходового колеса, виходячи з згинального моменту

$$M_{31} = Ta = 270 \cdot 0,04 = 10,8 \text{ Нм};$$

Вісь обираємо із сталі 35 ($[\sigma] = 55$ МПа)

$$d_o = \sqrt[3]{\frac{10M_{31}}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 10,8}{55 \cdot 10^6}} = 0,012 \text{ м};$$

Призначаємо діаметр осі $d_o = 12$ мм.

Вал привідного колеса розглянемо як двох-опорну балку.

$$M_{32} = \frac{Qb}{4} = \frac{900 \cdot 0,2}{4} = 45 \text{ Нм}.$$

де $b = 200$ мм.

Діаметр вала без врахування крутного моменту

$$d_{\epsilon} = \sqrt[3]{\frac{10M_{32}}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 45}{55 \cdot 10^6}} = 0,02 \text{ м}; \quad d_{\text{в}} = 20 \text{ мм.}$$

Для заданого переміщення візка визначимо опір пересуванню

$$W_T = \sum_1^n Q_k k_p \frac{f_n d + 2\mu_k}{D_k};$$

де Q_k – навантаження на кожне колесо та ролик, Н ;

f_n – коефіцієнт тертя в підшипниках ($f_n = 0,1$);

μ_k – коефіцієнт тертя кочення, м ($\mu_k = 0,0003$ м);

k_p – коефіцієнт тертя ($k_p = 2,5$);

n – кількість ходових коліс та роликів;

d – діаметр осей та валів, м.

$$W_T = 2(Q_k k_p \frac{f_n d_{\epsilon} + 2\mu_k}{D_{\text{хк}}}) + 2(T k_p \frac{f_n d_{\epsilon} + 2\mu_k}{D_{\text{хк}}}) + T k_p \frac{f_n d_o + 2\mu_k}{D_p};$$

$$W_T = 2(900 \cdot 2,5 \frac{0,1 \cdot 0,02 + 2 \cdot 0,0003}{0,3}) + 2(270 \cdot 2,5 \frac{0,1 \cdot 0,02 + 2 \cdot 0,0003}{0,3}) + 270 \cdot 2,5 \frac{0,1 \cdot 0,012 + 2 \cdot 0,0003}{0,2} = 59,1 \text{ Н.}$$

Опір пересуванню візка з урахуванням сил інерції при можливому прискоренні $a = 0,1 \text{ м/с}^2$.

$$W_D = W_T + G \frac{a}{9,81} = 59,1 + 1800 \frac{0,1}{9,81} = 77,45 \text{ Н.}$$

Крутний момент на приводному валу

$$M_{\text{кр}} = W_D \frac{D_{\text{хк}}}{2} = 77,45 \frac{0,3}{2} = 11,6 \text{ Нм.}$$

Еквівалентний момент на приводному валу

$$M_e = \sqrt{M_{з2}^2 + M_{кр}^2} = \sqrt{45^2 + 11,6^2} = 46,5 \text{ Нм.}$$

Уточнюємо діаметр приводного вала

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{10M_e}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 46,5}{55 \cdot 10^6}} = 0,02 \text{ м,}$$

тобто $d_B = 20 \text{ мм.}$

Потужність привідного двигуна візка

$$\eta_0 = \eta_{\text{ч}} \eta_{\text{з}} = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54$$

де $\eta_{\text{ч}} = 0,6$ – к. к. д. черв'ячної передачі; $\eta_{\text{з}} = 0,9$ – к. к. д. зубчастої передачі.

$$N = \frac{W_{ДВМ}}{\eta_0} = \frac{77,45 \cdot 0,283}{0,54} = 40,6 \text{ Вт.}$$

Призначаємо електродвигун з запасом потужністю $N = 0,5 \text{ кВт.}$

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Оцінка шкідливих факторів та заходи для зменшення їх впливу

Виконання заготівельних та зварювальних робіт на машинобудівному підприємстві при неправильній організації підприємства та праці приводить до появи небезпечних та шкідливих факторів виробництва, які при несприятливому збігу обставин можуть викликати нещасні випадки, отруєння та професійні захворювання.

