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 виготовлення вузлів брикетувального пресу

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МЗс-41
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Спас П.І. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Сенчишин В.С. (прізвище та ініціали)

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

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

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

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

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

Кафедра Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Окіпний І.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20___ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Спас Павлу Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу виготовлення вузлів брикетувального пресу

Керівник роботи Сенчишин Віктор Степанович, старший викладач кафедри МТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « *22* » *Січня* 2021 року № 4/7-37

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Аналітична частина; 2. Технологічна частина; 3. Конструкторська частина; 4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1) Технологічний процес виготовлення виробу 1 аруш А1; 2) Пристосування для складання і зварювання рами 3 аркуші А1; 3) Накладка 1 аркуш А1; 4) Пристрій для зварювання обечайки з днищем 1 аркуш А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка

Студент _____ Спас П.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Сенчишин В.С.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота для здобуття освітнього рівня бакалавр на тему: «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення вузлів брикетувального пресу» складається із розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Об’єм пояснювальної записки 55 аркушів формату А4, об’єм графічної частини 5 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із чотирьох частин: аналітична; технологічна; конструкторська; безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

Кількість рисунків в записці 12, таблиць 10 та додатки. Використано 10 літературних джерел.

В даній кваліфікаційній роботі розроблено технологію та вибрано зварювальне устаткування для зварювання вузлів брикетувального пресу.

Ключові слова: НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗАХИСНИЙ ГАЗ, ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ФЛЮС, ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ЗВАРЮВАЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

ЗМІСТ

ВСТУП 5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА 6
1.1 Опис конструкції зварного виробу 6
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу 8
1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу. 10
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу та постановка задач на проектування. 12
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 14
2.1 Обґрунтування способу зварювання 14
2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування. 25
2.3 Вибір методу контролю якості виробу 30
2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу 32
2.5 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу 36
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА 37
3.1 Вибір та розрахунок елементів основного чи додаткового зварювального устаткування 37
3.2 Розрахунок необхідних зусиль притискання елементів зварного виробу 40
3.3 Розрахунок зварних з’єднань на міцність 41
3.4 Опис конструктивних схем зварювального устаткування та принцип їх роботи 43
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ 46
4.1 Аналіз потенційних небезпек. Заходи для їх зниження 46
4.2 Розрахунок природного освітлення для дільниці цеху, де працює спроектоване обладнання 47
4.3 Заходи пожежної безпеки при експлуатації спроектованого обладнання. 50
ВИСНОВКИ 53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 54
ДОДАТКИ 55

ВСТУП

Зварювання застосовується практично у всіх галузях народного господарства, але все ж таки основну роль зварювання займає у машинобудуванні і будівельній індустрії.

Основними напрямками зварювального виробництва є: заміна клепаних, литих, кованих конструкцій більш економічними зварними; розширення виробництва зварювальних матеріалів, впровадження високопродуктивних способів автоматичного зварювання.

Завдяки використанню зварювання, стало можливим виготовлення унікальних гідравлічних і парових турбін, при виготовленні яких використовуються деталі і вузли складної форми і конфігурації великих товщин з різних легованих сталей, біметалів, що являють собою маловуглецеву або низьколеговану сталь товщиною більше 6 мм, яка покрита шаром високолегованої сталі або алюміній-магнієвим сплавом.

Найбільш широкого поширення в промисловості знайшов спосіб зварювання в середовищі захисних газів, особливо у вуглекислому газі. Це стало можливим завдяки низькій вартості вуглекислого газу, покращенням якості зварювання і підвищенням продуктивності процесу. Цим методом можна з’єднювати між собою, як напівавтоматичним так і автоматичним способом різноманітні матеріали, в різних просторових положеннях зварного з’єднання.

Завдяки високій продуктивність зварювального процесу та високій якості, надійності зварних з’єднань та економічному використанню металу зварювальний процес є основним технологічним процесом, який використовується при виготовленні металевих конструкцій усіх видів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Виріб являє собою брикетувальний прес (Рисунок 1.1). З метою забезпечення необхідної міцності і жорсткості конструкції, його вузли виготовляють із сталі марки ВСт3сп.

Прес складається з рами та накопичувального бункера.

Рама складається швелерів №20, шість довжиною 1050 мм. та двох довжиною 2730 мм (Рисунок 1.2).

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд брикетувального пресу

Бункер призначений для короткочасного зберігання і подальшого відвантаження сипучих матеріалів. Зварний виріб має бути безпечним під час виконання робіт на ньому на протязі розрахункового строку служби, передбачати можливість проведення технічного огляду, цілковитого випорожнення, очищення, промивання, продування, ремонту, експлуатаційного контролю металу та з‘єднань.

Каркас бункера для відвантаження продуктів являє собою циліндричну посудину. Загальний вигляд бункера брекетувальної машини показано на рис 1.3.

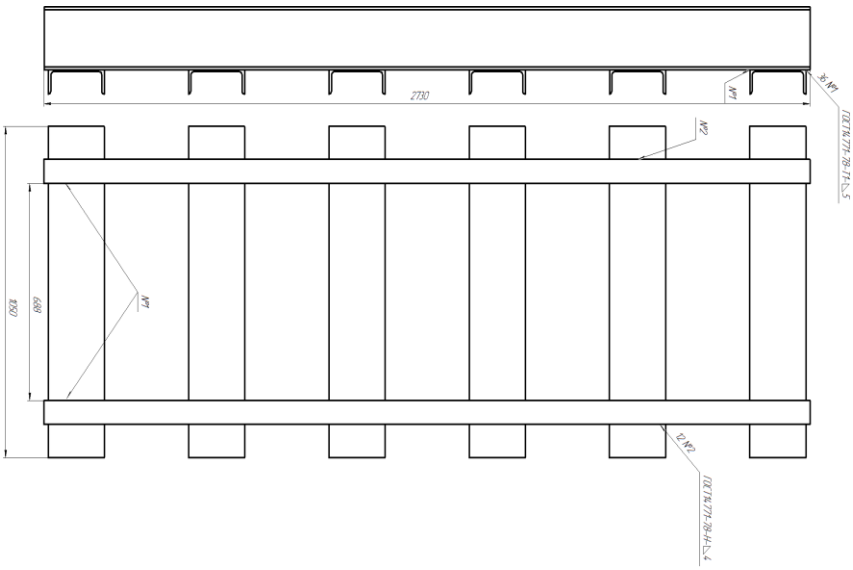


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд рами

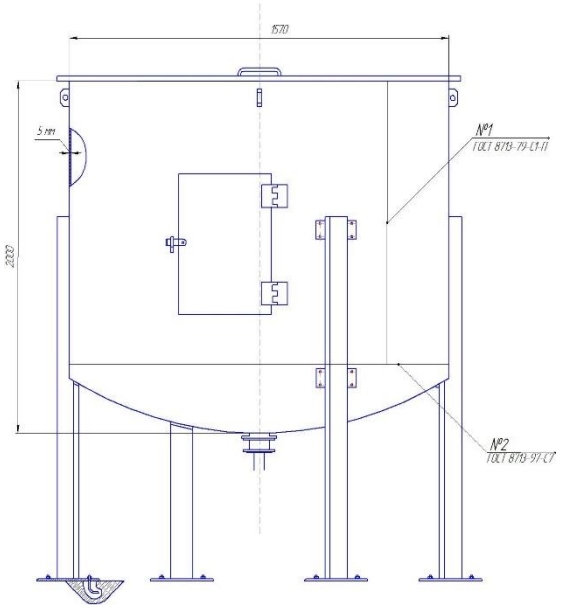


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд бункера

До виготовлення даної конструкції ставляться наступніі вимоги:

- до компонування складальних одиниць направлені на зменшення габаритних розмірів, що вимагає розроблення відповідної форми деталей;
- уніфікації складальних одиниць конструкції полягають в зменшенні різноманітності їх форм за рахунок підвищення рівня виробництва на основі збільшення об'єму випуску деталей меншої номенклатури. Використання однієї і тієї ж заготовки для виготовлення деталей різних форм можливе в тому випадку, якщо приймається заготовка, яка відповідає найбільш складаній формі і більшій за розмірами деталі, тобто в заготовці завжди створюється резерв

металу по відношенню до інших деталей. Між вимогами компонування і вимогами уніфікації деталей можуть виникнути протиріччя у відношенні рівня компонування складальної одиниці, які знаходять своє вирішення в процесі проектування деталей і зокрема при встановленні рівня уніфікації конструкції;

- механічне оброблення зводяться до зниження затрат і засобів праці при виконанні виробничого процесу та необхідності робіт для його забезпечення шляхом використання уніфікованих деталей або їх уніфікованих частин. Повна уніфікація приводить до зменшення номенклатури деталей, які виготовляються, що дозволить застосувати більш продуктивне устаткування та технологічне оснащення;

- властивості зварних з'єднань, повинні забезпечувати рівноміцність з основним металом та відсутність дефектів у зварних швах та біляшовній зоні.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу.

Вузли брикетувального пресу викоготовляються з сталі ВСт3сп. Така сталь є конструкційною, маловуглецевою сталлю звичайної якості. ЇЇ механічні властивості наведено в таблиці 1.1 . Хімічний склад ВСт3сп в таблиці 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі ВСт3сп за ГОСТ 380-71 [1, с. 24]

ГОСТ	Стан постачання	$\sigma_{0.2}$	σ_B	δ_5, %
		МПа		
		не менше		
380-71	Прокат гарячекатаний	225	370-480	23

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі ВСт3сп за ГОСТ 380-71, % [1,с.24]

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

Однією з важливих технологічних характеристик сталей є зварюваність. Згідно ГОСТ 2101-84 «Сварка металлов» зварюваність - це властивість матеріалу

утворювати при встановленій технології зварювання, з’єднання, яке відповідає вимогам, які обумовленні конструкцією та експлуатацією виробу. Фізична зварюваність — здатність різних матеріалів створювати дуже надійні зв'язки між атомами. Технологічна зварюваність розглядається, як степінь відповідності властивостей зварного з’єднання однойменним властивостям основного металу.

До основних критеріїв зварюваності відносяться наступні:

- окислюваність металу при зварюванні, яка залежить від його хімічної активності;
- опір утворенню гарячих тріщин і тріщин при наступних нагріваннях;
- опір утворенню холодних тріщин;
- чутливість металу до теплового впливу процесу зварювання;
- відповідність властивостей зварного з’єднання експлуатаційним вимогам ; до таких властивостей відносяться: міцність, пластичність, в’язкість, жорсткість та інші.

В залежності від структури металу, що визначається хімічним складом, режимом зварювання, попереднім і наступним термічним обробленням, залежать механічні властивості металу зварного шва та зварного з’єднання.

Зварюваність металу оцінюють за результатами розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю $C_{екв}$ [2]:

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

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

Отже:

$$C_{екв} = 0.22 + \frac{0.65}{6} + \frac{0.30}{24} + \frac{0.30}{10} + \frac{0.30}{5} + \frac{0.30}{15} = 0.44 \quad \%.$$

Еквівалентний вміст вуглецю менший 0,45 %, отже зварюваність даної сталі добра і її можна зварювати всіма відомими методами без будь-яких допоміжних операцій, попереднього чи супутнього підігрівання в процесі виконання зварювання.

