

Запорізький національний технічний університет

(повна назва університету)

Фізико-технічний, Інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Розробка технічної виробництва ру -
шарнірного БЗС трансформатора
потужністю 8 МВТ з проектуванням електрики

Виконав: студент ___ курсу, групи ___
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
освітня програма «Технології та
устаткування зварювання»

(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Ткаченко Антон Миколайович
(прізвище та ініціали)

Керівник Шульгин Сергій Олександрович
(прізвище та ініціали)

Рецензент Климов Олександр Володимирович
(прізвище та ініціали)

н Запоріжжя - 20 18 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Фізико-технічний, інженерно-технологічний
 Кафедра Обладнання та технічні засоби виробництва
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Магістр
 Спеціальність 131 "Прикладна механіка"
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 131 Прикладна механіка
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Мартин С.В. Кисельов
"20" 12 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Ткаченко Антон Михайлович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Виробство технічної виробництва розширення
робочого боку трансформатора потужністю
80 МВт з проектуванням деталей
 керівник проекту (роботи) Шушман Сергій Вікторович
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "12" грудня 2018 року № 389

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вхідні дані до проекту (роботи) Листів проекту та креслення
до трансформатора, креслення окремих деталей
згідно конструкції трансформатора. Кількість дру-
кованих деталей 2000 штук

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розрахунок, виготовлення 1-го етапу розробки
2. Розрахунок параметрів та вибір обладнання, технічних
умов та витратів: придбання виробів з проекту конструк-
ції розробки, організація виробництва.

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

Виробництво для трансформатора, станок для скрутки і
з'єднання, технічні дані станок та скрутки, розробка
станок для скрутки, з'єднання, технічних умов, креслення
згідно для скрутки, технічних умов, креслення

РЕФЕРАТ

ПЗ: .92. стор., 15 рис., 33 табл., 21 джерел.

РОЗШИРЮВАЛЬНИЙ БАК ТРАНСФОРМАТОРА, ЗВАРЮВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ГЕРМЕТИЧНІСТЬ.

Об'єкт дослідження – технологія збирання та зварювання розширювального баку трансформатора потужністю 80 Мвт.

Мета дипломного проекту – розробка виробництва розширювального баку трансформатора потужністю 80 Мвт з проектуванням ділянки.

Метод дослідження: аналіз літературних і експериментальних даних, їх застосування і модифікація вже розроблених заводських технологій зварювання.

Для виготовлення баку трансформатора були розроблені оптимальна технологія і техніка автоматичного зварювання в середовищі захисних газів.

А також спроектовано спеціальне технологічне обладнання для зварювання. Заповнена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектована ділянка для виготовлення корпусу баку трансформатора. Проведено техніко – економічне обґрунтування дипломного проекту. Розроблено загальні заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

THE ABSTRACT

The text consists of 92 pages, 15 images, 33 tables and 21 springs.

EXPANSION TANK TRANSFORMERS, WELDING IN PROTECTIVE GASES, AUTOMATION, TIGHTNESS.

Object of research – technology assembly and welding expansion tank transformer power 80MW overall dimensions with designing district.

The purpose of the diploma project – development of technology assembly and welding expansion tank power 80MW overall dimensions with the design district.

Methods: analysis of literature and experimental data, their use and modification of already developed technology welding factory.

To produce expansion tank transformer developed optimal technology and equipment of automatic welding in protective gases.

Designed special technological equipment for welding. Filled route map process. Designed for production station transformer tank shell. A technical - economic justification of the degree project. A common safety measures and environmental protection. The general safety measures and environmental protection.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Аналіз вихідних даних д і вибір типу виробництва.....	10
1.1 Призначення, конструкція і матеріал виробу.....	10
1.2 Умови експлуатації виробу.....	13
1.3 Особливості зварювання сталі 09Г2С та аналіз технології збирання баку.....	15
1.4 Технічні умови на виготовлення і приймання зварного виробу..	19
1.4.1 Технічні вимоги до виконання збирання і зварювання.....	19
1.4.2 Технічні вимоги до матеріалів.....	20
1.4.3 Технічні вимоги до контролю якості.....	21
2 Технологічний процес збирання і зварювання виробу.....	23
2.1 Підготовка виробу до зварювання.....	23
2.2 Вибір електродних матеріалів та параметрів режиму зварювання.....	24
2.3 Технологія і техніка збирально-зварювальних робіт.....	28
2.3.1 Виготовлення стінок (обичайок) розширювача.....	28
2.3.2 Виготовлення нижньої частини	30
2.4.Виготовлення секцій баку	32
2.5 Контроль якості зварного виробу.....	35
2.6 Вибір зварювального обладнання.....	38
2.6.1 Вибір стандартного обладнання.....	38
2.6.2 Вибір допоміжного обладнання.....	42
3. Проектно-конструкторські розробки.....	45
3.1. Виготовлення розширювального баку.....	45
3.2 Зварювання кільцевих швів.....	48

4 Техніко-економічні розрахунки.....	51
4.1 Організація виробництва продукції.....	51
4.1.1 Технічне нормування операцій.....	51
4.1.2 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки.....	52
4.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки.....	55
4.2 Планування витрат на виробництво.....	57
4.2.1 Матеріальні витрати.....	57
4.2.2 Вартість основних засобів.....	59
4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці.....	61
4.2.4 Собівартість виробу.....	64
4.2.4.1 Прямі витрати.....	64
4.2.4.2 Непрямі витрати.....	65
4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок.....	68
4.3.1 Розрахунок економічного ефекту.....	68
4.3.2 Ефективність та результативність.....	69
4.4 Висновки по розділу техніко-економічні розрахунки.....	70
5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	71
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	71

5.2	Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	72
5.3	Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	75
5.4	Заходи з пожежної безпеки.....	76
5.5	Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	77
	Висновки.....	80
	Перелік джерел посилення.....	81
		83
	Додаток А Специфікації.....	88
	Додаток Б Комплект документів.....	

ВСТУП

Для виробництва електричної енергії великими електростанціями за допомогою генераторів звичайної та великої одиничної потужності, які знаходяться біля знаходження паливних і гідравлічних енергоресурсів країни, дає можливість здобути в цих районах достатню кількості електроенергії при майже не великій її вартості та потребуючого часу. Використання більш дешевої електроенергії користувачами, які можуть бути на великій відстані від станції, тому перебування за сотнями і тисячами кілометрів від станції не є проблемою, для отримання енергії і розосередження по всій території країни. Потребує застосування не простих електричних мереж високої напруги. Силових трансформаторів та іншого, це є одними з найважливіших елементів електричної мережі на станції. Щоб передавати електроенергію на дуже великі території від початкового місця виробництва споживача потрібно в сучасних мережах використовувати не менше ніж шестиразовій трансформації енергії в підвищувальних і понижувальних трансформаторах напруги.

Головне завдання моєї праці це є покращення ефективного використання та розподілу матеріальних ресурсів в трансформаторобудуванні матеріалів виробництва, палива і енергії на виробництві. Це завдання буде вирішуватись в складному комплексі заходів та дій, зосереджених на зменшення активних витрат коштів, а також ізоляційних і конструктивних матеріалів виробництва та на зменшення розмірів трансформатора через не доцільність витрат на матеріал для виробництва.

Головною складовою частиною трансформатора є розширювальний бак. Конструкція баку трансформатора визначається потужністю і умовами його охолодження по технології експлуатації на виробництві.

Є декілька звичайних способів зварювання, які можуть застосовуються у виробництві трансформаторів, але основним є напіваавтоматичне зварювання у середовищі захисних газів. Даний вид зварювання у порівнянні із ручним дуговим зварюванням та напіваавтоматичним зварюванням під флюсом є найбільш продуктивним по доцільності витрат на матеріали та часу виготовлення основних операцій перед та після зварювання.

Для покращення та підвищення техніко-економічних показників, якості зварних з'єднань потрібно проводити автоматизацію виробництва. Виключення або зведення до мінімуму кількості не доцільних дефектів зварних швів дуже знижує втрати робочого часу, електричних і матеріальних ресурсів, пов'язаних з виправленням браку та перевірка на якість.

Зазвичай продуктивність праці і економія трудових ресурсів, є заслугами та доцільністю використання автоматизації процесів зварювання на виробництві, а також покращеними процесами підготовчих операцій до зварювання і складання. Дає можливість покращувати якість и обсяг виробництва продукції.

Розробка та застосування нової зварювальної технології є актуальним завданням дипломного проекту.

1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАННИХ І ВИБІР ТИПУ ВИРОБНИЦТВА

1.1 Призначення, конструкція і матеріал виробу

Для виготовлення трансформатора в його бак заливають сухе свіже трансформаторне мастило. Через деякий час, стикаючись з атмосферним повітрям, мастило зволожується і окислюється усередині баку. Це призведе до зниження електричної міцності масла і зануреною в нього паперової та іншої волокнистої ізоляції трансформатора і прискорює її хімічне старіння. Щоб захистити мастила з ізоляцією застосовують розширювач.

Розширювач (маслорозширювач, консерватор) являє посудину з листової сталі; він знаходиться над кришкою трансформатора і з'єднується трубопроводами що заходять у бак. Ємність мого розширювача і рівень масла в ньому при заливці обрано таким чином, щоб при всіх режимах роботи трансформатора і при будь якій можливій температурі навколишнього повітря та середовища бак був заповнений маслом, не втрачаючи рівня мастила.

При всіх режимах роботи трансформатора від підключеного моменту у мережу, до моменту найвищого допустимого навантаження при можливих коливаннях температури навколишнього середовища і повітря в межах $- 35^{\circ}\text{C}$ до $+ 35^{\circ}\text{C}$. Ємність розширювача повинна забезпечити постійну наявність в ньому мастила при всіх режимах його роботи.