При зварюванні та різанні металів повітряне середовище виробничих приміщень може забруднюватись зварювальним аерозолем, що містить пил, шкідливі гази та випаровування, наприклад, газоподібні фтористі сполуки, оксид вуглецю, оксиди азоту, азот та інші.

Наявність шкідливих речовин в робочій зоні може привести до виникнення у зварювальників професійних інтоксикацій та пневмоконіозу. Негативно впливають на здоров'я теплове випромінювання нагрівальних пристроїв, нагрітих крупногабаритних виробів та переохолодження організму в холодний період року. Робота обладнання може супроводжуватись шумом та вібраціями, шкідливими для здоров'я. Неправильна експлуатація електричного обладнання може створити небезпеку ураження електричним струмом.

Потужне ультрафіолетове чи світлове випромінювання зварювальної дуги при дії на очі працюючого може викликати електроофтальмію, а при тривалій дії інфрачервоного випромінювання може розвинути помутніння кришталика - катаракта [20].

Застосування відкритої дуги, наявність бризк металу та шлаку при зварюванні не тільки створюють можливість опіків, але і підвищують небезпеку виникнення пожеж.

При проектуванні та експлуатації підприємств із зварювальним виробництвом мають бути проведені заходи профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань, в першу чергу по знищенню шкідливих

та небезпечних виробничих факторів, а якщо ліквідація небезпечних та шкідливих факторів утруднена технічно чи економічно, по їх нейтралізації та захисту від них.

Санітарно-гігієнічні умови та обов'язкові заходи по охороні праці в зварювальному виробництві регламентуються системою стандартів безпеки праці, правилами техніки безпеки та виробничої санітарії при виконанні окремих видів робіт, правилами будови і безпечної експлуатації окремих видів обладнання, єдиними вимогами безпеки до конструкції обладнання, нормами технічного проектування, різноманітними інструкціями, вказівками, правилами та іншими документами.

В складально-зварювальних цехах системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря мають забезпечувати певні метеорологічні умови (мікроклімат), тобто допустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та його чистоту [20].

Найбільш ефективним заходом боротьби з шумом є зменшення шуму в його джерелі.

Однак в складально-зварювальних цехах часто прагнуть зменшити шум на шляху його розповсюдження, застосовуючи для цього звукопоглинання та звукоізоляцію [20].

Боротьбу із вібраціями бажано проводити в джерелі їх виникнення при конструюванні та виготовленні машин і проектуванню технологічних процесів. Зниження рівня вібрації може бути досягнуте віброгасінням, яке частіше реалізується шляхом встановлення віброуючих агрегатів на самостійні віброгасячі основи (фундаменти). Віброізоляцію застосовують для захисту конкретних об'єктів від передавання їм вібрацій, що створюються джерелом коливань. Вібрація зводиться до заміни в коливаючій системі деяких жорстких зв'язків пружними зв'язками, які є віброізоляторами.

При роботі ручними механізованими електричними чи пневматичними інструментами слід застосовувати індивідуальні засоби захисту у вигляді віброізолюючих рукавиць та пальчат, віброзахисних рукояток інструментів або прокладок. [20].

Все електрообладнання зварювальних та складально-зварювальних цехів та ділянок має відповідати нормативним документам. Крім того, слід виконувати вказівки по експлуатації та безпосередньому обслуговуванні електроустановок, які є в інструкціях заводів-виробників.

Під'єднання та від'єднання від мережі електрозварювальних установок, а також спостереження за їх справним станом в процесі експлуатації мають виконуватись електротехнічним персоналом підприємства. Для проведення електрозварювальних робіт допускаються електрозварювальники з кваліфікаційною групою по техніці безпеки не нижче другої [20].

Для захисту тіла робітника від теплових, механічних та інших впливів застосовують спеціальний одяг (штани, куртки, комбінезони, рукавиці) та спеціальне взуття, які повинні відповідати характеру виконуваної роботи та метеорологічним умовам на робочому місці. Захист органів дихання здійснюється шляхом застосування респіратора та протигазів, деколи застосовують зварювальні маски з подаванням в них чистого повітря. Для захисту обличчя та очей від дії променевої енергії електричної дуги, а також від іскор та бризок розплавленого металу зварювальники повинні забезпечуватись щитками або масками, а допоміжні робітники - окулярами.