Хімічний склад металу шва при зварюванні даної марки сталі мало відрізняється від складу основного металу. В металі шва зменшено вміст вуглецю для запобігання утворення структур гартування при підвищених швидкостях охолодження. Можливе зменшення міцності металу шва, викликане зниженням в ньому вмісту вуглецю, компенсується легуванням металу шва через електродний дріт марганцем і кремнієм.

Таким чином, хімічний склад металу шва залежить від вмісту основного і присаджувального металів в утворені металу шва і його взаємодією із газовою фазою. Підвищені швидкості охолодження металу шва також сприяють підвищенню його міцності, однак при цьому знижуються його пластичні властивості і ударна в'язкість. Це пояснюється зміною кількості і будови перлітної фази. Критична температура переходу металу однопрохідного шва практично не залежить від швидкості охолодження. Швидкість охолодження металу шва, визначається товщиною зварюваного металу, режимами зварювання і початковою температурою виробу.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції).

Матеріали з яких виготовляється брикетувальний прес повинні проходити випробовування та бути сертифіковані заводом-постачальником. Без проведення сертифікації та попередніх випробувань, напівфабрикати не допускаються у виробництво. Також, якщо під час виготовлення зварної конструкції спостерігається відхилення властивостей матеріалів від паспортних даних можуть проводитись додаткові випробування за вказівкою ВТК. Якщо організація постачальник напівфабрикатів не надала сертифікату, або паспорту матеріалу, то тоді заводська лабораторія може проводити випробовування матеріалу, та подавати дані про придатність та якість напівфабрикатів.

Щодо перевірки зварювального дроту, то перевіряється чистота його поверхонь та їх окислення. Зварювальний дріт повинен зберігатися в умовах, які не допускатимуть забруднення дроту, насичення вологою та окислення.

Захисні гази також проходять перевірку на наявність домішок та вологи.

Під час проектування та виготовлення вузлів брикетувального пресу мають зберігатися форма та розміри виробу. Поверхні всіх складальних одиниць мають бути очищені від забруднень. Для забезпечення цих вимог при розробці зварних конструкцій враховуються усі технічні особливості виробництва. При виконанні зварних з'єднань враховується характер їх обробки, допуски на розміри та форми підготовлених кромок. При цьому необхідне чітке дотримання розроблених технологій. Така дотримання не дозволятиме утворенню напружень та деформацій у зварних з'єднаннях.

Проведення зварювання вузлів брикетувального пресу має відбуватись з дотриманням усіх поставлених вимог. Нагрівальні пристрої при зварюванні вузлів брикетувального пресу повинні вільно розміщатися, якщо необхідно провести місцеве підігрівання. Обов'язковою умовою при виготовлені зварної конструкції є можливість проведення контролю якості зварних швів та можливість проведення ремонту.

Зазвичай характеристики та властивості зварних з'єднаннь мають відповідати властивостям та характеристикам основного металу. Відповідно до цього установлюються показники механічних властивостей мінімально допустимими. Під механічними показниками розуміють міцність, пластичність, ударну в'язкість.

За допомогою складально-зварювальних пристосувань, стендів та установо відбувається складання деталей і вузлів брикетувального пресу. Складально-зварювальне обладнання може використовуватись, як і для складання та зварювання окреми елементів зварної конструкції, так і для складання і зварювання конструкції в цілому. При встановлені розмірів складальних одиниць враховується явище усадки металу. Також враховуються і деформації, які можуть виникати під час зварювання складальних одиниць конструкції.

Прихоплюватись складальні одиниці мають лише в місцях, що визначені технологічним процес. Послідовність прихоплення також передбачається технологічним процесом.

Перед тим, як складати складальні одиниці під зварювання, основний метал має бути зачищений від корозії, залишок мастил, вологи, окалалини в місцях де буде виконано зварювальне з'єднання.

При проектуванні вузлів брикетувального пресу проводяться дослідження конструкції на технологічність. Забезпечення якості зварних з'єднань досягається тільки при дотриманні параметрів режиму зварювання. Під час складання елементів пресу до зварювання необхідно досягти максимальної точності. Для зварювання конструкції необхідно використовувати тільки якісні зварювальні матеріали. Для контролю наявності дефектів, користуючись необхідними методами контролю, здійснюється контроль якості зварних з'єднань. Наявність дефектів у зварних швах не допускається.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу та постановка задач на проектування.

Технологічний процес виготовлення вузлів брикетувального пресу складається з таких основних операцій: розмічування; різання; складання; зварювання; транспортування; операція контролю якості; операція подальшого складання і зварювання.

Для виготовлення вузлів брекетувального пресу застосовують спосіб електродугового напівавтоматичного зварювання плавким електродом у вуглекислому газі. У якості зварювального устаткування для здійснення даного технологічного процесу використовують напівавтомат типу ПДГ-312, який укомплектовано зварювальним випрямлячем ВДГ-303-3.

Параметри режиму зварювання приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Параметри режиму зварювання у вуглекислому газі

Катет шва, мм	5
Діаметр електродного дроту, мм	1,4
Струм зварювання, А	220
Напруга на дузі, В	28
Швидкість зварювання, м/год	22
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	220
Витрати вуглекислого газу, $м^3/с$	2.0×10^{-4}
Виліт електродного дроту, мм	15

На основі проведеного аналізу базового технологічного процесу встановлено наступні недоліки:

- нераціонально вибрано спосіб зварювання та параметри режиму зварювання;
- процес напівавтоматичного зварювання під флюсом поздовжніх швів проводиться в два проходи;
- значні витрати часу на зварювання поздовжніх швів;
- використовуються механічні затискачі;
- використовується морально застаріле зварювальне обладнання;

Тому, враховуючи перераховані вище недоліки, потрібно замінити та впровадити у зварювальне виробництво брикетувального пресу:

- новіше зварювальне обладнання;
- раціональніші джерела живлення;
- розрахувати найбільш раціональні параметри режимів зварювання;
- замінити напівавтоматичне зварювання під флюсом на автоматичне;
- в якості захисного середовища застосовувати суміш газів Ar (75)+CO_2 (25);
- встановити клавішні пневматичні притискачі.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу зварювання.

Для того, щоб правильно вибрати спосіб зварювання виробу, необхідно враховувати наступні чинники: товщина зварюваного матеріалу; довжини зварних швів; вимог до якості продукції, хімічного складу металу; продуктивності. Найчастіше серед великої кількості способів електродугового зварювання використовуються: ручне дугове зварювання; напівавтоматичне зварювання в захисних газах; автоматичне зварювання в захисних газах; автоматичне зварювання під шаром флюсу.

Врахувавши усе вище написане, вибираємо зварювання під шаром флюсу та напівавтоматичне зварювання в середовищі суміші газів.

Дані способи зварювання мають ряд свої переваг над ручним дуговим зварюванням, а саме:

- висока продуктивність зварювання;
- висока якість зварного шва;
- економія електроенергії

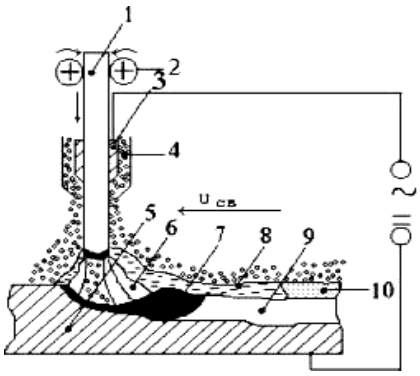
Частіше за все зварювання під флюсом виконується, механізованой та автоматичний процес. Значно рідше використовується напівавтоматичне зварювання під флюсом. Процес проводиться в основному в нижньому положенню.

Продуктивність процесу під час зварювання під флюсом підвищується в 6-12 раз, з машинним часом, що в 3-6 раз більше ніж продуктивність ручного зварювання покритими електродами. Також продуктивність збільшується в 15-20 раз при виготовленні труб великого діаметра й двотаврових балок. Якщо в подальшому підвищувати коефіцієнт використання зварювальної установки, то можна досягти значного подальшого росту продуктивності зварювання під флюсом. При автоматичному зварюванні підвищення продуктивності досягається за рахунок підвищення щільності струму в електроді та використання великих струмів. Це дає змогу проводити зварювання металу значної товщини без оброблення кромок. Для цього випадку продуктивність

зварювання визначається в основному глибиною проплавлення основного металу. Також це дозволяє збільшити кількість наплавленого в одиницю часу металу. При зварюванні під флюсом коефіцієнт наплавлення становить 14-18 г/А·год, а при зварюванні покритими електродами 8-12 г/А·год. Підвищення продуктивності досягається і при зварюванні багатошарових швів, за рахунок підвищення сили струму, збільшення глибини провару й коефіцієнта наплавлення.

Схема автоматичного зварювання (наплавлення) під флюсом зображена на рисунку 2.1. Під час зварювання даним способом електрична дуга горить між зварювальним виробом 5 та зварювальним дротом 1 та під шаром флюсу 4. Електродний дріт подається у зону дуги 6 за допомогою роликів 2. Використовується змінний зварювальний струм, постійний прямий та зворотної полярності. Зварювальний струм підводиться до дроту за рахунок ковзаю чого контакту 3. Дуга гористь у шарі газу, який утворився в наслідок плавлення флюсу та металу.

Розплавлений метал захищається від дії зовнішнього середовища шаром розплавленого флюсу 8. При віддалені зварювальної дуги від зони зварювання, флюс починає застигати та утворювати шлакову кірку 10, яка потім з легкістю відділяється від поверхні шва.



1 – зварювальний дріт; 2 – подаючий механізм; 3 – мундштук; 4 – флюс; 5 – основний матеріал; 6 – зварювальна дуга; 7 – розплавлений метал; 8 – розплавлений флюс; 9 – кристалізований метал; 10 – шлакова кірка

Рисунок 2.1 Схема автоматичного зварювання (наплавлення) під флюсом

Флюс подається з переду від дуги зі спеціального бункера. Він насипається шаром товщиною 40…80мм та шириною 40…100мм. Флюс, який не розплавився після зварювання використовують повторно. Електродний та основний метал 7 розплавлюється у зварювальній ванні та переміщується й при кристалізації утворять зварений шов 9.

Переваги зварювання під флюсом:

1)висока продуктивність процесу.

2)майже повній відсутності втрат металу на вигорряння і розбризкування (не більше 3%);

3)висока якість наплавленої поверхні;

4)незначна кількість неметалічних включень у металі шва;

5)можливість легування наплавленого металу через флюс ;

6)краще використання тепла дуги;

7)кращі умови праці зварника й ряд інших .

Також однією важливою перевагою є відсутність бризгів. Завдяки цьому відпадає потреба в досить трудомісткій операції очищення поверхні деталей.