Мінімальний обсяг мастило має при невиключеному трансформаторі і температурі повітря $- 35^{\circ}\text{C}$, максимальний обсяг - при найбільше допустимій фазі перегріву верхніх шарів масла над навколишнім повітрям і температурі останнього $+ 35^{\circ}\text{C}$. У сучасних трансформаторах існуючий рівень перегріву верхніх шарів масла дорівнює $55-60^{\circ}\text{C}$. Тому середній для всього обсягу перегрів масла можна прийняти рівним 40°C . Отримуємо максимальну температуру мастилала $40 + 35 = 75^{\circ}\text{C}$ і діапазон коливань його температури: $+ 75 - (- 35) = 110^{\circ}\text{C}$. Коефіцієнт об'ємного розширення для

трансформаторного масла приймають рівним $0,0007 \text{ град}^{-1}$. Таким чином, найбільшу можливу зміну обсягу масла в трансформаторі становить: $0,0007 \cdot 110 = 0,077$, тобто 7,7%.

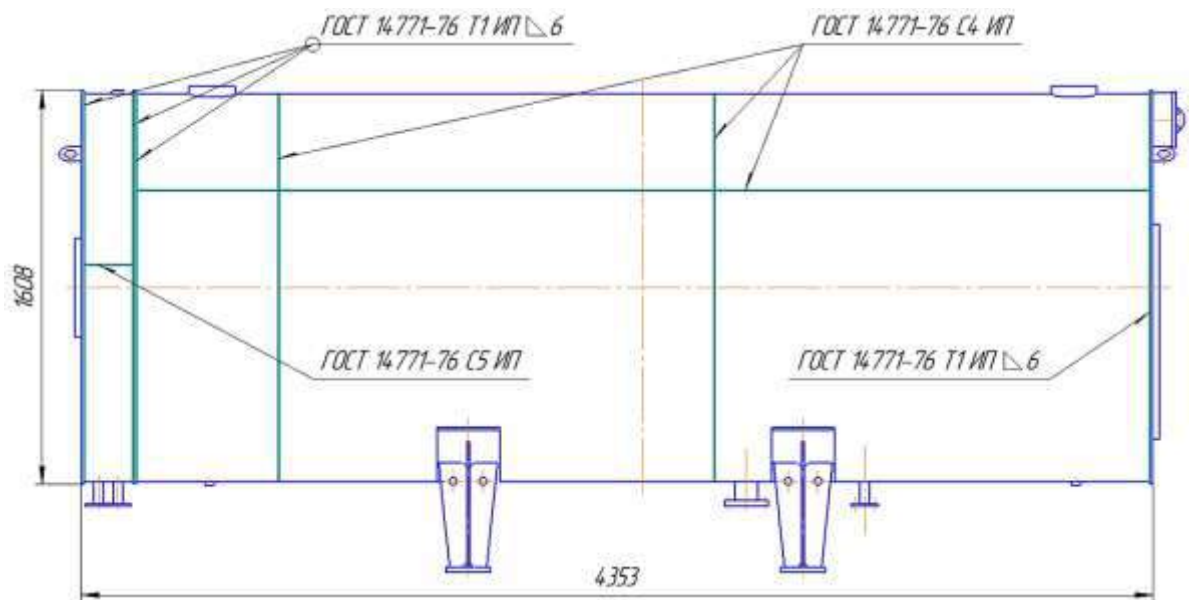


Рисунок 1.1 - Розширювальний бак трансформатора

У переважній більшості випадків розширювач являє горизонтальний циліндр, встановлений на кришці бака. Якщо на трансформаторі застосовані введення (класу напруги 110 кВ і вище), внутрішня порожнина яких повідомляється з баком, то розширювач необхідно розташовувати на відносно великій висоті: мінімальний рівень масла в розширювачі повинен бути вище введення. У цьому випадку найчастіше виявляється доцільною установка розширювача не на кришці трансформатора, а поруч з ним - на стіні або металевій конструкції [2].

Корпус розширювача складається з циліндра, звареного з сталевого листа (або декількох листів), двох плоских кругових стінок (днищ). Виконання з'єднання стінок з циліндром пов'язано із забарвленням внутрішньої поверхні розширювача. Досвід показав, що за відсутності цього фарбування відбувається інтенсивне іржавіння з середини тієї частини корпусу, яка знаходиться над дзеркалом масла. Тому необхідно розширювач з середини ретельно фарбувати. При великому діаметрі розширювача

доцільно робити в обох стінках (днищах) люки і через них фарбувати. У конструкції розширювача, при наявності люків, значно послаблюють механічну міцність дна, його товщину беруть більшу за товщину стінки. Дно за діаметром більше, тому має кутове з'єднання з стінкою (рис. 1.2) [2].

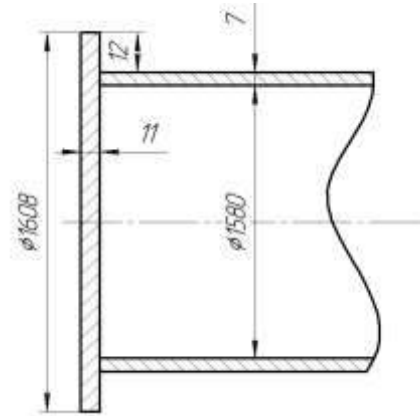


Рисунок 1.2 - З'єднання циліндричного корпусу розширювача з дном (плоскої стінкою).

В якості матеріалу використовується сталь конструкційна низьколегована 09Г2С, яка широко застосовується при виробництві різних деталей і елементів зварних металоконструкцій, що працюють при температурі від -70 до $+425$ °С під тиском. Сталь має гарну зварюваність, легко обробляється різанням і тиском, а також відносно не дорога. Механічні властивості і хімічний склад сталі 09Г2С наведені в таблицях 1.1 і 1.2 відповідно [3].

Це низьколегована конструкційна сталь. Зазвичай сталь для зварних конструкцій, однак насправді сфера її використання дуже широка, це найпопулярніша марка легованої сталі в Україні. Саме з неї виготовляється більша частина фасонного прокату (двотаврів, швелерів, кутників) підвищеної міцності. Також саме з цієї марки сталі виготовляють більшу частину листів підвищеної міцності призначених для ємностей під тиском (котлів і т.ін.). В основному 09Г2С використовується при виготовленні

гарячокатаної продукції, втім трапляється, що з цієї марки сталі виготовляють і холоднокатаний лист.

Таблиця 1.1 - Механічні властивості при підвищених температурах, сталі 09Г2С відповідно до ГОСТ 5520-79

Температура випробування, °С	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	Ψ , (%)
Нормалізація 930 – 950 °С				
20	460	300	31	63
300	420	220	25	56

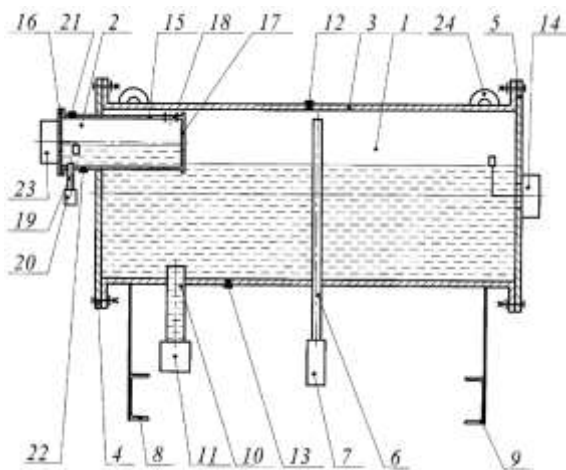
Таблиця 1.2 - Хімічний склад у % (по масі), сталі 09Г2С відповідно до ГОСТ 5520-79

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
$\leq 0,12$	0,5-0,8	1,3-1,7	$\leq 0,3$	$\leq 0,04$	$\leq 0,035$	$\leq 0,3$	$\leq 0,008$	$\leq 0,3$	$\leq 0,08$	~96-97

1.2 Умови експлуатації виробу

Пристрій являє собою сталевий корпус (найчастіше циліндричний) з двома кришками і поперечною перегородкою, що розділяє розширювальний бак на два відсіки, основний і додатковий. На кришках встановлені мастиловказівники (зазвичай встановлюються стрілочні показчики масла поплавковою конструкції), що показують рівні масла у відсіках розширювального бака трансформатора. У верхній частині пристрою

розташовані дві пробки для заточки масла в кожен відсік розширювального бака (і, відповідно, доливання масла в бак трансформатора), у нижній частині - дві пробки для зливу масла з окремих відсіків розширювального бака. Основний відсік розширювального бака забезпечений патрубком з встановленим захисним реле для з'єднання з баком трансформатора. Додатковий відсік розширювального бака забезпечений патрубком з встановленим захисним реле для з'єднання з відсіком перемикального пристрою трансформатора. У верхній частині розширювального бака встановлений патрубок, що забезпечує зв'язок розширювального бака з атмосферою через повітроосушувач. При цьому у верхній частині перегородки виконаний отвір, для повідомлення відсіків розширювального бака між собою і з атмосферою. Для установки на бак трансформатора в нижній частині розширювального бака встановлені кронштейни. Для переміщення розширювального бака на його верхній частині встановлені підйомні кільця або вушка.



1 – основний відсік; 2 – додатковий відсік; 3, 15 - циліндричний корпус; 4, 5, 16 – кришки (дно); 6, 19 – патрубок; 7, 20 - повітроосушувач; 8, 9 - кронштейн; 10 - патрубок; 11 - захисне реле; 12, 21 - пробка для заточки масла; 13, 22 - пробка для зливу масла, 14, 23 – мастило вказівники; 17 – перегородка; 18 – отвір; 24 – вушка.

Рисунок 1.3 - Розширювальний бак трансформатора в перерізі

1.3 Особливості зварювання сталі 09Г2С, та аналіз технології збирання баку

Сталь 09Г2С мають гарну зварюваність. Технологія їх зварювання повинна забезпечувати певний комплекс вимог, основними з яких є рівномічного зварного з'єднання з основним металом і відсутність дефектів в зварному шві. Особливо при зварюванні відповідальних конструкцій, шви не повинні мати тріщин, непроварів, пор, підрізів. Геометричні розміри і форма швів повинні відповідати необхідним. Зварене з'єднання повинне бути стійким проти переходу в крихкий стан. Однак технологія повинна забезпечувати максимальну продуктивність і економічність процесу зварювання при необхідної надійності і довговічності конструкції.