Кожен щиток (або маска) комплектується захисним світлофільтром, оптичну щільність якого підбирають в залежності від потужності зварювальної дуги і особливостей очей зварювальника. Для запобігання забруднення і бризок металу світлофільтр закривають ззовні звичайним безколірним знімним склом. Найбільш часто використовуються світлофільтри марок ТСЗ і ТС 10. В кабінах, на робочих місцях зварювання необхідно вивішувати плакати, попереджуючи про небезпеку опромінення очей та шкіри працюючих.

В якості засобів індивідуального захисту від шуму (протишумів) застосовують вкладиші, навушники та шоломи. Вкладиші - суцільні чи з каналом в середині заглушки, встановлюються в зовнішній слуховий прохід. Заглушки послаблюють шум на 5...7 дБ при частотах до 500 Гц і на 15дБ при частотах більше

3000 Гц. Суттєвим недоліком будь-яких вкладишів є можливість подразнення в слуховому проході [20-22].

Для індивідуального захисту людей, обслуговуючих електроустановки, від ураження електричним струмом використовуються ізолюючі штанги та кліщі, ізольований інструмент, діелектричні пальчата та рукавиці, діелектричні боти та калоші, діелектричні коврики, мати та підставки. Всі перераховані вище засоби індивідуального захисту періодично випробовуються на пробій і маркуються у відповідності з діючими правилами [22].

Зварювання в CO₂ проводиться відкритою дугою, тому при виконанні зварювальних робіт необхідно забезпечити захист зварювальника від ураження електричним струмом, випромінювання і теплової дії дуги, опіків бризками рідкого металу і отруєння шкідливими газами і парами, що виділяються при зварюванні. Крім цього слід дотримуватись правил експлуатації посудин, що містять газ, який знаходиться під тиском [20]. До початку роботи, згідно правил техніки безпеки, необхідно:

- оглянути і привезти в порядок робоче місце, перевірити справність пристосувань та інструменту, перевірити герметичність під'єднання газових шлангів до пальника і редукторів, справність пальника, редукторів і шлангів;
- при ввімкненні напівавтомату спочатку вмикають рубильник мережі живлення, а потім - зварювальний випрямляч;
- закріпити деталі, що підлягають зварюванню;
- при виявленні недоліків в організації робочого місця, несправності обладнання, інструменту, захисних засобів, засобів пожежогасіння повідомити керівнику робіт.

Під час роботи необхідно:

- бути уважним і не займатися сторонніми справами; не допускати на робоче місце осіб, що не мають відношення до роботи;
- під час роботи користуватися відповідним спецодягом і захисним щитком з світлофільтром, застосовувати катушки з дротом, що забезпечують

- вільне переміщення дроту зусиллям падаючого механізму;
- зачищення швів від бризок проводити в захисних окулярах;
- користуватися підйимально-транспортними засобами.

Після закінчення роботи необхідно:

- від'єднати зварювальну апаратуру від джерела електроенергії;
- привести в порядок устаткування, робоче місце, інструмент та пристрої;
- попередити керівника робіт про закінчення роботи і здати своє робоче місце.

4.2 Розрахунок природного освітлення для спроектованої ділянки

Природне освітлення - освітлення приміщень прямим або відбитим денним світлом (видима частина променевої енергії сонця).

Організація раціонального природного освітлення на робочих місцях - одна з умов забезпечення нормальної виробничої діяльності людини. Недостатня освітленість робочого місця може спричинити професійне захворювання або виробничий травматизм.

Приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати природне освітлення, яке забезпечується бічним, верхнім та комбінованим світлом [22].

Розрахунок природного освітлення полягає у визначенні сумарної площі світлових прорізів, потрібної для забезпечення нормованого значення коефіцієнта природної освітленості на робочих місцях.