За рахунок надійного захисту металу шва від впливу кисню й азоту повітря, при даному способу зварювання забезпечується висока й стабільна якість зварювання. В наслідок чого забезпечується ймовірність утворення непроварів, підрізів та інших дефектів формування шва. Плюсом є відсутність перерв у процесі зварювання, на заміну електродів.

Недоліки зварювання під флюсом:

1) значне нагрівання виробу

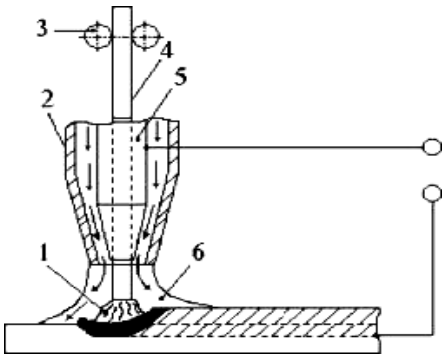
2) підвищена плинність розплавлених металу й флюсу, що дозволяє вести зварювання тільки в нижнім положенні;

3) необхідність в окремих випадках повторної термічної обробки;

4) неможливість безпосереднього спостереження за формуванням зварювального шва.

Для зварювання вузлів пресу вибираємо напівавтоматичне в суміші газів аргону і вуглекислого газу ($Ar+CO_2$). Найбільш затребуваними процесами дугового зварювання в захисних газах є зварювання дугою прямої дії плавким МІГ/МАГ і неплавким(вольфрамовим) електродом ТІГ. Для отримання з'єднання металу необхідної якості потрібний захист зони горіння дуги і розплавленого металу від шкідливої дії повітря, що реалізується за рахунок потоку захисного газу, що формується в пальнику.

При зварюванні плавким електродом дуга, горить між електродним дротом, який безперервно подається в дугу, і виробом (Рисунок2.2), розплавлавлений дріт і зварювані кромки утворють загальну зварювальну ванну. По мірі переміщення дуги зварювальна ванна твердне, утворюючи шов, що сполучає зварювані кромки.



1 – електрична дуга; 2 – газове сопло; 3– подаючі ролики; 4 – електродний дріт; 5 – струмо підвідний мундштук; 6 – захисний газ

Рисунок 2.2 – Схема напівавтоматичного зварювання в середовищі захисного газу

Склад захисного газу робить істотний вплив на глибину проплавлення і формування металу шва. Інертні гази не розчиняються в металі зварювальної ванни і не утворюють хімічних сполук з елементами, що входять до його складу. При зварюванні в інертних газах електродні і присадкові дроти застосовують такого ж складу, що і зварюваний метал.

Нині зварювання в газових сумішах є досить затребуваним технологічним процесом. Для газового живлення устаткування використовують балони із заздалегідь приготованою сумішшю, спеціальні змішувачі, а в деяких випадках — спеціальні подвійні сопла. Переваги захисних сумішей полягають в

поліпшенні технологічних і металургійних властивостей захисної атмосфери і економії дорогих газів.

Виходячи із проаналізованих способів зварювання для зварювання вузлів даної конструкції доцільно використовувати напівавтоматичне зварювання суміші газів Ar+ $C0_2$. Вибраний спосіб зварювання має ряд переваг відносно інших видів. Напівавтоматичне зварювання суміші газів та оскільки воно забезпечує техніко – економічні і технологічні вимоги даного виробництва, які полягають в збільшені продуктивності та зменшення матеріальних затрат, а також економії виробничого часу. Зварювання суміші газів є сучасним і перспективним видом зварювання, оскільки у напівавтоматах сполучаються переваги автоматичного зварювання з універсальністю і маневреністю ручного зварювання. Це досягається застосуванням тонкого електродного дроту 0,8-2,0 мм, який подається в зону зварювання по зварювальному порожньому кабелі, називаному також гнучким шланговим проводом.

В якості зварювального дроту, для проведення автоматичного зварювання під шаром флюсу можливе використання наступних марок Св-08, Св-08А, Св-08-АА, Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70). Нам при виборі зварювального дроту, для виконання зварювання вузлів брикетувального пресу необхідно врахувати хімічні та механічні властивості сталі 092Г2с, а також властивості самого зварювального дроту. Тому вибираємо зварювальний дріт Св-08А для проведення автоматичного зварювання, та Св-08Г2С для напівавтоматичного зварювання. Хімічний склад цих електродних дротів наведено в таблицях 2.1 і 2.2 відповідно.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад електродного дроту Св-08А

Марка	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св-08А	до 0,10	до 0,03	0,35-0,60	до 0,12	до 0,25	0,03	0,03

Таблиця 2.2 – Хімічний склад електродного дроту Св-08Г2С

Марка	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
						Не більше	
Св-08Г2С	до 0,10	до 0,95	1,8-2,1	до 0,2	до 0,25	0,025	0,03

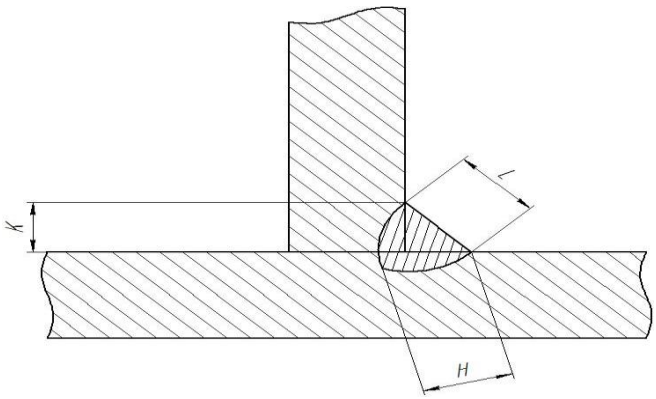
В якості флюсів під час автоматичного зварювання можливе використання наступних марок АН-348А, АН-348АМ, АН-60, ОСЦ-45. Зварювати вузли брикетувального пресу будемо використовуючи флюс АН-348А. Його хімічний склад приведений в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Хімічний склад флюсу АН-348А

SiO_2	MnO	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	S	P	CaF_2
40,0-44,0	31,0-38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12	3,0-6,0

В якості захисного газу при напівавтоматичному зварюванні вузлів брикетувального пресу використаємо газову суміш (Ar +CO_2). Процентний вміст аргону в даній суміші становить 75%, а вуглекислого газу 25%. Використовуючи дану суміш відбувається крупнокапельне перенесення електродного металу. Вуглекислий газ збільшує проплавлюючий вплив аргону. Завдяки цьому формується пологий профіль зварного шва. Аргон в свою чергу стабілізує горіння зварювальної дуги, мінімізує розбризкування та покращує формування зварного шва. Однак, оскільки мова йде про крупнокрапельний режим переносу металу, невелике розбризкування буде присутнє в будь-якому випадку, навіть при оптимальних настройках параметрів зварювання.[3]

Для отримання якісних зварних конструкцій, окрім правльного вибору зварювальних матеріалів є розрахунок та підбір параметрів режиму зварювання. Так, як при виготовленні рами брекетуваліної машин застосовуються таврові і напусткові з’єднання катетом 5 і 4 мм, то проведемо їх розрахунок згідно літератури [3]. Схема кутового з'єднання приведена на рисунок 2.3.



К - катет шва; Н - висота шва; L - ширина шва

Рисунок 2.3 - Схема кутового з'єднання

При розрахунку параметрів режиму зварювання необхідно забезпечити одержання катету шва, відповідної величини.

Визначаємо площу наплавленого металу $F_н$:

$$F_н = \frac{к^2}{2}, \tag{2.1}$$

$$F_{нТ1} = \frac{5^2}{2} = \frac{25}{2} = 12.5 \quad мм^2;$$

$$F_{нН} = \frac{4^2}{2} = \frac{25}{2} = 8 \quad мм^2.$$

Висоту наплавленого металу $h_н$:

$$h_н = \sqrt{F_н}, \tag{2.2}$$

$$h_{нТ1} = \sqrt{12.5} = 3.5355 \quad мм;$$

$$h_{нН} = \sqrt{8} = 2.8284 \quad мм.$$

Ширина шва l, за формулою [3, с.192]:

$$l = \sqrt{2K^2}, \tag{2.3}$$

$$l_{Т1} = \sqrt{2 \cdot 25} = 7.071 \quad мм;$$

$$l_Н = \sqrt{2 \cdot 16} = 5.656 \quad мм.$$

Висота шва:

$$\psi_м = \frac{l}{H}. \tag{2.4}$$

Тоді:

$$H = \frac{l}{\psi_м}, \qquad (2.5)$$

приймаємо $\psi_м$=1,05.

Отже:

$$H_{T1} = \frac{7.071}{1.05} = 6.7342 \quad мм;$$

$$H_H = \frac{5.656}{1.05} = 5.386 \quad мм.$$

Глибина проплавлення h_0, [3]:

$$h_0 = H - h_н, \qquad (2.6)$$

$$h_{0T1} = 6.7342 - 3.5355 = 3.1987 \quad мм;$$

$$h_{0H} = 5.386 - 2.824 = 2.562 \quad мм.$$

Для зварювання конструкції із маловуглецевої сталі з катетами 4 і 5 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 1,4 мм.

Зварювальний струм $I_{зв}$:

$$I_{зв} = \frac{h_0}{K_a} \cdot 100, \qquad (2.7)$$

де K_a=1.45 [3].

$$I_{звT1} = \frac{3.1987}{1.45} \cdot 100 = 220.6 A;$$

$$I_{звH} = \frac{2.562}{1.45} \cdot 100 = 176.6 A.$$

Приймаємо силу струму 220 А для катета 5мм і 176 А для катета 4мм.

Швидкість подачі дроту [3]:

$$V_{п.д.} = \frac{\alpha_p \cdot I_{зв}}{F_{ел} \cdot \rho}, \qquad (2.8)$$

де α_p=12 г/А×год [3]; $\rho=7.8\times10^3$ кг/м^3;

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3.14159 \cdot 1.4^2}{4} = 1.5393 \quad мм^2.$$

Отже:

$$V_{п.д.T1} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 220}{1.5393 \cdot 10^{-6} \cdot 7.8 \cdot 10^3} = 220 \quad м/год;$$

$$V_{п.д.Н} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 176}{1.5393 \cdot 10^{-6} \cdot 7.8 \cdot 10^{3}} = 176 \quad м/год.$$

Напруга на дузі [3]:

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot I_{зв}}{1000 \cdot \sqrt{d_e}} \pm 1, \tag{2.9}$$

$$U_{дТ1} = 20 + \frac{50 \cdot 220}{1000 \cdot \sqrt{1.4}} \pm 1 = 28.29 \pm 1 \quad В;$$

$$U_{дН} = 20 + \frac{50 \cdot 176}{1000 \cdot \sqrt{1.4}} \pm 1 = 27.43 \pm 1 \quad В.$$

Приймаємо $U_д$=28 В для катета 5 мм і $U_д$ =27 В для катета 4 мм.