У металі шва менше вуглецю для попередження утворення структур гартувального характеру при підвищених швидкостях охолодження. Можливе зниження міцності металу шва, викликане зменшенням вмісту вуглецю, компенсується легування металу через дріт, покриття або флюс марганцем і кремнієм. При зварюванні необхідну кількість легуючих елементів в металі шва забезпечується шляхом їх переходу з основного металу.

Підвищені швидкості охолодження металу шва сприяють збільшенню його міцності, однак при цьому знижуються пластичні властивості і ударна в'язкість. Це пояснюється зміною кількості і будови перлітної фази. Швидкість охолодження металу шва визначається товщиною зварюваного металу, конструкцією зварного з'єднання, режимом зварювання і початковою температурою. Пластична деформація, що виникає в металі шва під дією зварювальних напружень, також підвищує межу текучості металу шва. Властивості зварного з'єднання залежать не тільки від властивостей металу шва, але і від властивостей основного металу в біляшовній зоні. Структура, а

значить і властивості основного металу в біляшовній зоні, залежать від його хімічного складу і змінюються залежно від термічного циклу зварювання.

У процесі виготовлення конструкцій з низьковуглецевих і низьколегованих сталей на заготівельних операціях і при зварюванні в зонах, віддалених від високотемпературної області, виникає холодна пластична деформація. Потрапляючи при накладенні подальших швів під зварювальний нагрівання до температур близько 300°C , ці зони стають ділянками деформаційного старіння, що приводить до зниження пластичних і підвищенню міцності властивостей металу і можливого виникнення холодних тріщин, особливо при низьких температурах або в місцях концентрації напружень. Високий відпустку при $600\text{--}650^{\circ}\text{C}$ в цих випадках є ефективним засобом відновлення властивостей металу. Високий відпустку застосовують і для зняття зварювальних напружень. Нормалізації піддають зварні конструкції для поліпшення структури окремих ділянок зварного з'єднання і вирівнювання їх властивостей. Термічна обробка, крім загартування зварних з'єднань в тих ділянках сполуки, які охолоджувалися з підвищеними швидкостями, що призвели до утворення в них не рівноважних структур гартувального характеру (кутові одношарові шви), знижує міцність і підвищує пластичні властивості металу в цих ділянках. Вплив термічної обробки в цьому випадку позначається незначно.

Шви, зварені на низьковуглецевих сталях всіма способами зварювання, володіють задовільною стійкістю проти утворення кристалізаційних тріщин. Це обумовлено низьким вмістом в них вуглецю [4].

Аналіз базової технології зварювання розширювального баку трансформатора

За базової технологією зварювання розширювального баку трансформатора виконується напіваавтоматично у середовищі захисних газів аргону та вуглекислоти та автоматично під шаром флюсу.

Зварювання полотнища обичайки виконується на складально-зварювальному стенді трактором ТС-32. Зварювання ведеться під шаром

флюсу із зворотним формуванням шва по ГОСТ 8713-79.

Всі інші роботи виконуються напіваавтоматами для дугового зварювання в суміші вуглекислого газу і аргону типу: А-547У, А-537, ПДГ-508, ПДГ-322М згідно з ГОСТ 18130-79, WEGA-351, WEGA 500. В якості джерела живлення зварювальні випрямлячі: ВС-300, ВС-300Б, ВС-600, ВС-600С, ВС-1000, ВДУ-504 згідно з ГОСТ 13821-77. За допомогою роликової опори Т-30М згідно з ГОСТ 21327-81 полегшується складання і зварювання бака. Зварювальні шви згідно з ГОСТ 1477-79 виконуються без скосу кромek одностороннім швом на знімній підкладці.

Для усунення дефектів використовується ручне дугове зварювання покритими електродами. В якості джерела живлення використовуються зварювальні трансформатори типу: ТС-500, СТШ-500 по ГОСТ 95-77 [5].

Існує багато способів зварювання, які застосовуються у виробництві трансформаторів, але на даний час основним є напіваавтоматичне зварювання у середовищі захисних газів. Даний вид зварювання у порівнянні із ручним дуговим зварюванням та напіваавтоматичним зварюванням під флюсом є більш продуктивним, але для досягнення максимальної продуктивності використовується автоматичне зварювання.

Автоматичне зварювання під флюсом ускладнює процес: обмежуючи зварювання тільки в нижньому положенні, необхідність прибирання флюсу і видалення шлаку, більшу ретельна підготовка до зварювання виробу. Тому для усунення недоліків базової технології доцільно застосовувати автоматичне зварювання у середовищі захисних газів.

Основними перевагами зварювання в середовищі захисного газу перед іншими способами є:

- надійний захист розплавленого металу від окислення киснем навколишнього повітря;
- відсутність обмазок флюсів при зварюванні, які ускладнюють і здорожують цей процес;
- висока продуктивність;

- простота процесу і можливість його механізації при зварюванні в різних просторових положеннях за допомогою простих пристосувань;
- можливість зварювання сплавів і різнорідних металів;
- гарний зовнішній вигляд зварного шва і високі механічні властивості з'єднання;
- можливість якісного зварювання труб без внутрішніх підкладних кілець або ручної підварки.

Автоматизація виробництва повинно підвищити техніко-економічні показники, якість зварних з'єднань. Також виключення або зведення до мінімум кількості неприпустимих дефектів у зварних швів знижуючи втрати робочого часу, електричних і матеріальних ресурсів, пов'язаних з виправленням браку.

Необхідна кількість європейського рівня оснащення і пристосувань для зварювання, дозволяє збільшувати випуск обсягів та якість виробництва продукції. Техніку для автоматичного зварювання можна адаптувати до порталів, зварювальним колонам, системам електроприводних осей або візків. Автоматизація зварювальних процесів супроводжується реальним підвищенням продуктивності праці і економією трудових ресурсів.

1.4 Технічні умови на виготовлення і приймання зварного виробу

1.4.1 Технічні вимоги до виконання збирання і зварювання

- деталі, які надходять на складання та зварювання металоконструкцій розширювачів повинні бути виправлені, зачищені від грата і окалини, подані на ділянку складання комплектно;

- збірку деталей і зварних складальних одиниць проводити за допомогою прихваток, які повинні виконуватися в місцях розташування зварних швів. Прихватку патрубків, фланців, бобишек виробляти у двох - чотирьох місцях симетрично. Дозволяється накладення прихваток поза місцями розташування швів для тимчасового скріплення деталей. Після виконання свого призначення ці прихватки повинні бути видалені з подальшою зачисткою місця їх розташування врівень з основним металом;

- складальні прихватки в процесі складання виконувати напіваавтоматичним зварюванням у середовищі газової суміші - 75 % Ar + 20% CO₂ + 5% O₂, зварювальними матеріалами тих же марок та таких же за якістю, які використовуються при зварюванні металоконструкції. Складальні прихватки не повинні мати зовнішніх дефектів, тріщин, наскрізних прожогов, місцевих скупчень газових пор і шлакових включень, підрізів основного металу. У зазорах між зібраними для зварювання деталями не допускається наявність шлаку, окалини, напливів, іржі та інших забруднень. Прихватки повинні мати чистоту поверхні згідно контрольному зразку на зварні шви;

- перед зварюванням прихватки повинні бути зачищені від шлаку і бризок металу за допомогою сталеві щітки, зубила та молотка або пневмошліфувальної машинкою;

- прихватки повинні виконуватися слюсарями зі складання металоконструкцій, що мають розряд не нижче третього;

- зварювання складальних одиниць повинна виконуватися автоматичним зварюванням на флюсовій, мідній та що залишається підкладці. До виконання зварювальних робіт допускається зварник, що має право на виробництво зварювальних робіт і має відповідне посвідчення.

У процесі і зварювальник зобов'язаний перевіряти якість зварних швів за допомогою візуального огляду і шаблону для перевірки зварних швів, попередньо зачистивши їх від шлаку і бризок металу на відповідність контрольному зразку;

- приварення вантажопідйомних пристроїв (скоб) повинні виробляти зварники, які пройшли атестацію і мають непрострочене посвідчення. Зварні шви вантажопідйомних пристроїв (скоб) підлягають клеймуванню. Таврувати ударно-цифровим способом, клеймом виконавця з шрифтом, ГОСТ 26.020-80;

- стропи, їх розміри і форма для стропування повинні відповідати ГОСТ 25573. При переміщенні вантажу стропальникам керуватися інструкцією з охорони праці.

- підварювання швів при випробуванні на герметичність виконувати напіваавтоматичним зварюванням відповідними марками дроту діаметром 1,6 мм після зняття надлишкового тиску [5].

1.4.2 Технічні вимоги до матеріалів

Розширювальні баки трансформаторів виготовляються зі сталі 09Г2С. Зварювання виконується автоматично в середовищі захисних газів.

В якості електродного дроту використовується цільнотягнутий зварювальний дріт Св-08Г2С-О діаметром 1,6 - 2 мм. Основною вимогою до електродного дроту є: відповідність до хімічного складу згідно з ГОСТ 2246-70, допустима овальність повинна бути не більш - 0,08 мм, а граничне

відхилення діаметра від номінального $\pm 0,16$ мм. Для захисту від корозії зварювальний дріт покривають тонким шаром міді. На поверхні не допускаються сліди іржі, забруднень і технологічних покриттів за винятком слідів мильного розчину. Товщина мідного покриття на дроті повинно бути не менше 0,15 мкм та мати міцне зчеплення з основою.

Для забезпечення захисту зони горіння дуги застосовується газову суміш марки М24. Згідно з ДСТУ ISO 14175 - М24 суміш повинна бути наступного процентного складу: аргону 67-95%, двоокис вуглецю 5-25%, двоокис кисню 0-8%.

Для формування зворотної сторони шва та запобігання протікання металу шва використовується флюсова подушка. Застосовується флюс АН-348А, вимогою до якого є: відповідність до хімічного складу згідно з ГОСТ 9087-81, флюс повинен виготовлятися у вигляді однорідних зерен, зміст сторонніх часток (які не розчинилися: частинок сировинних матеріалів, футерування, вугілля, графіту, коксу, металевих частинок та ін.) має бути не більше 0,1% від маси флюсу, колір флюсу коричневий з темним відтінком, розмір зерен в межах 0,35-1,6 мм.