Так як освітлення проектованої ділянки забезпечується бічним світлом розрахунок площі світлових прорізів, то:

$$S_B = \frac{e_n \cdot k_3 \cdot h_B}{100 \cdot \tau \cdot r_1} \cdot S_{\Pi} \cdot K_6, \quad (4.1)$$

де S_B - площа світлових прорізів при бічному освітленні, м²;

e_n - нормоване значення коефіцієнту природної освітленості, %,

$e_n = 3,6\%$;

κ_3 - коефіцієнт запасу, $\kappa_3 = 1,5$;

h_B - світлова характеристика вікон, $h_B = 8$

S_{II} - площа підлоги приміщення, m^2 ;

K_6 - коефіцієнт затінення вікон будівлями, що стоять напроти, $K_6 = 1,1$;

τ_1 - коефіцієнт, що враховує підвищення коефіцієнту природного освітлення при бічному освітленні за рахунок світла відбитого від поверхонь приміщення та підстелюючого шару прилеглого від будівлі $\tau_1=1,7$;

τ - загальний коефіцієнт світло пропускання;

$$\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (4.2)$$

де τ_1 - коефіцієнт світлопропускання матеріалу, $\tau_1 = 0,8$;

τ_2 - коефіцієнт, який враховує втрати світла в рамі світлопрорізу, $\tau_2 = 0$;

τ_3 - коефіцієнт, який враховує втрати світла в несучих конструкціях покриття, $\tau_3=1$;

τ_4 - коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях, $\tau_4 = 0,9$;

τ_5 - коефіцієнт, який враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями. При бічному освітленні $\tau_5 = 1$.

Загальний коефіцієнт світлопропускання буде рівним:

$$\tau = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,648.$$

Визначаємо площу світлових прорізів потрібну для забезпечення нормованого значення коефіцієнта природної освітленості на робочих місцях:

$$S_B = \frac{3,6 \cdot 1,5 \cdot 8}{100 \cdot 0,648 \cdot 1,7} \cdot 336 \cdot 1,1 = 144,94 m^2.$$

Отже, площа світлових прорізів, яка потрібна для забезпечення нормованого значення коефіцієнта природної освітленості на робочих місцях, становить $144,94\text{м}^2$.

4.3 Пожежна профілактика в спроектованій ділянці

Ділянка рахується правильно спроектована у тому випадку, коли разом з вирішенням функціональних, міцнісних, санітарних та інших технічних і економічних вимог забезпечені умови пожежної безпеки.

Всі будівельні матеріали по займанню поділяються на три групи:

- незгораючі, які під дією вогню або високих температур не займаються і не обвуглюються (до них відносять більшість металів та матеріали мінерального походження);
- важкозгораючі, які можуть займатися і продовжувати горіти тільки при постійній дії стороннього джерела займання (наприклад, конструкції з дерева, які просочені або покриті вогнезахисними сумішами);
- згораючі, які можуть самостійно горіти після видалення джерела займання (до них відносять більшість пластичних матеріалів, в тому числі які застосовуються в будівництві).

Займання будівельних конструкцій визначають, як правило, по займанню матеріалів з яких вони виготовлені.

В умовах пожежі, крім високих температур, на будівельні конструкції впливають їх власна маса та експлуатаційні навантаження, а також додаткові статичні навантаження (від пролітої при тушінні пожежі води або уламків конструкції, що завалилися) та динамічний вплив (водяні струмені або уламки, що падають). В результаті вказаних впливів несучі конструкції деформуються та втрачають міцність. Крім того, при пожежі конструкції можуть нагрітися до небезпечних температур, прогоріти або отримати наскрізні тріщини, що може привести до розповсюдження пожежі в суміжні приміщення. Здатність конструкцій

чинити опір впливу пожежі на протязі певного часу при збереженні експлуатаційних функцій називається вогнестійкістю [22].

Підвищити вогнестійкість будівель та споруд можна облицюванням або оштукатурюванням металічних конструкцій. Перевагою користуються облицювальні матеріали, які мають мінімальну масу та мінімальний коефіцієнт температуропровідності.