Швидкість зварювання [3]:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}, \tag{2.10}$$

де для d_e= 1,4 мм – $A = 5 \cdot 10^3 \, А \cdot м/год$ [4]:

$$V_{звТ1} = \frac{5 \cdot 10^3}{220} = 22.7 \text{ м/год;}$$

$$V_{звН} = \frac{5 \cdot 10^3}{176} = 28.4 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{зв}$=23 м/год для катета 5 мм і $V_{зв}$ =28 м/год для катета 4 мм.

Перевіряємо діаметр дроту [3]:

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}}, \tag{2.11}$$

для зварювального дроту, який має діаметр 1.4 мм $\gamma = 110 - 130 \, А/мм^2$, [3],

$$d_{еТ1} = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{220}{130}} = 1.470 \quad мм;$$

$$d_{еН} = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{176}{130}} = 1.31 \quad мм,$$

Приймаємо довжину вильоту зварювального дроту $l_д = 15 мм$, [3].

Витрати захисного газу $Q_г = 2.0 \cdot 10^{-4} \, м^3/с$, [4].

Розраховані параметри приведено в таблиці 2.4.

При виготовленні циліндричної частини бункера виконуємо автоматичним зварюванням під флюсом, його ескіз показаний на рисунку 2.4.

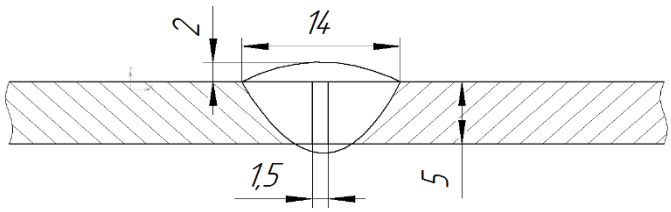


Рисунок 2.4 – Схема зварного стикового з'єднання

Сила зварювального струму:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100, \qquad [3] \qquad (2.12)$$

де: h – глибина проплавлення, приймаємо 5 *мм*;

Для електродного дроту діаметром 3 мм, к=1 *мм/100А*.

$$I_{зв} = \frac{5}{1} \cdot 100 = 500A.$$

Зварювальний струм приймаємо 500А.

Діаметр електродного дроту:

$$d_e = 1{,}13\sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \qquad [3] \qquad (2.13)$$

$$d_e = 1{,}13\sqrt{\frac{500}{50}} = 3{,}5мм..$$

Приймаємо діаметр дроту рівним 3 мм.

Напруга на дузі:

$$U_д = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1, \qquad [3] \qquad (2.14)$$

$$U_д = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{3^{0,5}} \cdot 500 = 34{,}7B.$$

Приймаємо напругу рівною 35 В.

Розраховуємо площу зварного шва в поперечному перерізі:

$$F_1 = 0{,}75 \cdot l \cdot q, \qquad (2.15)$$

$$F_1 = 0{,}75 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 32 \cdot 10^{-6} м^2.$$

Визначаємо площу наплавленого металу в зазорі:

$$F_2 = h_ш \cdot l + h_p \cdot tg\alpha \cdot h_p, \qquad (2.16)$$

$$F_2 = 3 \cdot 1{,}5 + 2 \cdot tg90 \cdot 2 = 27 \cdot 10^{-6}\, м^2 .$$

Тоді площа наплавленого буде рівна:

$$F = F_1 + F_2 , \qquad (2.17)$$

$$F = 32 \cdot 10^{-6} + 27 \cdot 10^{-6} = 59 \cdot 10^{-6}\, м^2 .$$

Коефіцієнт наплавлення:

$$\alpha_н = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}} , \qquad (2.18)$$

де A=2,3; B=0,04;

$$\alpha_н = 2{,}3 + 0{,}04 \cdot \frac{500}{3} = 8{,}9\, г \cdot А / год .$$

Швидкість подачі дроту:

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot \alpha_н \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma} , \qquad (2.19)$$

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot 8{,}9 \cdot 500}{3{,}14 \cdot 3^2 \cdot 7800} = 80{,}3\, м / год \approx 120\, м / год .$$

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_н \cdot I_{зв}}{F_н \cdot \gamma \cdot 100} , \qquad (2.20)$$

$$V_{зв} = \frac{8{,}9 \cdot 10^{-3} \cdot 500}{59 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 96{,}3\, м/год.$$

Результати заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Параметри режиму зварювання.

П А Р А М Е Т Р			Значення		
назва	символ	одиниці вимірювання	катет 4 мм.	катет 5 мм.	стиковий шов товщиною 5 мм
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	176	220	500
Напруга на дузі	$U_д$	В	28	27	35
Діаметр електродного дроту	$d_е$	мм	1.4	1.4	3
Виліт електрода	$l_д$	мм	15	15	15
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	23	28	96
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	176	220	120
Витрати захисного газу	$Q_г$	$м^3/с$	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-4}	-

2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування

Для правильного вибору джерела живлення необхідно враховується рід струму, який буде використовуватись при зварюванні. Також враховуєится зовнішня характеристика джерела живлення. Визначається номінальна потужність джерела живлення. Важливим також є при виборі джерела можливість багатопостового живлення, та його доцільність.

Вибір зовнішньої характеристики відбувається відповідно до форми статичної вольт-амперної характеристики дуги.

Визначальним тут є величина коефіцієнта стійкості системи “джерело живлення-дуга” або “джерело живлення-шлакова ванна”. Також важливим моментом є наскільки стабільний є процес , коли міняється довжина дугового проміжку.

Наступним кроком після обґрунтування вибору джерела живлення є вибір зварювального устаткування. Під зварювальним устаткуванням розуміється напівавтомат, автомат, пальник. Для того щоб вибрати сучасний тип зварювального устаткування користуємось каталогами. Необхідно досягти при цьому найбільшої автоматизації і механізації зварювальних процесів. Також враховуємо технологічну зручність зварювального устаткування. Отже проводимо вибір зварювального устаткування за техніко-економічними параметрами та за конструкційними особливостями.

Використавши літературні джерела, каталоги та веб-сайти фірм виробників зварювального устаткування, для зварювання рами брикетувальної машини вибираємо випрямляч типу КИГ 401 (Рисунок 2.5). Випрямляч КИГ 401 призначений для комплектування зварювальних напівавтоматів уніфікованої серії. Технічна характеристика випрямляча КИГ 401 приведена в таблиці 2.1.

Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд КИГ 401

Таблиця 2.1- Технічна характеристика випрямляча типу КИГ 401 [5]

Назва параметра	Значення
Напруга мережі живлення, В	380
Частота мережі живлення, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А (ПВ,%)	350 (60%)
Межі регулювання зварювального струму, А	50-400
Кількість ступенів регулювання зварювальної напруги	40
Межі регулювання зварювальної напруги, В	16-34
Напруга холостого ходу, В	50
Потужність що споживається з мережі, кВА	9,6
Маса, кГ	190
Габаритні розміри, мм	720x530x795

Напівавтоматами називаються зварювальні апарати, які мають механізовану подачу електродного дроту, а переміщення пальника вздовж шва ручне. Для зварювання нашого виробу вибираємо напівавтомат типу КП 016.

Напівавтомат типу КП 016 (Рисунок 2.6) застосовується для дугового зварювання у середовищі захисних газі, він є штовхаючого типу, переносний. Напівавтомат дає змогу проводити зварювання стикових, кутових, таврових і

напусткових швів. Технічна характеристика напівавтомату КП 016 приведена в таблиці 2.2.

Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд напівавтомату КП 016

Таблиця 2.2- Технічна характеристика напівавтомату КП 016 [5]

Параметр	Значення
Номінальний зварювальний струм, А	315
Джерело струму	КИГ 401
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	124-1240
Діаметр, електродного дроту, мм	0.8-1.4
Маса подавального пристрою, кГ	9
Габаритні розміри, мм	390x275x150

Пальник є вузлом зварювального апарату, який призначений для збудження дуги. Також він формує та направляє потік захисного газу. Для зварювання рами брикетувальної машини вибираємо пальник ИДГ-401.

Технічна характеристика пальника ИДГ-401 наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3-Технічна характеристика пальника ИДГ-401 [4, с.286]

Номінальний зварювальний струм, А	400
Спосіб захисту дуги	газовий
Діаметр електродного дроту, мм	1.2-1.6
Довжина шлангів, м	3
Маса, кГ	4.7*

Для реалізації процесу автоматичного зварювання під флюсом та забезпечення розрахованих параметрів зварювання застосовуємо джерело живлення - зварювальний випрямляч КИУ-1201 [5].

Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд КИУ-1201

Універсальний зварювальний випрямляч використовується під час проведення зварювання в середовищі захисних газів та під флюсом. Також він може застосовуватись під час ручного дугового зварювання. [5]

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики КИУ-1201 . [5]

Номінальна напруга мережі, В	3x380	
Частота мережі, Гц	50	
Номінальний зварювальний струм при ПВ 100%, А	1250	
Межі регулювання зварювального струму, А	Спадаючі 200-1250	Жорсткі 250-1250
Межі регулювання робочої напруги, В	Спадаючі 28-56	Жорсткі 20-56
Активна максимальна еквівалентна використовуюча потужність (с врахуванням ПВ), кВТ	84	
Напруга холостого ходу, В	85	
Діаметр електродів, мм	4-10	
Маса, кг	550	
Габаритні розміри, мм	960x680x890	

Врахувавши конструкцію та габарити вузлів брикетувального пресу вибираємо автомат для зварювання конструкції А1416 (КЗЕЗУ).

Рисунок 2.6 - Загальний вигляд автомату типу А-1416

. Технічна характеристика автомату представлена в таблиці 2.5.[5]

Таблиця 2.5 - Технічні характеристики автомату типу А-1416 (1250 А) [5] :

Номінальна напруга мережі, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм при ПВ=100% , А	1000
Межі регулювання зварювального струму, А	250-1250
Кількість електродів, шт.	1
Діаметр електродного дроту, мм	2-5
Регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	Ступінчасте 12-120
Вертикальне переміщеня зварювальної головки - Привод - Хід, мм - Швидкість, м/хв.	Електромеханічний 250 29,4
Поперечне переміщення зварювальної головки - Привід - Хід, мм - Швидкість, м/хв.	Ручний ±75 -
Регулювання кута повороту електроду (мундштука) до вертикалі, град.	Ручний ±25
Маршева швидкість переміщення зварювальної головки, м/год	950
Флюсоапаратура: - Об'єм, дм^3 - Розхід повітря, м^3/год - Висота всмоктування флюсу, м	 25 30 2
Джерела живлення	КИУ-1201(ВДУ-1201)
Маса ,кг - зварювальної головки	 325
Габаритні розміри автомату, мм	960x860x1860

2.3 Вибір методу контролю якості виробу

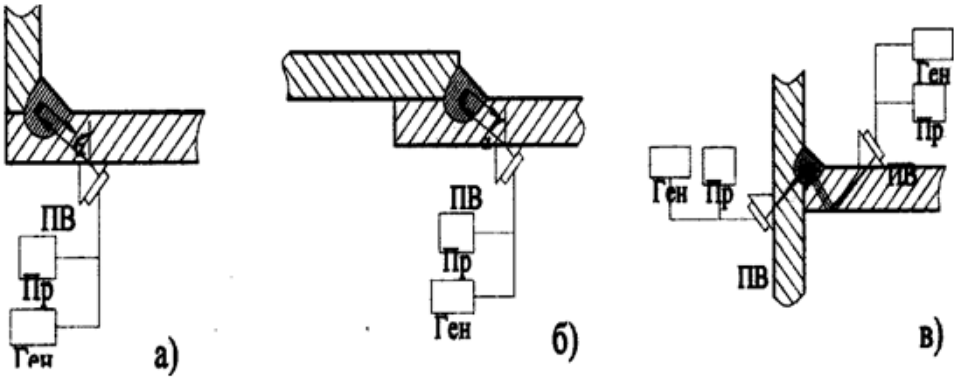
З технологічних та конструктивних міркувань, для контролю вузлів брекетувальної машини застосовуємо наступні методи контролю:

- візуально-оптичний метод;
- метод ультразвукової дефектоскопії.