1.4.3 Технічні вимоги до контролю якості

- контроль якості зварного виробу здійснюється за допомогою зовнішнього огляду та контролю на герметичність - бульбашковим методом;
- при зовнішньому огляді зварний шов повинен мати гладку або дрібнолускову поверхню (без напливів, пропалин, звужень і переривів) і плавний перехід до основного металу;
- не допустимі дефекти зварного шва при зовнішньому огляді: тріщини всіх видів і розмірів, скупчення та ланцюжки поверхневих пор, підрізи глибиною більше 0,3 мм;

- величина не проварів стикових односторонніх швів не повинен бути більше 3 мм;
- дефектні зварні шви дозволяється видаляти механічним шляхом.
- нанесення піноутворюючого мильного розчину (концентрація 15 г/л) на поверхню зварних швів виконувати рівномірно за допомогою розприскувача або установки для змочування зварних швів;
- місця в яких виявлені недопустимі дефекти повинні бути вирубані і заварені заново.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ЗБИРАННЯ І ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ

2.1 Підготовка виробу до зварювання.

Згідно з ГОСТ 14771-76 розглядаємо підготовку кромки під зварювання. Цей стандарт поширюється на з'єднання із сталей, а також сплавів на залізонікелевій і нікелевій основах, виконуваних дуговим зварюванням в середовищі захисних газів, і встановлює основні типи, конструктивні елементи і розміри зварних з'єднань.

ИП - в інертних газах та суміші з вуглекислим газом и киснем плавким електродом;

Конструктивні елементи зварних з'єднань і їх розміри показані на рис. 2.1 - 2.3.

Умовне позначення зварного шва С4, спосіб зварювання ИП.

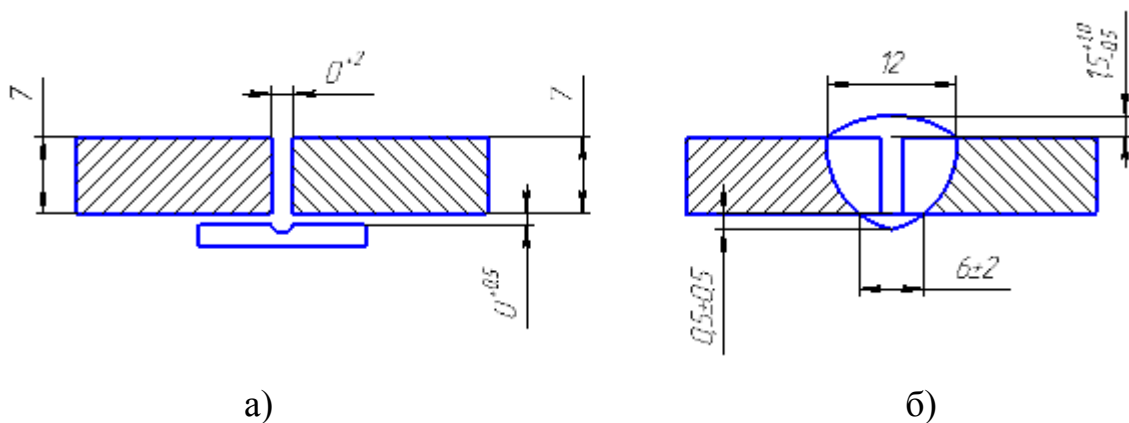


Рисунок 2.1 - Підготовка кромки під зварювання (а) і готове зварене з'єднання (б) по ГОСТ 14771-76

Умовне позначення зварного шва С5, спосіб зварювання ИП.

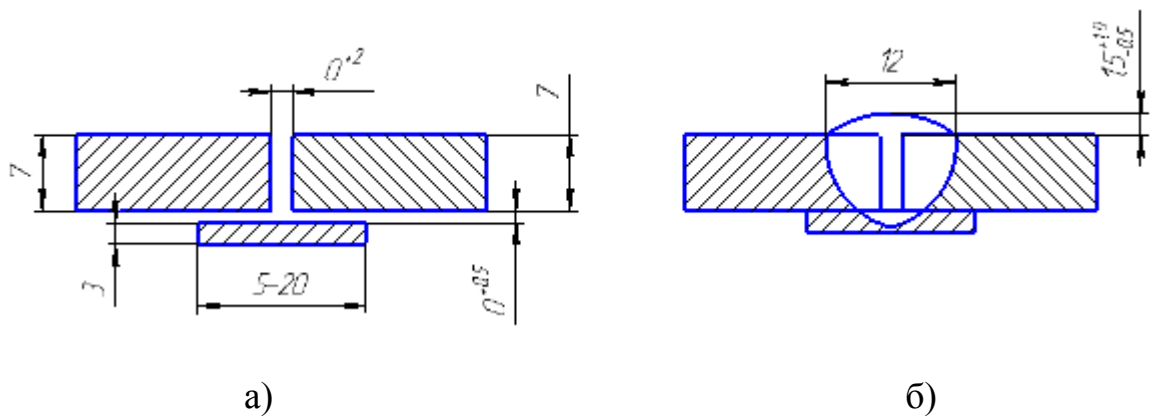


Рисунок 2.2 - Підготовка кромки під зварювання (а) і готове зварене з'єднання (б) по ГОСТ 14771-76

Умовне позначення зварного шва Т1, спосіб зварювання ИП.

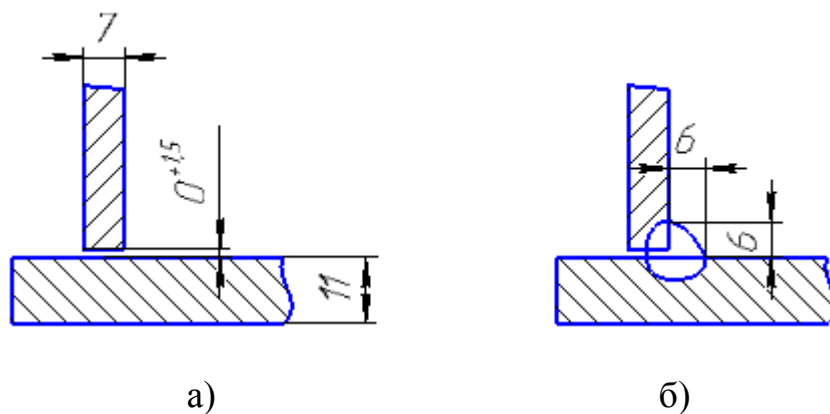


Рисунок 2.3 - Підготовка кромки під зварювання (а) і готове зварене з'єднання (б) по ГОСТ 14771-76

Примітка. Товщина зварювальних листів повинна виконувати вимоги $S_1 \geq 0,8S$.

2.2 Вибір електродних матеріалів та параметрів режиму зварювання

В якості електродного матеріалу використовується обміднений сталевий дріт марки Св-08Г2С-0, діаметром 1,6 мм. Прихватки виконуються

тієї ж марки дроту діаметром 2 мм. Цей дріт призначений для автоматичного та механізованого зварювання у захисних газах вуглецевих і низьколегованих конструкційних сталей. Хімічний склад дроту та механічні властивості металу шва, виконаного даним дротом, наведені в табл. 2.1 і табл. 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад металу, наплавленого дротом Св–08Г2С-0 (% , по масі) по ГОСТ 2246-70

С	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
≤ 0,11	1,8–2,1	0,7–0,95	≤0,20	≤0,25	≤0,50	≤0,025	≤0,03

Таблиця 2.2 – Механічні властивості металу шва, виконаного сталевим дротом Св–08Г2С-0 по ГОСТ 2246-70

σ _в , МПа	δ, %	КСУ, кДж/см ² , при температурі °С	
		-20	20
440	30	60	100

В якості захисного газу використовується газова суміш - 75 % Ar + 20% CO₂ + 5% O₂. Зварювальна газова суміш має ряд переваг, в порівнянні з сумішшю – 82% Ar + 12% CO₂. Використання газової суміші сприяє:

- збільшення кількості наплавленого металу за одиницю часу, а також зниження втрат електродного металу на розбризування;
- зниження кількості прилипання бризок (наприскування) в районі зварного з'єднання і як наслідок зменшення до 95% трудомісткості з їх видалення;
- поліпшенню якості зварного шва, зниження пористості і неметалевих включень;
- підвищення міцності зварного з'єднання, гарне формуванню шва;

- процес зварювання стабільний навіть при деякій нерівномірності подачі зварювального дроту, а також наявності на її поверхні слідів технологічного мастила та іржі;

- гігієнічні умови праці на робочому місці зварника поліпшуються за рахунок значного зменшення кількості виділень зварювальних аерозолів і димів.

Для формування зворотної сторони шва використовується флюс АН-348А. Склоподібний флюс загального призначення має добрі зварювально-технологічні властивості, придатний для зварювання на будь-якому струмі і будь-якій полярності, забезпечує найкраще формування шва. Шлакова корма відокремлюється сама або дуже легко. Хімічний склад флюсу наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Хімічний склад флюсу АН-348А (% , по масі) по ГОСТ 9087-81

SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P	CaF ₂
40-44	31-38	≤ 0,12	≤ 7	≤ 13	0,5-2,2	≤ 0,11	≤ 0,12	3,0-6,0

Вибір параметрів режиму зварювання, автоматичного зварювання в середовищі захисних газів включає в себе ряд параметрів: основні - сила зварювального струму, напруга дуги, швидкість зварювання, діаметр електрода, рід і полярність струму; додаткові - виліт електрода, нахил електрода, швидкість подачі електродного дроту, марка та сорт газової суміші і т.д.

Параметри режиму зварювання вибирають виходячи з товщини металу, який зварюють, і необхідної форми зварного шва (визначається глибиною проплавлення і шириною шва). Режим зварювання визначають за експериментальними (довідковим) таблиць або наближеним розрахунками з наступною перевіркою на технологічних пробах.

Параметри режиму автоматичного зварювання в середовищі захисних газів стикового з'єднання при односторонньому зварюванні без оброблення крайок зі сталі 09Г2С дротом Св-08Г2С-О наведені в таблиці 2.4 [7].