Протипожежні стіни повинні бути виконані з незгораючих матеріалів, мати межу вогнестійкості не менше 2,5 годин і опиратися на фундаменти. Протипожежні стіни розраховують на стійкість з врахуванням можливості однобічного завалення перекриття та інших конструкцій при пожежі.

При проектуванні будівель необхідно передбачити безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі люди повинні покинути будівлю на протязі мінімального часу, який визначається найменшою віддаллю від місця їх знаходження до виходу назовні [22].

Як правило, виникнення пожежі в будівлях та спорудах супроводжується виділенням великої кількості диму, який затемнює приміщення та утруднює умови евакуації та гасіння пожежі. Крім того дим володіє задушливими властивостями.

Видалення газів та диму із приміщення, в якому виникла пожежа, проводиться через віконні прорізи, аераційні ліхтарі, а також за допомогою спеціальних димових люків, конструкцій, що легко скидаються. Димові люки призначені для видалення продуктів згорання, забезпечення не задимлених суміжних приміщень та керування процесами горіння на пожежах (для того, щоб надати полум'ю бажаного напрямку).

Димові люки встановлюються у підвальних приміщеннях, в перекриттях складських та безліхтарних виробничих будівель [22].

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі вдосконалено технологічний процес зварювання корпусу великотоннажного домкрата. Проведено обґрунтування способу зварювання та запропоновано автоматичне та напівавтоматичне зварювання у середовищі CO_2 з використанням зварювального дроту Св-08Г2С, $d_{\text{дл}} = 1,2$ і 2 мм. Обґрунтовані та розраховані параметри режиму зварювання забезпечують високу продуктивність та якість зварних швів. Підібрано зварювальні матеріали та проведено розрахунок режимів зварювання. З врахуванням запропонованих режимів зварювання підібрано зварювальне обладнання: автомат А-1411П; напівавтомат ПДГ 508М; випрямляч КИГ – 601.

З метою підвищення ефективності та якості виробництва домкрату запропоновано при виготовленні застосовувати складально-зварювальні кондуктор та установки. Це дозволить зменшити час на складання та зварювання елементів домкрату та підвищить економічні показники виробництва.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кривов Г.О Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896 с.
2. <https://zheldormash.all.biz/contacts>
3. Руководство по эксплуатации распространяется на установки домкратные стационарные с мотор-редуктором УДС – 23с.
4. Марочник сталей и сплавов / Под ред. Зубченко А.С. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
5. Теория сварочных процессов / Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.
6. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Під ред. академіка Б. Є. Патона. - М.: Машинобудування, 1974. - 767с.
7. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
8. Думов С.И. Технологияэлектрической сварки плавлением: учеб. / С.И. Думов. – Л.: Машиностроения, 1987. – 640 с.
9. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв: НУК, 2004. –225 с.
10. Общемашиностроительное укрупнение. Норматив времени на дуговую сварку в среде защитных газов – М.: Экономика, 1989. – 180 с.
11. Александров О.Г. Джерела живлення для дугового зварювання та наплавлення [Текст]: навчальний посібник / О.Г. Александров, Д.А. Антонюк, Капустян О.Є. – Львів: Новий світ – 2000, 2013. – 224 с.
12. <https://kzeso.com/en/>
13. Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.
14. Неразрушающий контроль качества сварных конструкций. В.А. Троцкий, В.П. Редько и др. Под ред. В.А. Троцкого. – К.: Техника, 1986. -519 с.
15. <http://intron-set.com.ua/product/usd-60-8k-weldspector/>

16. <https://svartech.com.ua/>
17. <https://qz.dp.ua/ua/p117226633-lentochnopilnyj-standok-special.html>
18. Чертов І.М. Зварні конструкції. Підручник. - К.: Арістей, 2006. - 376 с.
19. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. посібник / А.С. Карпенко. - К.: Арістей, 2005. - 268 с.
20. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.
21. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Під ред. Я.Г. Бедрія. – Львів., 1997. – 275с.
22. Жидецький В. Ц., Джиги рей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник.- Видавництво 5-те, доповнене. – Л.: Афіша, 2000. -350 с.

ДОДАТКИ