Зовнішній огляд зварних швів проводимо в основному неозброєним оком. Огляд зварних швів в яких дефекти неможливо виявити неозброєним

оком, та які заховані за елементами конструкції, проводимр за допомогою оптичних приладів - ендоскопів, перископів та інших.

Для контролю наявності внутрішніх дефектів у зварниз з'єднанняз використовуватимемо ехо-імпульсний метод ультразвукової дефектоскопії. Суть ехо-імпульсного методу ультразвукової дефектоскопії полягає у наступному. Ультразвукові хвилі відбиваються від несуцільних місць в деталі, яка проходить контроль. Ці несуцільності і є дефектами. Їх акустичний опір є зовсім інший ніж опір основного металу деталі. Відбита ультразвукова хвиля реєструється, таким чином виявляються дефекти у зварному з'єднанні. Озвіучення об'єкту відбувається короткими імпульсами, які постійно перериваються. При наявності дефекту на екрані приймача появляється ехо-сигнал. Звідси власне і назва методу ехо-імпульсний. Такий метод можна використовувати, для проведення контролю будь яких стандартних видів зварного з'єднання, наприклад стикових, таврових, напусткових, кутових. Дефекти виявляються при товщині елементів до 1000 мм, деколи може бути більша товщина. Дефекти, які мають площу 0.7 мм^2 реєструються на глибині до 100мм. Під час контролю застосовують 1 перетворювач, що випромінює сигнал та один перетворювач, який приймає сигнал. Схеми контролювання кутових, таврових та напусткових зварних з'єднаннь зображено на рисунку 2.7.



а - схема контролю кутових з'єднань; б - схема контролю напусткових з'єднань; в - схема контролю таврових з'єднань; ПВ - перетворювач випромінювання; ПР - приймач; Ген - генератор; α - кут введення ультразвукової хвилі

Рисунок 2.7 - Схеми контролю зварних з'єднань

2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції).

Технологічний процес виготовлення рами проводиться в такій послідовності:

1) заготівельні операції;

2) складальні операції;

3) зварювальні операції;

4) опоряджувальні операції;

5) допоміжні операції;

6) контрольні операції.

Заготівельні операції включають в себе:

- розмічування;
- різання;
- очищення.

При розмічувані не використовуються шаблони, а процес включає в себе проектування креслення на розмічувальну поверхню.

Різання і оброблення кромок. Деталі отримують за допомогою газокисневого різання, різаками Р2А-01 або РВ-1А-02, стрічко пильних верстатах, верстат із зубчастим диском.

Після різання торці заготовок обробляються фрезеруванням на фрезерних станках або за допомогою кутової шліфувальної машини.

Перед складальними операціями проводимо зачищення зварювальних кромок деталей. Фарбу, іржу і мастило видаляємо металевими щітками.

Перед тим як складати вузли брикетувальної машин до зварювання, проводимо перевірку відповідності складальних одиниць до вимог конструкторської документації креслення. Розміщуємо деталі одну відносно одної, відповідно до готового вигляду. Забезпечуємо в складальному вузлі жорсткість та міцність, для запобігання виникненню деформацій при зварюванні.

Складання конструкції проводимо в такій послідовності:

- складання виконуємо у складально-зварювальних кондукторах, для цього необхідно встановити у пристосування деталі та зафіксувати їх за допомогою

упорів та притискачів, після цього виконуємо прихоплення складальної одиниці у відповідних місцях;

- отримані складальні одиниці встановлюємо пристосування для повного зварювання.

Заключна частина зварювальних робіт виконується після встановлення конструкції у пристосування для зварювання, яке закріплене у кантувачі, що дозволяє виконувати зварні шви у нижньому положенні, та забезпечує їх рівноміцність основному металу. Оскільки при виконанні зварних швів у горизонтальному чи вертикальному положеннях, їх міцнісні характеристики знижуються, на відміну від нижнього.

Після того як закінчили зварювання, зачищаємо зварні шви, видаляємо бризки металу з поверхонь складальних одиниць. Використовуємо при цьому окуляри ЗП-12-72 та шліфувальну машину ИЗ 2004. Після зачищення виріб піддають методам контролю на наявність внутрішніх і зовнішніх дефектів.

Останнім кроком перед тим як почати зварювати вузли брикетувального пресу є встановлення необхідних параметрів режиму зварювання. Після проводимо процес зварювання.

Закінчивши зварювати зовнішнім оглядом перевіряємо розміщення швів та їх форму у відповідності до креслення. Візуальним методом конролюєм наявність зовнішніх деформацій та дефектів в зварному з’єднанні. Застосувавши метод ехо-імпульсної ультразвукової дефектоскопії перевіряємо з’єднання на наявність внутрішніх дефектів.

2.5 Нормування витрат зварювальних матеріалів і електроенергії

Витрати зварювальних матеріалів при вибраних способах зварювання будемо здійснювати відповідно до ДСТУ 3159-95 [7].

Для способу зварювання плавким електродом у захисних газах нормуються витрати електродного дроту та захисного газу.

Розраховуємо норму витрат електродного дроту:

$$H_{витр} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} H_{b_{ij}} \cdot L_{ij} \cdot K_{1i} \cdot K_{2j} \cdot K_{3i}, \tag{2.21}$$

$$H_{bi} = M \cdot K_{bi}, \tag{2.22}$$

де

$$M = F \cdot \rho \cdot L, \tag{2.23}$$

$$H_{витр} = \left(8 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 1 \cdot 1{,}1 \cdot 2{,}4 + 12{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 1 \cdot 1{,}1 \cdot 4{,}22\right) \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}1 \cdot 1 = 2{,}540 кг$$

Витрати газу:

$$H_{взг} = \sum H_{г} + П_{гзк} \tag{2.24}$$

де $П_{гзк} = 0{,}7 л.$

Визначимо скільки витрачається захисного газу на 1м зварювального шва:

$$H_{взг} = \sum H_{пг} \cdot T_{0i} + H_{дгi} \tag{2.25}$$

Знайдемо за який час виконується 1м зварного шва:

$$t_0 = \frac{m_H \cdot 60}{\alpha_H \cdot I_{зв}}, \tag{2.26}$$

$$m_H = \rho \cdot F_M, \tag{2.27}$$

$$H_{двзг} = T_{пз} \cdot H_{взг}, \tag{2.28}$$

де $T_{пз} = 0{,}2$ хв.

$$H_{взг} = \sum H_{г} \cdot L + П_{гзк} \tag{2.29}$$

$$H_{взг} = \left(\begin{array}{l} \left(10 \cdot \dfrac{7800 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 60}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 176} + 0{,}2 \cdot 10\right) \cdot 2{,}4 + \\ + \left(10 \cdot \dfrac{7800 \cdot 12{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 60}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 220} + 0{,}2 \cdot 10\right) \cdot 4{,}22 \end{array} \right) + 0{,}7 = 149{,}038 + 0{,}7 \approx 150 \ Л.$$

Наступним кроком є розрахунок кількості витрат електроенергії на 1 кг наплавленого металу:

$$E = \frac{U_д}{\alpha_н \cdot \eta_е \cdot k_д}. \quad (2.30)$$

де $\eta_е$ приймаємо 0,8;

Витрати електроенергії на зварювання всіх швів конструкції:

$$E = \sum \frac{U_д \cdot M}{\alpha_н \cdot \eta_е \cdot k_д}. \quad (2.31)$$

$$E = \frac{28 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 2,4}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 0,72} + \frac{28 \cdot 12,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 4,224}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 0,72} = 2196,77 Вт \cdot год \approx 2,2 кВт \cdot год.$$

Розрахунок витрат при зварюванні обичайки бункера проводять для стикового з′єднання.

Витрати зварювального дроту для виконання зовнішніх швів:

$$H_b = M \cdot k_b, \quad [8] \quad (2.32)$$

де k_b*=1.10*.

$$M = F \cdot \rho \cdot L, \quad (2.33)$$

де L – довжина всіх швів виробу, і становить, *L=3,55м*.

$$M = 59 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 3,55 = 1,63 \ кг;$$

$$H_b = 1,63 \cdot 1,1 = 1.8 \ кг.$$

Визначаємо витрату флюсу АН-348А:

$$Q_ф = H_b \cdot K_ф, \quad (2.34)$$

де $K_ф$*=1,7*;

$$Q_ф = 1,8 \cdot 1,7 = 3.06 \ кг.$$

Визначаємо витрати електроенергії:

$$Q_е = \frac{U_д}{\alpha_н \cdot n \cdot R_и}, \quad (2.35)$$

де $R_и$*=0,2*; *n=0,75*;

$$Q_е = \frac{35}{8,9 \cdot 0,75 \cdot 0,2} = 26,2 \ кВт \cdot год.$$

Час зварювання шва:

$$t = \frac{7{,}8 \cdot f \cdot L}{I_{зв} \cdot \alpha_н}, \qquad (2.36)$$

де f=(6…8) · $d_{ел}$;

$$f=8 \cdot 0{,}3=24 \ мм^2$$

$$t = \frac{7.8 \cdot 0{,}24 \cdot 350}{500 \cdot 8{,}9} = 0{,}150 год = 9 \ хв.$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір типу затискних елементів складально-зварювальних пристосувань та їх розрахунок

Притискачі та затискачі є затискними механізмами складально-зварювального пристосування, які використовуються для того щоб закріплювати в пристосуванні складально-зварювальні одиниці під час їх складання та зварювання. Вони забезпечують правильне прикладання притискного зусилля, для закріплення складальних одиниць, та правильний напрямок цього зусилля. За допомогою притискачів деталі надійно закріплюються під час проведення складального та зварювального процесів. Встановлення зварної одиниці у пристосування повинно відбуватись зручно і безперешкодно. Це саме потребується і для зняття деталі з пристосування. Не варто забувати і про безпеку роботи під час експлуатації цих затискних механізмів.

Притискачі можуть бути ручними та механізованими.

Механізовані притискачі забезпечують відносно великі притискні зусилля, скорочення трудомісткості складальних операцій, підвищення рівня механізації та полегшення умов праці.