Таблиця 2.4 - Технологічні параметри зварювання стикового з'єднання

Товщина металу, мм	Діаметр присадного матеріалу, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Швидкість зварювання, м/год.	Витрата газу л/хв.
7	1,6	350-370	32-34	27-30	18-20

Примітка. Зварювання ведеться на постійному струмі, зворотної полярності.

Параметри режиму автоматичного зварювання в середовищі захисних газів таврового з'єднання при односторонньому зварюванні без оброблення крайок зі сталі 09Г2С дротом Св-08Г2С-О наведені в таблиці 2.5 [7].

Таблиця 2.5 - Технологічні параметри зварювання таврового з'єднання

Катет шва, мм	Діаметр присадного матеріалу, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Швидкість зварювання, м/год.	Витрата газу л/хв.
6	1,6	260-280	27-29	20-22	14-16

Примітка. Зварювання ведеться на постійному струмі, зворотної полярності.

2.3 Технологія і техніка збирально-зварювальних робіт

Перед початком складально-зварювальних робіт поверхню деталей оглядають. Вона повинна бути очищена від видимих масла, мастила і бруду, від прокатної окалини, іржі, фарби.

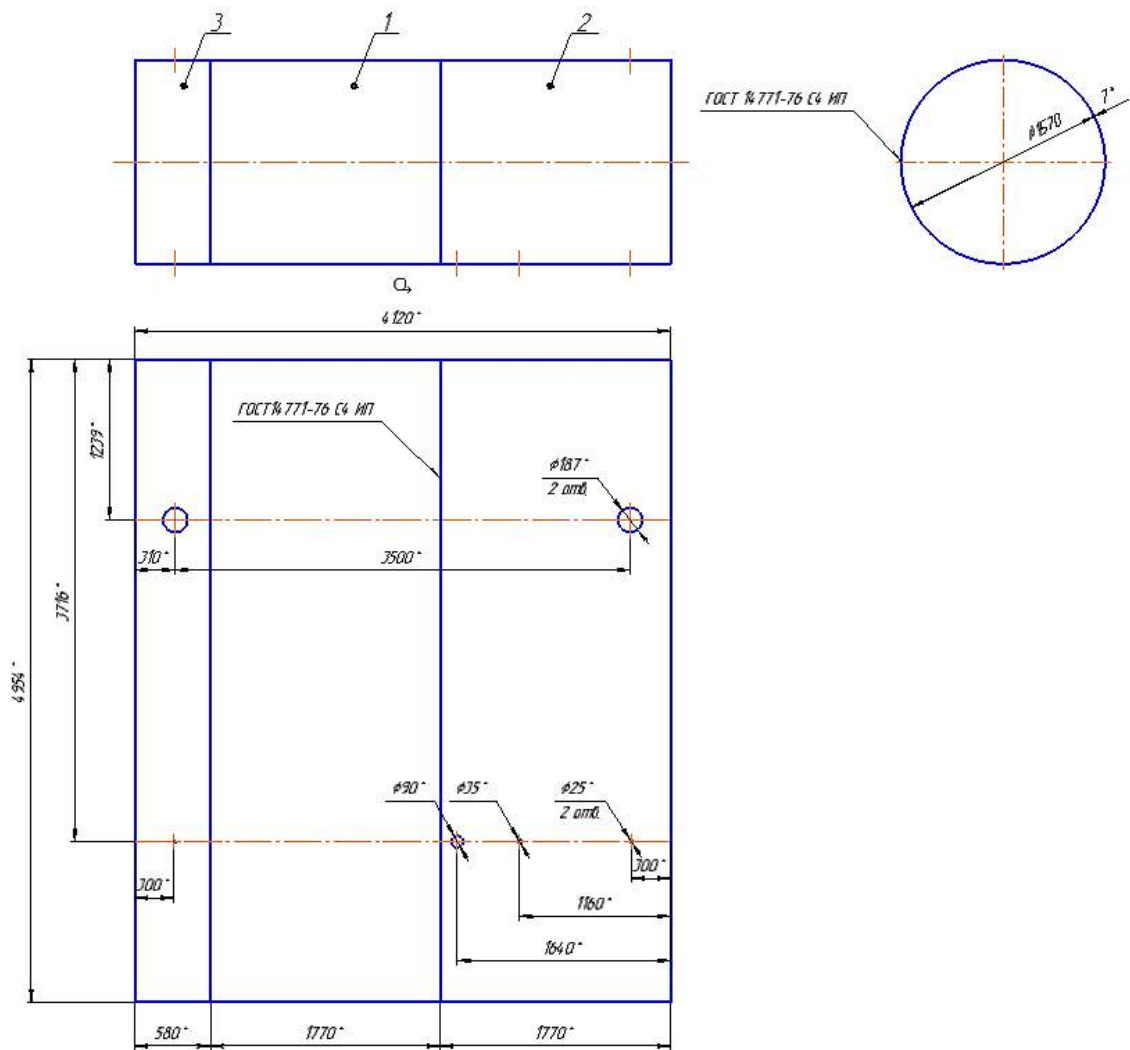
2.3.1 Виготовлення стінок (обичайок) розширювача

Збірку полотнища на плоскому електромагнітному складальному стенді починають з розкладки необхідних листів згідно з кресленням (рис. 2.15). Для правильного орієнтування і установки листів проти прямої кромки полотнища на стенді розкреслюють пряму лінію. Перший лист встановлюють прямою кромкою на цю лінію і кріплять до стенду універсально-складальними струбцинами. До першого листу підтягують другий, пряму крайку якого також встановлюють по прямій лінії на стенді і контролюють зазор по стику між листами. При нерівномірному зазорі кромки на одному з листів підрубують. Листи стягують один з одним до потрібного зазору, вирівнюють різностінність притисками і листи скріплюють один з одним прихватками. Стикування наступних деталей виробляють аналогічним чином.

При зварюванні полотнища для збільшення сили тяжіння магнітів укладають уздовж магнітів накладки товщиною 3-4 мм, шириною 120 мм. Проти стиків встановлюють на прихватках технологічні вивідні пластини розміром 60 мм × 60 мм, які служать для виведення дефектного початку і кінця шва за межі контуру. Товщина пластин повинна бути дорівнює товщині стінки.

Стики полотнищ зварюють трактором в середовищі захисного газу з зворотнім формуванням шва за допомогою флюсової подушці. Накладення швів повинна забезпечувати мінімальні деформації і напруження від зварювання, але стики поєднані в одну лінію тому послідовність накладення швів не має значення. Після зварювання полотнища його кантують та зачищають шви.

Видалив технологічні вивідні пластини по краях шва перевірити якість збірки, зварювання згідно креслення. Далі застропити зварене полотнище стінки на складально-зварювальному стенді і встановити в листозгинальні вальці. При установці стінки і її вальцювання зварні шви розташовувати поперек валів гнучкi. Вальцювати стінку.



1,2,3 – листи полотнища.

Рисунок 2.4 – Обичайки розширювального баку трансформатора

Вальцьована обичайки за допомогою мостового крана передаються на ділянку для зварювання поздовжніх швів. Стропування обичайок проводиться за допомогою приварних вух. Встановивши обичайку на гумовий опори провести підготовку кромки до зварювання.

Кромки поздовжніх стиків обичайок після вальцювання повинні мати прямі ділянки шириною не менше 200 мм на сторону. Спільний кут кромки не повинен перевищувати 1,5 мм на довжині 400 мм. Зміщення кромки при складанні поздовжніх стиків повинна бути не більше 3 мм. Зсув від перпендикулярності різку кромки зварюваного стику не повинно перевищувати по куту 5 - 6 °, а по лінійній величині - не більше 4 мм. Встановити та зафіксувати мідну підкладку використовуючи універсально-складальними струбцинами.

Зварювання виконується без розробки кромки в один прохід автоматично в середовищі захисних газів. Після зварювання встановити стінку в листоправильні вальці і провести правку (калібрування) по діаметру.

2.3.2 Виготовлення нижньої частини днища

Розмітити і нанести осьові й розмічальні лінії на днище і фланець, кернить осьові лінії на довжині 15 мм - 25 мм від країв за допомогою чертилки, кернера та молотка. Встановити на дно фланець і патрубків по пристосуванню, прихопити. При необхідності при складанні фланця з дном застосовувати струбцину. Нанести розмічальні лінії під установку бобишек, кутів і інших деталей використовуючи чертилку і лінійку