Типи ручних притискачів:

- гвинтові;
- важільні;
- клинові;
- ексцентрикові;
- байонетні

Типи механізованих притискачів:

- пневматичні;
- пневмо-гідравлічні;
- гідравлічні;
- електромагнітні;

- , з постійним магнітом.

Найбільш поширеними є притискачі з пневмоприводом. Пневматичний привід має наступні переваги:

- доступність, завдяки наявності на підприємствах мережі стиснутого повітря;
- порівняна простота конструкції;
- надійність в роботі;
- зручність в керуванні.

Для введення притискача з пне вмов приводом в дію призначенні спеціальні крани – золотники. Якщо пневмоциліндр є односторонньої дії, то використовуються 3-х ходові золотники. У випадку двостороннього пневмоциліндра застосовуються 4-х ходові золотники. Автоматичні системи оснащені врівноваженими золотниками поршневого типу, що робить їх більш зручними.

Пневмопривід, що живить пневмоциліндри має мати такий діаметр, щоб падіння тиску в ньому не досягало більше 10%.

Живляться пневмоприводи стисненим повітрям. Повітря проходить детальне очищення, перед тим як виконувати живлення, від вологи та пилу. Це дозволяє бути пневмприводам більш надійними в процесі експлуатації.

У випадку коли у зварювальному пристосуванні встановлено більше одного пневмоциліндра, спрацювання пневмоциліндра відбувається одночасно або у заданій послідовності. Тут потребується лише один золотник. Пневмоциліндри обладнані глушниками через які проходить спрацьоване повітря. Це дозволяє ефективно боротись із шумом що виникає під час стравлювання відпрацьованого повітря.

Гвинтовий тип притискача є універсальним. Такі притискачі досить надійні та стабільні у використанні. На відміну від інших типів притискачів гвинтові виконані простіше з конструктивної точки зору. При їх використанні потребується набагато менше зусиль для притискання зварювальної одиниці

.

Різниця між притискачами та затискачами полягає в направленості зусиль затискання. У випадку використання притискачів, складальна одиниця притискається до упорів або до інших складальних одиниць. Затискачі ж функціонують завдяки затисканню складальної одиниці з двох її протилежних боків. Кількість робочих поверхонь затискачів – 2. Розміщуються вони паралельно одна одній.

З конструктивно-технологічних міркувань для закріплення в пристосуваннях вузлів брикетувальної машини використовуємо притискачі та затискачі з пневмоприводом.

Пневматичні силові вузли виконують у вигляді циліндрів. Циліндри виготовляють односторонньої і двохсторонньої дії.

Осьова сила на штоці пневмоциліндра односторонньої дії при подаванні повітря зісторони поршня визначається за формулою [14]:

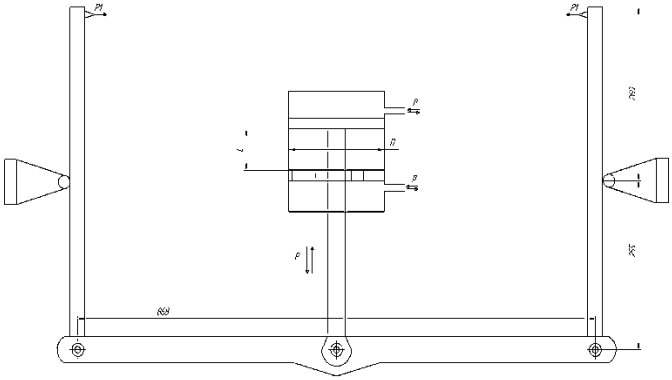
$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta \cdot Q_1, \tag{3.1}$$

де D – діаметр пневмоциліндр, мм;

p – тиск стисненого повітря цехової мережі, МПа, p = 0,6 МПа;

η - коефіцієнт корисної дії, який враховує втрати в пневмоциліндрі, $\eta = 0{,}85 \ldots 0{,}9$;

Q_1 – сила опору зворотної пружини в кінці робочого ходу пружини Q = 450 Н.



D–діаметр пневмоциліндра; L - хід поршня; p - тиск стиснутого повітря цехової мережі; P - необхідне зусилля на штоці поршня; P1 – необхідне зусилля притискання деталі

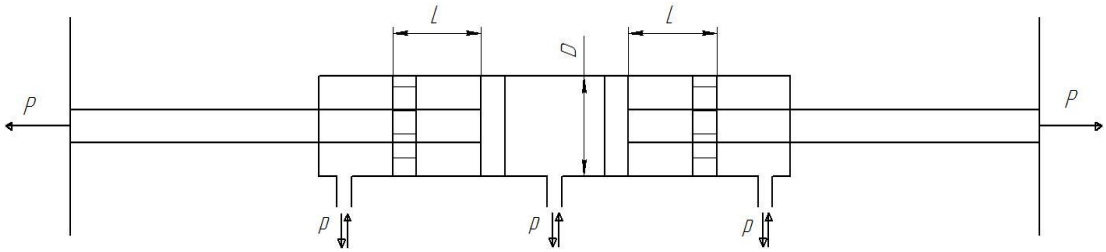
Рисунок 3.1 - Кінематична схема пневматичного затискача

З формули (3.1) визначаємо необхідний діаметр пневмоциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (Q + Q_1)}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \qquad (3.2)$$

З врахуванням прийнятої величини зусилля притискання Q = 2000 Н, діаметр пневмоциліндра становить:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (2000 + 450)}{3.14 \cdot 0.6 \cdot 0.8}} = 78.2 \text{ мм.}$$



D–діаметр пневмоциліндра; L - хід поршня; p - тиск стиснутого повітря цехової мережі; P - необхідне зусилля на штоці поршня.

Рисунок 3.1 - Кінематична схема пневматичного притискача

Заокругливши знайдене значення до найбільшого стандартного значення приймемо діаметр пневмоциліндра D = 80 мм.

Отже, для забезпечення необхідного притискного зусилля потрібно використати пневмоциліндр, діаметр поршня якого становить 80 мм.

3.2 Розрахунок необхідних зусиль притискання

Для складання вузлів брикетувальної машини спроектуємо елементи що будуть затискати та фіксувати деталі для проведення операцій складання та зварювання.

Розрахуємо зусилля притискання при впуску повітря в поза штокову порожнину проводимо за формулою [14]:

$$Q = p_n \frac{\pi D^2}{4} \eta; \qquad (3.3)$$

$$Q = 0.6 \frac{3.14 \cdot 75^2}{4} 0.8 = 2411 \ H.$$

Розрахунок зусиль притискання при впуску повітря в штокову порожнину проводимо за формулою:

$$Q = p_n \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}\eta; \tag{3.4}$$

$$Q = 0.6\frac{3.14(75^2 - 10^2)}{4}0.8 = 2373\ H.$$

Розраховані зусилля дозволять закріплювати деталі та не допустять її переміщення яке може виникнути в результаті деформування складальної одиниці під час зварювання. Також ці зусилля дозволять нам надійно зафіксовувати складальні одиниці вузлів брикетувального пресу та забезпечать відсутність зазорів між елементами конструкції.

3.3 Розрахунок зварних з’єднань на міцність

При виготовленні вузлів брекетувальної машини виконуються таврові і напусткові з'єднання. Розрахунок зварних з’єднань на міцність проводитимемо для кутових швів з катетом 4 і 5мм.

Розрахунок на зріз [15]:

$$\tau = \frac{P}{F} \le [\tau`]; \tag{3.5}$$

де P – навантаження зрізу, Н;

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

F- площа поперечного перерізу шва $м^2$.

Площа поперечного перерізу:

$$F = h_p \cdot l, \tag{3.6}$$

де h_p – товщина шва, м;

l – довжина шва, м.

Товщина шва:

$$h_p = k \cdot \beta, \tag{3.7}$$

де k – катет шва;

$b = 0,8$

$$h_{pT1} = 5 \cdot 0.8 = 4 \cdot 10^{-3} \quad м;$$

$$h_{pH} = 4 \cdot 0.8 = 3,2 \cdot 10^{-3} \quad м.$$

$$F_{T1} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0.32 = 1.28 \cdot 10^{-3} \quad м;$$

$$F_H = 3,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0.32 = 1.024 \cdot 10^{-3} \ м.$$

Допустиме дотичне напруження:

$$[\tau`] = 0,5...0,6 \cdot [\sigma`], \tag{3.8}$$

де $[\sigma`]$ - нормальне допустиме напруження, $[\sigma`] = 370 МПа$.

$$[\tau`] = 0.6 \cdot 370 = 222 \quad МПа.$$

Відповідно до формули (3.5):

$$P = F \cdot [\tau`],$$

$$P_{T1} = 1.28 \cdot 10^{-3} \cdot 222 \cdot 10^{6} = 0.284 \cdot 10^{6} \quad Н.$$

$$P_H = 1.024 \cdot 10^{-3} \cdot 222 \cdot 10^{6} = 0.226 \cdot 10^{6} \quad Н.$$

Розрахунок на міцність стикових швів.

Розрахунок зварного шва виробу:

$$[\sigma'] = \frac{P \cdot r}{2 \cdot S}, \tag{3.9}$$

де $[\sigma']$ –напруження на розтяг, що допускається

$$[\sigma'] = 0.9[\sigma] = 0.9 \cdot 175 = 157.5 \ МПа,$$

де $[\sigma] = \frac{\sigma_B}{n} = \frac{350}{2} = 175 МПа,$ n – коефіцієнт запасу міцності;

$r -$ радіус обечайки, $r = 1570 мм.$

$S -$ товщина стінки, $S = 5 мм.$

Розрахуємо допустимий тиск:

$$P = \frac{2 \cdot [\sigma'] \cdot S}{r}, \tag{3.10}$$

$$P = \frac{2 \cdot 157.5 \cdot 10^{6} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{1,57} = 1,3 \cdot 10^{6} Па = 13 \ МПа.$$

3.4 Опис конструктивних схем зварювального устаткування та принцип їх роботи

Для виготовлення зварних конструкцій високої якості потрібне правильне складання деталей зварюваного виробу, тобто їх правильне взаємне встановлення та закріплення.

Процес складання зварювального виробу складається із ряду послідовних операцій. Насамперед вимагається подати деталі, із яких складається виріб або зварний вузол, до місця складання. Потім необхідно встановити ці деталі в складальному пристосуванні в певному положенні. В цьому положенні деталі повинні бути закріплені, після чого їх зварюють. Подавання деталей до місця складання і встановлення їх в необхідному положенні здійснюється універсальним або спеціальним транспортним обладнанням. Положення в яких знаходяться деталі під час їх складання визначається установчими елементами пристосування або іншими, суміжними деталями. Деталі закріплюють затискними елементами складальних пристосувань.

Для виготовлення вузлів брекетувальної машини використовуємо: кондуктор для складання і заварювання рами, кантувач з підйомними центрами; наладка; пристрій для зварювання обичайки з днищем та установка для складання обичайки з днищем.