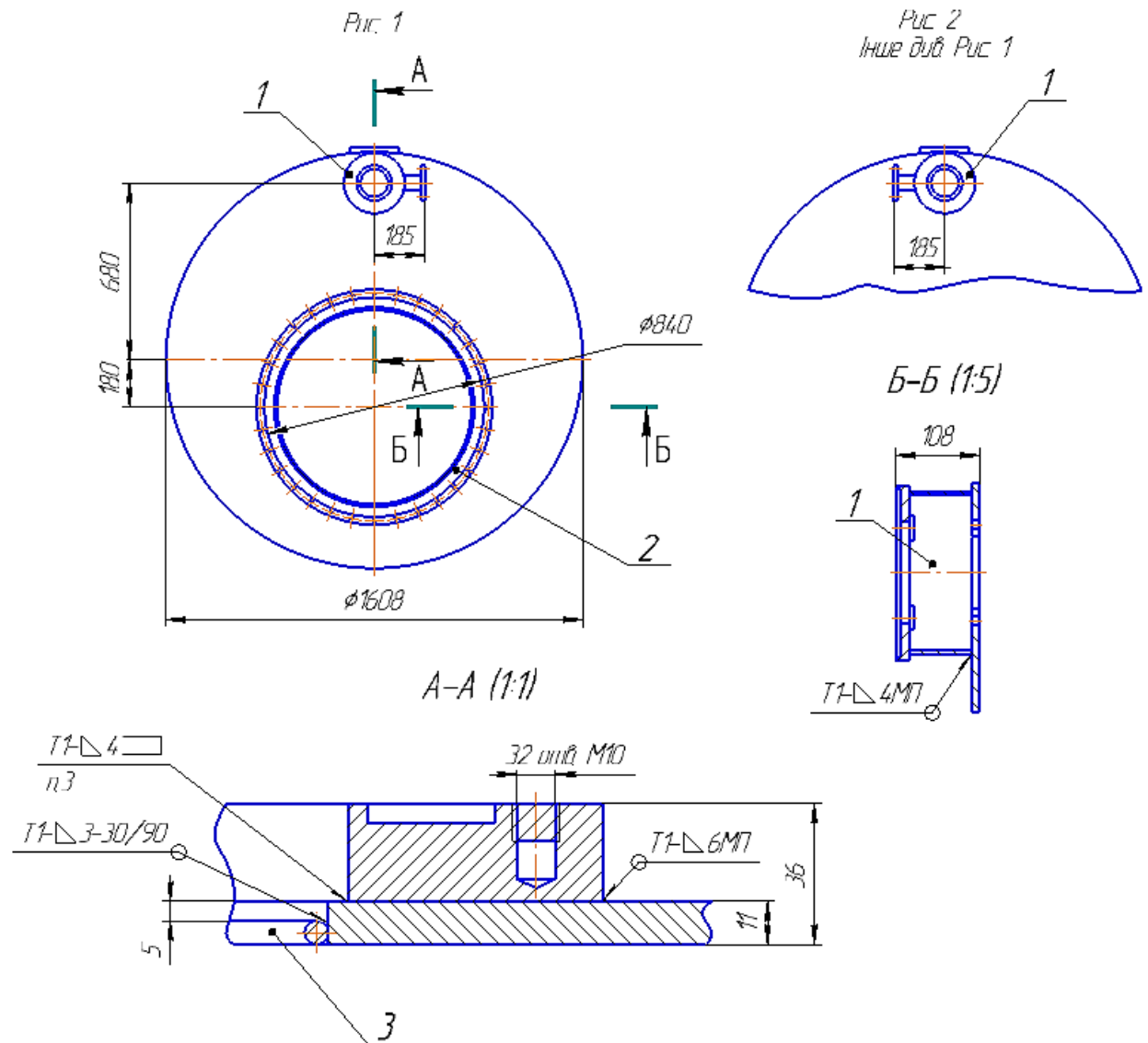


Рисунок 2.5 – Днище з патрубком

. Встановити по розмітці бобишки, куточки та інші деталі, прихопити. Зварити дно з деталями і складальними одиницями. Зачистити дно від бризок зварювання в місцях установки деталей і складальних одиниць, притупити гострі кромки. Перевірити якість збірки, зварювання, зачистки днища зовнішнім оглядом. Внутрішню поверхню забарвити після установки днища на стінку.

2.4 Виготовлення двох секцій баку

Виготовлення першої, розмітити стінку 2 всередині під установку прутків та інших деталей (рис 2.6). Встановити та прихопити всередину стінки по розмітці прутки. Заварені кінці прутків всередині стінки зачистити, притупити гострі кромки використовуючи пневмошліфувальну машинку, зубило та молоток.

Перевірити якість збірки, зварювання, зачистки зварних швів і внутрішньої поверхні стінки розширювача зовнішнім оглядом на відсутність забруднень. Після чого відправити стінку на забарвлення внутрішньої поверхні.

Встановити стінку на складальний майданчик. Нанести на поверхні і торцях стінки поздовжні осьові лінії розташування отворів під патрубки згідно з кресленням.

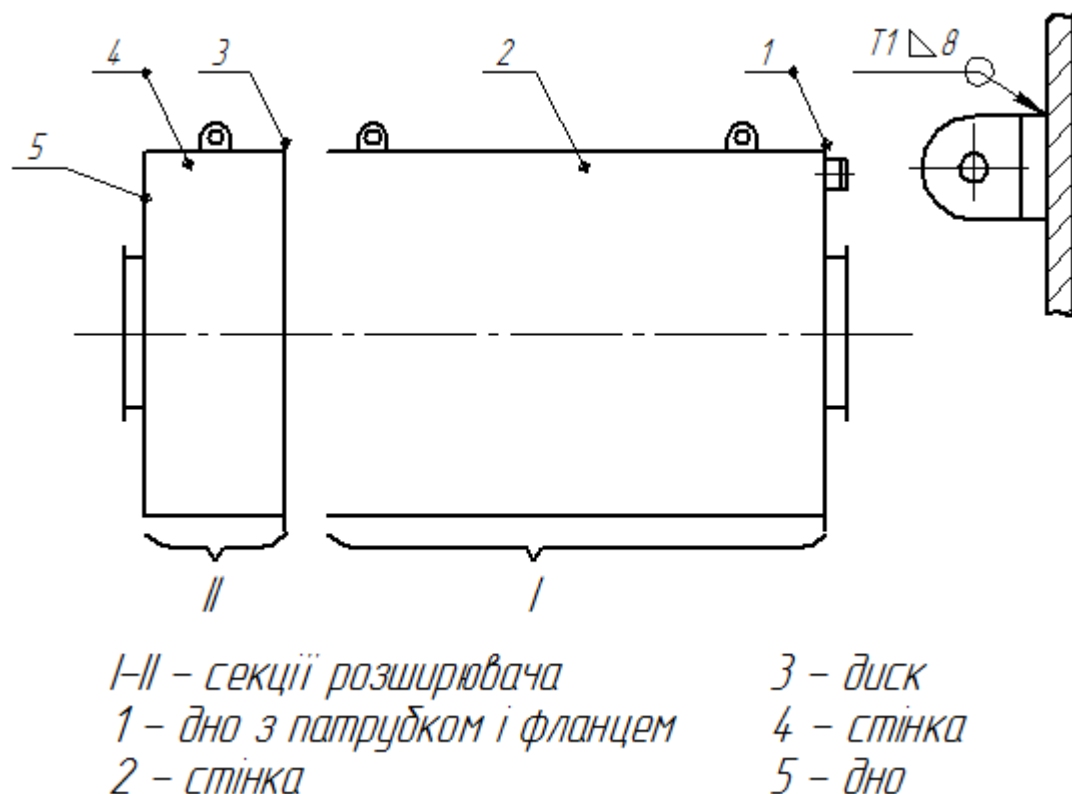


Рисунок 2.6 – Розширювальний бак секційного типу

Встановити на стінку розширювача днища 1 по розмітці, прихопити, перевірити перпендикулярність патрубків щодо площини складальної плити і площини фланця щодо утворює розширювача, правильність розмітки поздовжньої осьової лінії під установку опор за допомогою шнура, кутоміра маятникового, кутника.

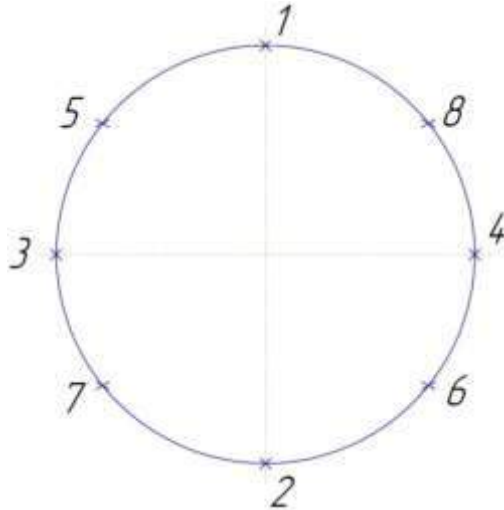


Рисунок 2.7 – Схема прихватки ден до стінки

Встановити розширювач на роликову опору, та зварити дно 1 і стінку 2. Зняти розширювач з роликового опори, встановити на складальний майданчик. Встановити на розширювач технологічні скоби, заварити.

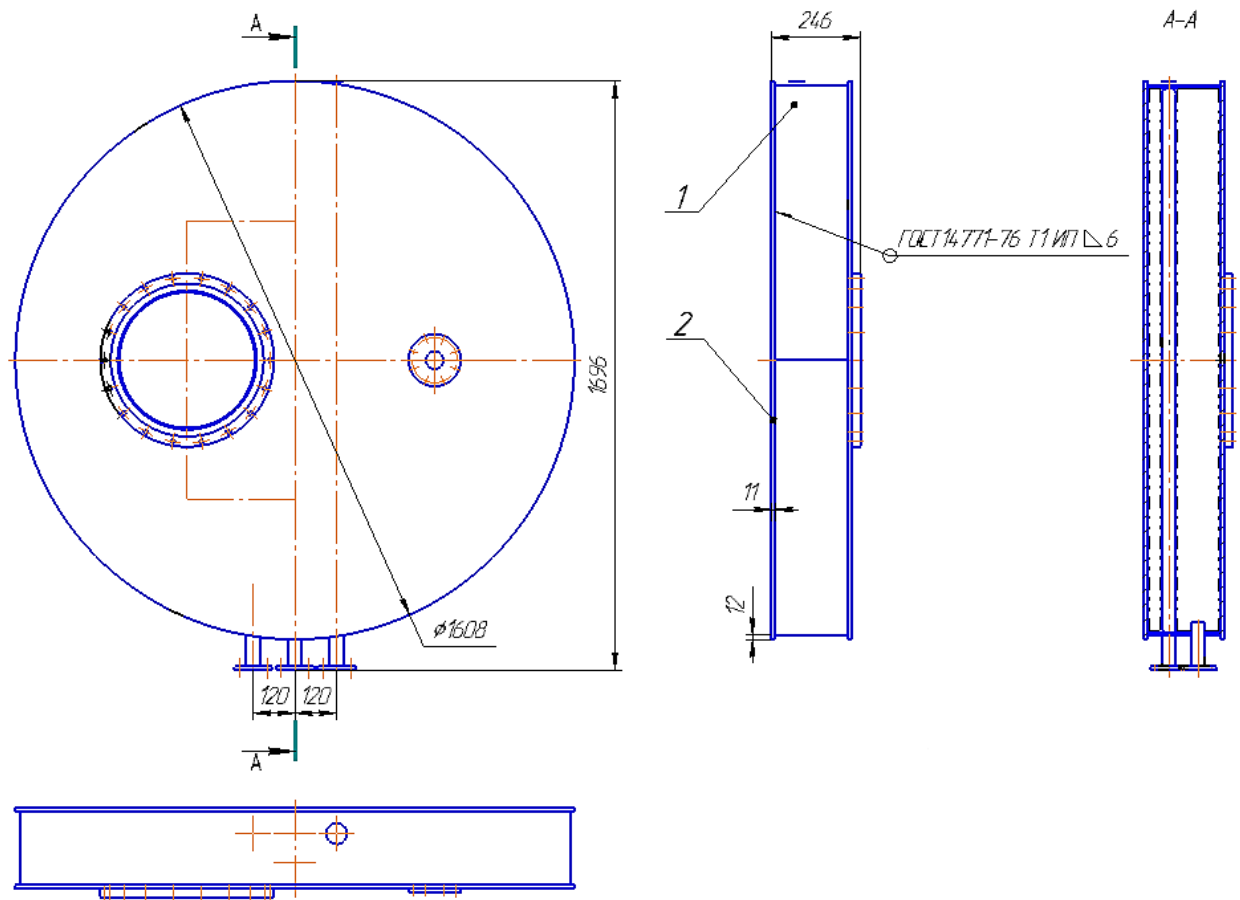
Виготовлення другої, всередині стінку 4 під установку деталей (рис.2.6). Встановити по розмітці деталі згідно креслення, прихопити. Зварити деталі всередині стінки. Зачистити зварні шви, кінці прутків всередині стінки, притупити гострі кромки використовуючи пневмошліфувальну машинку, зубило та молоток.