В кондукторі проводять складання рами (рисунок 3.2) по установчій поверхні, її притискання пневматичними притискачами для дотримання заданих розмірів і зменшення деформації яка може виникнути при зварюванні виробу, зварювання проводять в нижньому положенні.

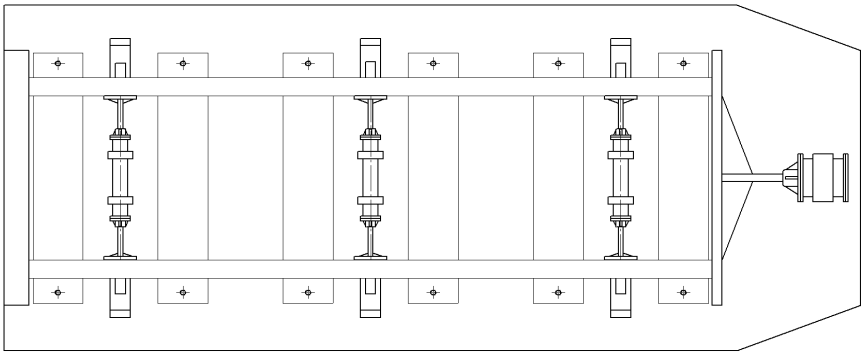


Рисунок 3.2 – Кондуктор для складання і зварювання рами

Після складання і зварювання раму знімають з кондуктора і встановлюють в наладку, де її притискають поворотними притискачами. Наладка (рисунок 3.3) призначена для встановлення в кантувач з підйомними центрами, де проводиться подальше зварювання рами. Кантувач призначений для обертання виробу в зручне для зварювання положення шляхом повороту навколо горизонтальної осі виробу.

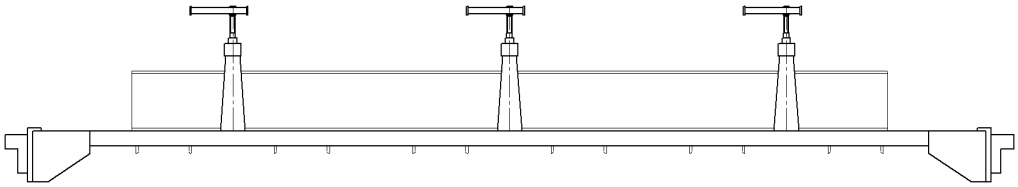


Рисунок 3.3 – Наладка.

Подальшою складально-зварювальною операцією виготовлення є складання по стику кромок днища і обичайки та їх прихоплення у відповідних місцях.

Цей процес здійснюємо на спеціальному стенді, що призначений для складання днищ обичайок, (рисунок 3.4).

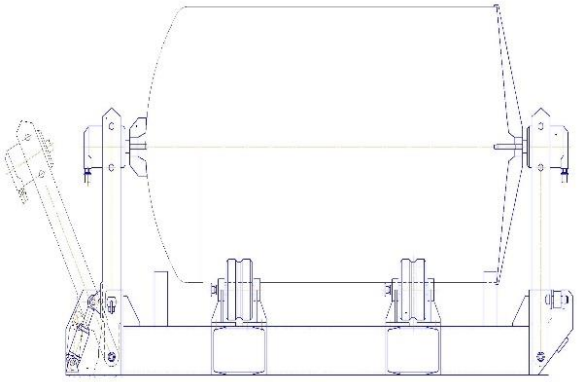


Рисунок 3.4 – Стенд для складання днища обичайки

Зварювання кільцевого стикового шва в стик (днища та обичайки), здійснюємо на стенді, автоматом підвісного типу А-1416. При зварюванні в даному пристосуванні виріб обертається зі швидкістю зварювання за допомогою спеціальних валків, які приводять в рух електродвигуном. Зварювальний автомат в даному стенді переміщується тільки в вертикальному положенні (рисунок 3.8).

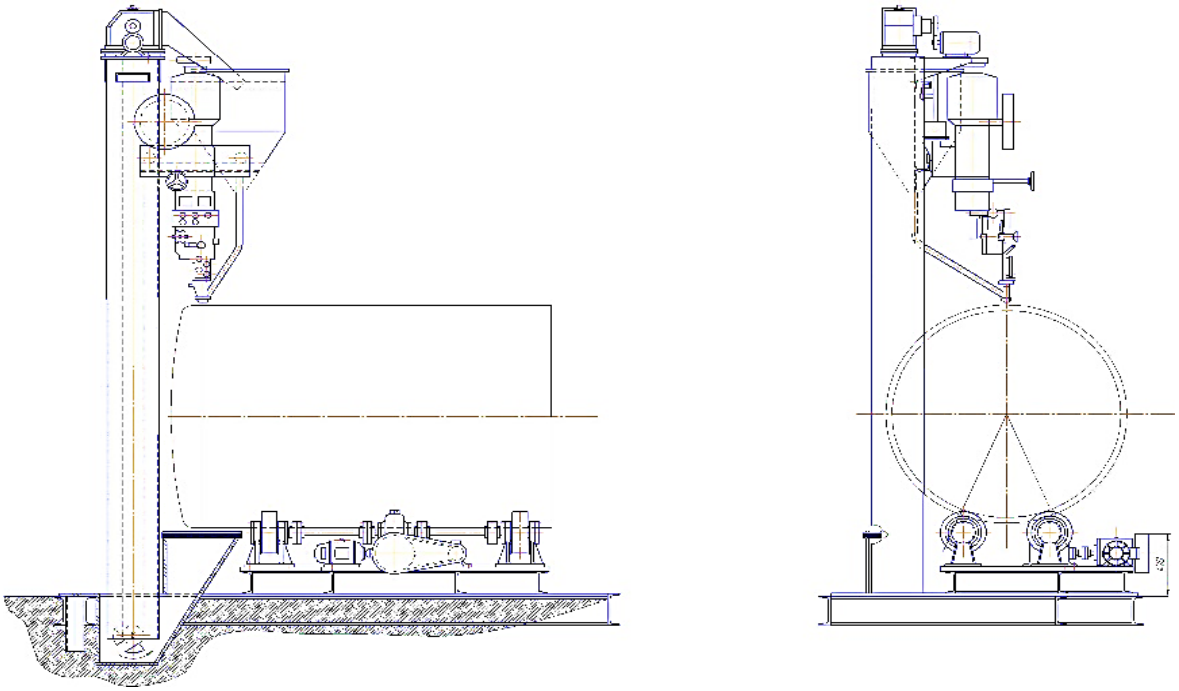


Рисунок 3.5 – Установка для зварювання днища з обичайкою.

Подальше складання бункера, а точніше: зварювання упорних стойок, планок, ручок, скоб тощо, проводиться напівавтоматичним дуговим зварюванням в середовищі захисного газу ($Ar+CO_2$).

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз потенційних небезпек. Заходи для їх зниження

При роботі на напівавтоматі в суміші захисних газів з метою попередження нещасних випадків необхідно дотримуватися ряду заходів, передбачених законами про охорону праці та чинними правилами та інструкціями.

Ураження електричним струмом, опіки, отруєння газами - найбільш характерні випадки травматизму при зварюванні в суміші захисних газів.

Ураження електричним струмом - найбільш частий вид травматизму при зварюванні. Причинами поразки струмом є дотик до голих струмоведучих частин електроустаткування, відсутність або недоброякісність захисних засобів і заземлюючих пристроїв.

В напівавтоматах, включаючи джерела живлення, повинна бути виключена можливість випадкового дотику до частин, що знаходяться під напругою вище допустимого для зварювального ланцюга, і виключена можливість появи небезпечної напруги на частинах, нормально знаходяться без напруги (корпусу джерел живлення, шаф, верстатів). Для цього необхідно ізолювати дроти, в першу чергу підводять струм до зварювального обладнання від силової мережі 220 або 380 В. Затискачі для приєднання проводів від силової мережі повинні бути ізольовані від корпусу і прикриті кришкою або козирком.

У випадку пробою ізоляції обмоток, з'єднаних з силовою мережею, під високою напругою можуть виявитися корпуса зварювального обладнання, тому вони повинні бути заземлені.

При пошкодженні ізоляції між обмотками зварювального трансформатора його вторинна обмотка буде з'єднана з силовою мережею через первинну обмотку. Щоб уникнути можливого при цьому ураження електричним струмом, затискачі вторинної обмотки джерела живлення, від якого йде провід до зварюваного виробу, повинні бути заземлені. Необхідно також заземлювати зварюваний виріб.

Здійснювати перемикання, приєднання або від'єднання в електротехнічних ланцюгах установок можна тільки після вмикання загального рубильника або пускача. При ремонті й усуненні несправностей зварювальне обладнання повинно бути від’єднати від мережі живлення. Пересувні джерела зварювального струму під час їх пересування необхідно від’єднати від мережі. Забороняється користування зварювальними дротами з пошкодженою ізоляцією. З'єднання зварювальних дротів повинно проводитися паянням, зварюванням або з'єднувальними муфтами з ізолюючою обмоткою.

При роботі в особливо небезпечних приміщеннях, а також у відсіках суден, резервуарів джерела живлення повинні бути оснащені пристроєм автоматичного від’єднання напруги холостого ходу або пристроєм, понижуюча напруга в зварювального ланцюга до 12 В. Робота в закритих ємностях повинна проводитися не менше ніж двома особами, причому одна особа повинна мати кваліфікаційну групу з техніки електробезпеки не нижче III і знаходитися зовні.

Опіки тіла при напівавтоматичному зварюванні можуть бути викликані бризками розплавленого металу. Місця зварювальних робіт повинні бути очищені від горючих матеріалів у радіусі не менше 5 м.

В процесі зварювання виділяється велика кількість газів, пилу і парів металу, що може призвести до захворювання дихальних шляхів зварника. Для уникнення цього необхідно постачати автомати газовідсмоктувачі, розташованими поблизу дуги. При зварюванні в закритих приміщеннях необхідно застосовувати витяжну вентиляцію.

4.2 Розрахунок природного освітлення для дільниці цеху, де працює спроектоване обладнання

80% інформації від зовнішнього світу людина отримує через очі. Якість і чіткість цієї інформації залежить від освітлення. Недостатність освітлення може викликати втому організму людини, що в свою чергу може спричинити виробничу травму. Літом внаслідок широкого використання природного освітлення нещасних випадків на виробництві значно менше, ніж в осіньо –

зимові місяці. Тому раціональне освітлення робочих місць та виробничих приміщень є одним з найважливіших заходів виробничої санітарії. Як і недостатність світла шкідливим є і його надлишок. Якщо світло занадто яскраве це може викликати повну втрату орієнтації працівника та бути фактором нещасного випадку чи захворюваності. Природне освітлення створюється безпосередньо сонячним диском і дифузним світлом небесного випромінювання. Природне (сонячне) світло по спектральному складу значно відрізняється від світла, отриманого від електричних джерел світла. В ньому значно більше необхідних для людини ультрафіолетових променів. Для природного освітлення характерна висока дифузність (розсіяність) світла, що сприяє зоровим умовам праці.

За конструктивними особливостями природне освітлення поділяється на бокове (здійснюється через вікна в зовнішніх стінах), верхня (здійснюється через аераційні і зенітні ліхтарі, пройоми в покриттях, а також через світлові пройоми в місцях перепадів висот суміжних прольотів будівель), комбіноване (до верхнього освітлення додається бокове).

Розраховуємо бокове одностороннє природне освітлення для виробничої дільниці, на якій знаходиться установка вакуумної металізації, з розмірами LxB=14x8 і висотою H=3 м; висота робочої поверхні $h_p = 1{,}2$м. Будівля знаходиться в м. Тернополі (4 світловий пояс) і навпроти вікон дільниці, що зорієнтовані на захід, немає затіняючи об’єктів. У виробничій діяльності виконуються роботи середньої точності.

Розрахунок проводимо по формулах, наведених в [10].

Необхідну площу вікон визначаємо за формулою:

$$S_B = \frac{e_H \cdot K_З \cdot \eta_B \cdot S_п}{\tau_З \cdot r_1 \cdot 100}, \qquad (4.1)$$

де $S_п$ - площа підлоги;

e_H - нормоване значення коефіцієнта природного освітлення (КПО);

$K_З$ - коефіцієнт запасу (для виробничих приміщень $K_З$=1,3 – 1,5);

η_B - світлова характеристика вікон;

τ_3 - загальний коефіцієнт світло пропускання;

r_1 - коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхні приміщення.

Визначимо спочатку необхідні для розрахунку значення.

Нормоване значення КПО знайдемо за формулою:

$$e_H = e_H^{III} \cdot m \cdot C, \quad (4.2)$$

де e_H^{III} - значення КПО для третього поясу світлового клімату;

m - коефіцієнт світлового кілмату;

C - коефіцієнт сонячності клімату.

$$e_H = 1{,}5 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}8 = 1{,}1\%.$$

Приймаємо коефіцієнт запасу K_3 = 1,3. Значення світлової характеристики вікон η_B далі визначаємо відношеннями L/B=14/8= 1,75 та B/h=8/1,4=5,7 (h – висота від рівня умовної робочої поверхні до верхнього краю вікна). За табл. 3.4 [10] знаходимо η_B = 13. Площа підлоги дільниці становить $S_п$ = 112 м^2. Оскільки вікна не мають світлозахисних пристроїв і виготовленні з спарених дерев'яних рам, в яких встановлено подвійне віконне листове скло, то за знайденими значеннями з табл. 3.6 [10] визначаємо загальний коефіцієнт світло пропускання вікон:

$$\tau_3 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0{,}8 \cdot 0{,}7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}56,$$

де τ_1 - коефіцієнт світло пропускання матеріалу;

τ_2 - коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі;

τ_3 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях (при боковому освітленні τ_3 = 1);

τ_4 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях;

τ_5 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями (τ_5 = 1).

Визначаємо середній коефіцієнт відбиття приміщення:

$$\rho_{сер} = \frac{\rho_{стелі} \cdot S_{стелі} \cdot \rho_{стін} \cdot S_{стін} + \rho_{підлоги} \cdot S_{підлоги}}{S_{стелі} + S_{стін} + S_{підлоги}}, \quad (4.3)$$

де $\rho_{стелі}$, $\rho_{стін}$, $\rho_{підлоги}$ - відповідні коефіцієнти відбиття;

$S_{\text{стелі}}, S_{\text{стін}}, S_{\text{підлоги}}$ – відповідні площі поверхонь.

$$\rho_{сер} = \frac{0{,}7 \cdot 112 + 0{,}5 \cdot 90 + 0{,}1 \cdot 112}{112 + 90 + 112} = 0{,}43.$$

Враховуючи значення параметрів, що характеризують приміщення за табл.3.7 [10] визначаємо коефіцієнт r_1=2,1.

За формулою 6.1 визначаємо необхідну площу вікон дільниці:

$$S_B = \frac{1{,}1 \cdot 1{,}3 \cdot 13 \cdot 112}{0{,}56 \cdot 2{,}1 \cdot 100} = 17{,}7\text{м}^2.$$

Вибираємо стандартні вікна з розміром 1,5х1,7 м, тоді площа одного вікна становитиме $S_B^1 = 2{,}55$ м^2.

Визначимо необхідну кількість вікон:

$$n = \frac{S_B}{S_B^1} = \frac{17{,}7}{2{,}55} = 6{,}9\ .$$

Приймаємо 7 вікон.

4.3 Заходи пожежної безпеки при експлуатації спроектованого обладнання.

Пожежа та вибух на виробництві можуть призвести до значних матеріальних втрат та загибелі людей. Висока швидкість горіння здатна повністю знищити матеріальні цінності, виготовленні з горючих матеріалів, та нанести шкоду тим, які виготовленні з важкогорючих і негорючих матеріалів. Вибух руйнує виробничі конструкції та прилади, приміщення і цілі будівлі. Висока температура, наявність отруйних продуктів горіння, значний надлишковий тиск під час вибуху та вивільнена енергія призводять до пошкодження людського організму, хвороби та загибелі людини.

На виробництві для дотримання проти пожежних і проти вибухових заходів необхідно строго дотримуватися організації та перебігу технологічного процесу й вимог, що випливають з його особливостей. Такими заходами є:

1) відповідність вимогам що до матеріалів і речовин, їх кількості у виробництві;
2) запобігання виникненню горючого та вибухового середовища;

3) запобігання виникненню джерел запалювання в горючому середовищі;
4) здійснення контролю за параметрами пожежо - та вибухонебезпечного середовища й обладнання;
5) наявність пристроїв пожежної автоматики та сигналізації;
6) організація пожежної охорони;
7) навчання та інформування персоналу про правила пожежної безпеки та поведінку при надзвичайній ситуації.

Пожежонебезпечне виробництво характеризується фізичними та хімічними процесами, які пов'язанні з використанням горючих речовин і поділяються на теплообмінні, дифузійні, механічні та хімічні. Технологічні процеси за типом організації бувають безперервними, періодичними та комбінованими, а за параметрами – стаціонарними та нестаціонарними. На такому виробництві найбільш небезпечними є початок виробництва та його зупинка.

Теплообмінні процеси небезпечні у випадку зміни умов речовин, що переробляються, й теплообмінну. Небезпека вибуху під час нагрівання може настати при порушенні герметичності устаткування, що може призвести до потрапляння нагрітої до температури спалаху речовини на зовні або потрапляння в середину повітря (пароповітряної суміші).

Дифузійні процеси не менш небезпечні, ніж теплообмінні. Вони також пов'язані з наявністю великої кількості пожежонебезпечних речовин у рідкому та газоподібному станах. Під час перегонки основною небезпекою є порушення герметичності ректифікаційних колон, що призводить до утворення небезпечних концентрацій, фізичних параметрів перегонки та властивостей речовини, що переганяється. Аналогічні ситуації можуть виникати і під час процесів абсорбції та адсорбції.

Гідромеханічні процеси пов'язані з транспортуванням горючих речовин у рідкий та газоподібній фазах, їх перемішуванням. Найбільшу небезпеку під час перекачування рідин становить порушення герметичності систем транспортуванням, зокрема насосів, які відбуваються з різних причин: вібрація,

гідравлічний удар, вихід з ладу деталей тощо. Насоси також часто виступають у ролі джерел запалювання в наслідок механічних та електричних неполадок. Потрапляння повітря в середину трубопроводів може створити небезпечні концентрації та призвести до вибуху. Під час транспортування зріджених газів здійснюється їх стискання для переведення в рідку фазу.

Механічні процеси пов'язані з транспортуванням, подрібненням, змішуванням та сортуванням твердих речовин. Під час транспортування твердих речовин з допомогою транспортерів може виникати пожежо – та вибухонебезпечне середовище, викликане наявністю пилу та великої кількості горючої речовини, що транспортується. Джерелами запалювання можуть бути нагріті від тертя деталі механізмів, статичні розряди та несправність електрообладнання. Пило-вибухове середовище утворюється в наслідок недостатньої вентиляції, воно сприяє швидкому поширенню пожежі.

Хімічні процеси пов'язані з використанням значної кількості горючих речовин у процесах як синтезу нових матеріалів так, і їх розкладу. Реактор є джерелом пожежо – та вибухонебезпеки через підвищену температуру, тиск, наявність небезпечних концентрацій речовини з повітрям. Джерелом запалювання стають побічні екзотермічні реакції, самозапалювання, статичні розряди.

Однією з основних небезпек виникнення пожеж і вибухів на різноманітних підприємствах є людський фактор, що проявляється у необережному поводженні з вогнем, порушенні технологічного процесу та правил експлуатації обладнання. Запобігати цьому можна шляхом навчання персоналу, розробки інструкцій на випадок виникнення надзвичайних ситуацій, здійснення контролю за роботою людей. Для інформування людей про небезпеку використовують спеціальні знаки безпеки.

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес виготовлення вузлів брикетувального пресу. У порівнянні із базовим у проектному варіанті запропоновано наступні зміни:

1) розроблено нову технологію виготовлення даного виробу;
2) запропоновано більш якісніший спосіб зварювання;
3) зменшення матеріальних та часових затрат на виготовлення виробу.

Завдяки впровадженню у виробництво запропонованих вдосконалень технології для виготовлення вузлів брекетувальної машини, досягнуто підвищення техніко-економічних показників.

Було проведено аналіз потенційних небезпек в спроектованій дільниці, та розроблені заходи для їх запобігання. Також для забезпечення нормальних умов праці було розраховано освітлення в зварювальній дільниці та виконано заходи з пожежної безпеки при експлуатації спроектованого обладнання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Марочник сталей и сплавов / Под ред. Зубченко А.С. – М.: Машиносторение, 2003. – 784 с.
2. Теория сварочных процессов: Учеб. для вузов / В.Н. Волченко, В.М. Ямпольский и др.; Под ред. В.В.Фролова. – М.: Высшая школа, 1988. – 559 с. –
3. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением: Учеб. для вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич; [Ред. изд. Т.Е. Черешнева]. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
4. Биковський О.Г. Довідник зварника/ О.Г.Биковський, І.В. Піньковський. – К.: Техніка, 2002. – 336 с.
5. Кривов Г.О Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О.Кривов, К.О. Зворикін - К.:КВІЦ, 2012.- 896с.
6. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. посібник / А.С. Карпенко. - К.: Арістей, 2005. - 268 с.
7. Сварочные приспособления. /. Крампит Н.Ю.,Крампит А.Г – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95с.
8. Рыморов Е.В. Новые сварочные приспособления / Е.В.Рыморов. – Л.: Стройиздат, 1988. - 125 с.
9. Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учеб. для вузов / Г.А. Николаев, В.А. Винокуров; Под ред. Г.А. Николаева. – М.: Высшая школа, 1990. – 446 с.
10. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник / О.Г. Левченко. – К.: Основа, 2010 – 240с.
11. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Під ред. Я.Г.Бедрія. – Львів.:, 1997. – 275с.

ДОДАТКИ