Перевірити якість збірки, зварювання зварних швів і внутрішньої поверхні стінки розширювача зовнішнім оглядом, перевірити на наявність відсутності забруднень.

Відправити стінку на забарвлення внутрішньої поверхні.

Встановити стінку 4 на складальну плиту і укласти на торець. Стropувати диск 3 і укласти на торець стінки. Зібрати диск 3 зі стінкою 4,

прихопити з допомогою Г-подібної струбцини. Зварити диск 3 зі стінкою 4. Встановити на стінку 4 дно 5 по розмітці, прихопити. Зварити дно зі стінкою. Встановити на стінку технологічну скобу, заварити.



1 - стінка, 2 – днище.

Рисунок 2.8 – Друга секція бака розширювача

Після складання секцій I і II видалити приварені технологічні елементи, що застосовуються при складанні розширювача з урахуванням відрізки їх по тілу з подальшою зачисткою урівень з основною поверхнею. При цьому глибина слідів від абразивного круга не повинна перевищувати 1 мм.

Зачистити зовнішню поверхню від шлаку, бризок металу, притупити гострі кромки. На внутрішній поверхні зачистити можливі місця обгорілої фарби, протерти поверхню дрантям, видалити сміття.

Зібрати розширювач з технологічними заглушками на днищі та патрубку розширювача. Випробувати зварні шви на герметичність обох

відсіків, розділених диском. Підвариво швів при випробуванні на герметичність виконувати напівавтоматичним зварюванням у середовищі захисних газів дротом діаметром 1,6 мм після зняття надлишкового тиску.

Після перевірки на маслощільність зварних швів стисненим повітрям, використовуючи кантування, необхідно перевірити зовнішнім оглядом. Зняти заглушки з дна розширювача з боку установки диска вручну, попередньо знявши тиск стисненого повітря у відсіку. Перевірити герметичність зварного шва приварки диска до стінки розширювача та стикового шва на диску через фланець на днище за допомогою переносної лампи 12В.

Зняти заглушки з розширювача вручну після випробування на герметичність. Злити мильний розчин з відсіків через зливний штуцер, вивернувши пробку та протерти відсік дрантям.

Зібрати розширювач під дробеструйну обробку з установкою технологічних заглушок на дена та патрубки розширювача. Відправити бак на дробеструйну обробку.

2.5 Контроль якості зварного виробу

У процесі проведення зварювальних робіт зварник зобов'язаний за допомогою вимірювача швів і зовнішнього огляду перевіряти якість зварних швів, попередньо зачищених від шлаку і бризок металу, на відповідність контрольному зразку та конструкторської документації. Випробування зварних швів на герметичність і контроль якості випробувань проводити відповідно до вимог технологічних інструкцій.

Зовнішній огляд здійснюється для визначення зовнішніх дефектів у зварних швах. Перед оглядом зварний шов і біляшовну зону по 20 мм з кожного боку зачищають від шлаку, бризок і забруднень. Розміри зварного шва визначають спеціальними шаблонами, а дефектних ділянок –

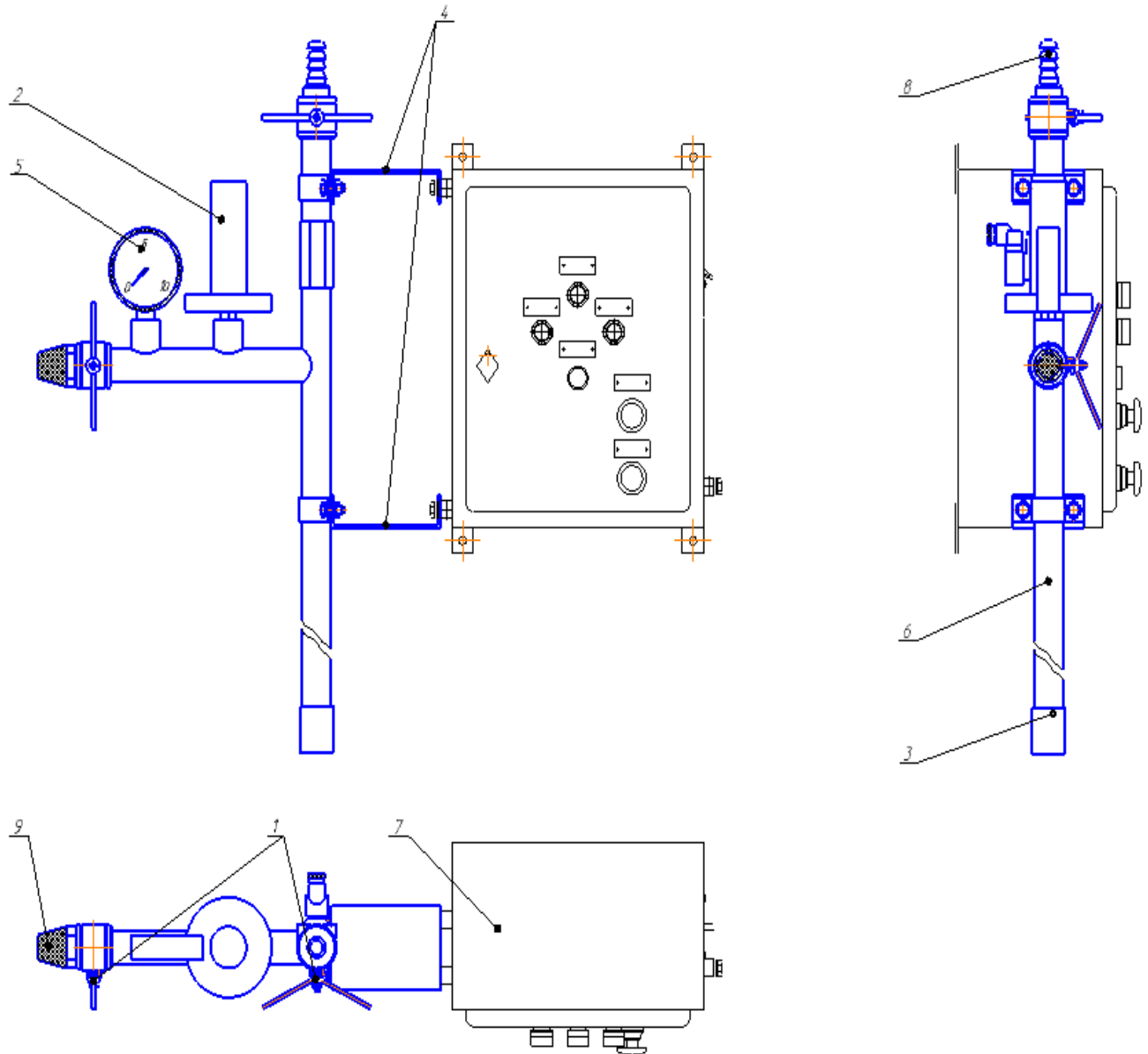
вимірювальним інструментом. Межі тріщин виявляються підрубкою металу дефектної ділянки зубилом. Місце руйнування оглядають неозброєним оком або за допомогою лупи 10-кратного збільшення.

Відповідно до ГОСТ 3242-79 не допускаються шви, що мають тріщини, незалежно від виду, напрямку і розміру, що не заварені кратери, наскрізні прожоги, пори діаметром більше 2 мм. На 1 м довжини допускається не більше чотирьох пір при відстані між ними не менше 10 мм. Підрізи основного металу по глибині допускаються без виправлення не більше 1 мм. Підрізи великої глибини необхідно заварити тонким швом з подальшою його зачисткою абразивним кругом. При цьому глибина слідів від абразивного круга не повинна перевищувати 1мм. Ділянки швів з тріщинами і порами з розмірами не допустимої величини слід виплавити або вирубати з подальшою заваркою. Дозволяється наявність зварювальних бризок на зовнішніх поверхнях металоконструкцій, в місцях, прихованих від візуального огляду, на тильній стороні балок жорсткостей, скоб, фланців патрубків, внутрішніх поверхнях порожнин, конструктивно утворюють замкнутий контур. Зрізання приварених технологічних елементів проводиться тільки по тілу останніх (по зварному шву), обробка лицьових поверхонь проводиться тільки в місцях приварки і подальшої зрізання технологічних елементів скоб, струбцин і т.д. пневмонаждаком.

Допускається виконання випробування маслощільних зварних швів бульбашковим і люмінесцентним методами контролю на герметичність.

Бульбашковий метод контролю герметичності ГОСТ 3285-77. Контроль, здійснюваний після зовнішнього огляду, для проведення випробувань використовують розчин «Неонол» 30% концентрації. Суть методу полягає у створенні надлишкового тиску 20 кПа в баці розширювача та реєстрації проникнення повітря через дефекти на одній, доступній для випробування стороні шва. У зимовий час для запобігання замерзання розчину на металоконструкції використовується додавання етилового спирту (до 20% у водний розчин поверхнево-активної речовини).

Для обмеження надлишкового тиску при випробуваннях на герметичність використовують спеціальну установку рис. 2.9. Технічні характеристики установки наведені в таблиці 2.6.



1 – вентиль, 2 – запобіжний клапан, 3 – кришка, 4 – кронштейн, 5 – манометр, 6 – основа, 7 – панель управління, 8 – підведення повітря, 9 – ущільнювач.

Рисунок 2.9 – Установка для обмеження надлишкового тиску.

Таблиця 2.6 - Технічні характеристики установки для обмеження надлишкового тиску

Найменування параметра	Значення
Напруга мережі живлення, В	220
Частота струму, А	50
Тиск при випробуванні (регульоване), МПа	0,065-0,07
Тиск стисненого повітря, кг/см ²	5,0-6,0

Люмінесцентний метод контролю ГОСТ 18442-80. За допомогою даного методу добре виявляються дрібні поверхневі дефекти, переважно тріщини, і визначається щільність швів. Він придатний для будь-якого металу, в тому числі і немагнітного. Даний метод заснований на властивості деяких рідин флуоресцентувати (світитися) під дією ультрафіолетових променів. В якості флуоресцентних рідин застосовують розчин FP-93. Завершальною операцією є огляд поверхні деталі з освітленням ультрафіолетовими променями лампи С-10А.

2.6 Вибір зварювального обладнання

2.6.1 Вибір стандартного обладнання

Універсальний зварювальний трактор ТС-35П (А-860). Трактор призначений для одnodугового автоматичного зварювання металів в

захисних газах. Зварювання виробляється як в базі коліс трактора, так і поза її бази.

Технічні характеристики трактора ТС-35П представлені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Технічні характеристики трактора ТС-35П

Найменування параметра	Значення
Напруга мережі живлення, В	220/380
Режим роботи ПВ, %	60
Номінальний зварювальний струм, А	1000
Діапазон регулювання зварювального струму, А	400-1000
Діаметр електродного дроту, мм	1,6-5
Швидкість подачі електродного дроту, м/год.	50-500
Межі регулювання швидкості зварювання, м/год.	12-120
Вертикальне коригування мундштука, мм	±12,5
Поперечне зміщення супорта, мм	±60
Вага електродного дроту в касеті, кг	15
Габаритні розміри, мм	850x530x490
Маса, кг	48

Автомат А-489. Універсальний підвісний автомат призначений для дугового зварювання електродного дроту в середовищі захисних газів.

Технічні характеристики зварювального автомата А-489 представлені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики автомата А-489.

Найменування параметра	Значення
Напруга мережі живлення, В	220/380
Режим роботи ПВ, %	60

Номінальний зварювальний струм, А	600
Діаметр електродного дроту, мм	2-3

Продовження таблиці 2.8

Швидкість подачі електродного дроту, м/год.	74-370
Вертикальний хід головки, мм	250
Швидкість вертикального переміщення, м/хв.	0,5
Поперечний хід супорт, мм	300
Швидкість переміщення супорта, м/хв.	0,48
Витрата води для охолодження, л/хв.	10
Коригування електрода поперек шва, мм	± 50
Габаритні розміри, мм	280x700x1295
Маса, кг	150

Автомат А-1416 зі встановленим пальником AUT 61 GD Abicor Binzel. Автомат використовується для однодугового зварювання в середовищі захисного газу. На автомат встановлюється зварювальний пальник MIG / MAG AUT 61 GD з газовим охолодженням.

Технічні характеристики автомата А-1416, а також пальником AUT 61 GD представлені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики автомата А-1416 зі встановленим пальником AUT 61 GD

Найменування параметра	Значення
Напруга мережі живлення, В	220/380
Режим роботи ПВ, %	60/100
Номінальний зварювальний струм, А	1000/500
Діаметр електродного дроту, мм	1,6-3,2
Швидкість подачі електродного дроту, м/год.	47-509
Межі регулювання швидкості зварювання, м/год.	12-120
Вертикальне переміщення мундштука, мм	75
Поперечне переміщення мундштука, мм	75
Регулювання кута нахилу до вертикалі	+ 25°

Вигин щодо осі мундштука	0°
Габаритні розміри, мм	980x860x1860
Маса, кг	295

IDEALARC DC-655 Lincoln Electric. Промисловий трифазний випрямляч розроблений для напівавтоматичного й автоматичного зварювання. Точний контроль параметрів забезпечує високоякісне зварювання. Підтримує зварювальні процеси: MMA (ручне дугове зварювання), Lift TIG DC (аргонодугова зварювання на постійному струмі), MIG / MAG (зварювання суцільним дротом в середовищі захисних газів), FCAW (зварювання порошковим дротом), SAW (автоматичне зварювання під флюсом), CAG-A (повітряно-дугове стругання вугільним електродом).

Технічні характеристики джерела живлення IDEALARC DC-655 представлені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики IDEALARC DC-655

Найменування параметра	Значення
Напруга мережі живлення, В	230/400
Частота струму, Гц	50/60
Зварювальний струм, А	650/815
Напруга, В	44/44
Режим роботи ПВ, %	100/60
Діапазон регулювання зварювального струму, А	50-815
Діапазон регулювання напруги, В	16-46
Напруга холостого ходу, В	46
Габаритні розміри, мм	699x564x965
Маса, кг	327

Патон ПСИ-L-350PD. Складання конструкції здійснюється прихватками за допомогою зварювального напівавтомата інверторного типу Патон ПСИ-L-350PD, що використовує двох крокову / чотирьох крокову конфігурацію для оптимізації зварювального процесу. Плавне і повільна подача дроту, а також наявність функції затримки подання при відключенні

напруги дозволяє забезпечити економічний витрата електродного матеріалу при більш коректному процесі заповнення. Досягається високий показник коефіцієнта продуктивності (практично до 100%). Зварювальний напівавтомат Патон ПСИ-L-350PD використовує мікропроцесорну технологію управління, завдяки якій забезпечується якісна стабілізація і швидкий підпал дуги.

Технічні характеристики зварювального напівавтомата Патон ПСИ-L-350PD представлені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Технічні характеристики ПСИ-L-350PD

Найменування параметра	Значення
Напруга мережі живлення, В	380
Режим роботи ПВ, %	60
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60-350
Діаметр дроту, мм	0,8-1,6
Напруга холостого ходу, В	31,5
Габаритні розміри, мм	576x297x594
Маса, кг	40

2.6.2 Вибір допоміжного обладнання

Електромагнітний стенд Р-579. Стенд призначений для автоматичного зварювання полотниць з листів 3-8 мм в стик одностороннім швів, а також для двохсторонньому автоматичному зварюванні листів товщиною 3-20 мм. Обмотки електромагнітів живляться постійним струмом.

Технічні характеристики стенду представлені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Технічні характеристики електромагнітній стенд Р-579

Найменування параметра	Значення
Товщина зварювальних листів	3-20
Найбільший розмір полотнища, мм	6590x4800
Сила струму, А	до 500
Напруга, В	до 30
Габаритні розміри стенда, мм	7040x5250x590

Глагольний візок ГТ-1 (Т-74). Візок призначений для автоматичного зварювання поздовжніх швів діаметром 600-2000 мм.

Технічні характеристики візка представлені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Технічні характеристики глагольного візка ГТ-1

Найменування параметра	Значення
Виліт штанги від осі колони до осі електрода, мм:	
максимальний	2000
мінімальний	1100
Висота рівня зварювання, мм:	
максимальний	2800
мінімальний	800
Межі безступінчастого регулювання робочої швидкості переміщення візка, м/год.	19-77
Маршова швидкість, м/хв.	13
Швидкість підйому і опускання штанги, м/хв.	2
Швидкість горизонтального переміщення штанги м/хв.	1
Габаритні розміри, мм	2525x2380x5000
Маса, кг	2230

Поворотна колона ПК-4. Колона застосовується для автоматичного зварювання кільцевих зовнішніх швів циліндричних виробів.

Технічні характеристики колони представлені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Технічні характеристики поворотної колони ПК-4

Найменування параметра	Значення
Швидкість підйому і опускання каретки, м/хв.	2
Потужність електродвигуна АО-42-4 приводу вертикального переміщення каретки, кВт	2,8
Кут повороту колони, град	270
Габаритні розміри, мм	1350x6500x5000
Маса, кг	4500

Роликовий обертач НГК-5. Роликових стэнд призначений для обертання довгих циліндричних виробів при автоматичному зварюванні кільцевих швів. Може бути використаний при виготовленні складових обичайок великої довжини з окремих коротких частин.

Технічні характеристики обертача представлені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 - Технічні характеристики роликового обертача НГК-5

Найменування параметра	Значення
Вантажопідйомність, тонн	5
Діапазон діаметрів заготовки, мм	250-2800
Діаметр гумового ролика, мм	250x100
Лінійна швидкість роликам м/год.	6-60
Модуль регулювання швидкості	без крокове частотне регулювання
Потужність двигуна, кВт	2x0,37

З ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКІ РОЗРОБКИ

3.1 Виготовлення розширювального баку

Для виготовлення розширювального бака трансформатора застосовуються установки з устаткуванням автоматичного зварювання в середовищі захисного газу.

Зварювання та збирання полотнища бака виконується за допомогою такого обладнання (рис. 3.1):

- електромагнітного стенду Р-579;
- зварювального трактора ТС-35П;
- джерела живлення IDEALARC® DC-655.

Стенд складається з рами 1, магнітів, флюсоподушок 3 і опорних роликів 2. Перед зварюванням листи 4,5 укладаються на опорні ролики і виставляються так, щоб стики проходили уздовж флюсоподушок. Потім опорні ролики опускаються, включаються електромагніти та флюсоподушки. Після перевірки притиснення проводиться зварювання зварювальним трактором.

Трактор 6 являє собою портативний універсальний автомат з електродвигуном постійного струму, що пересувається під час зварювання безпосередньо по направляючій лінійці.

Зварювання проводиться з постійною швидкістю подачі електрода, що не залежить від напруги дуги. Швидкість зварювання та подачі електродного дроту трактора налаштовується потенціометрами плавно, безступінчато, з керуванням від пульта. Трактор має незалежний привід подавальних механізмів і механізмів ходової візка. Він також забезпечений поворотними дисками, що забезпечують зварювання поза колісної бази. Управління джерелами живлення - дистанційне (з пультом управління).

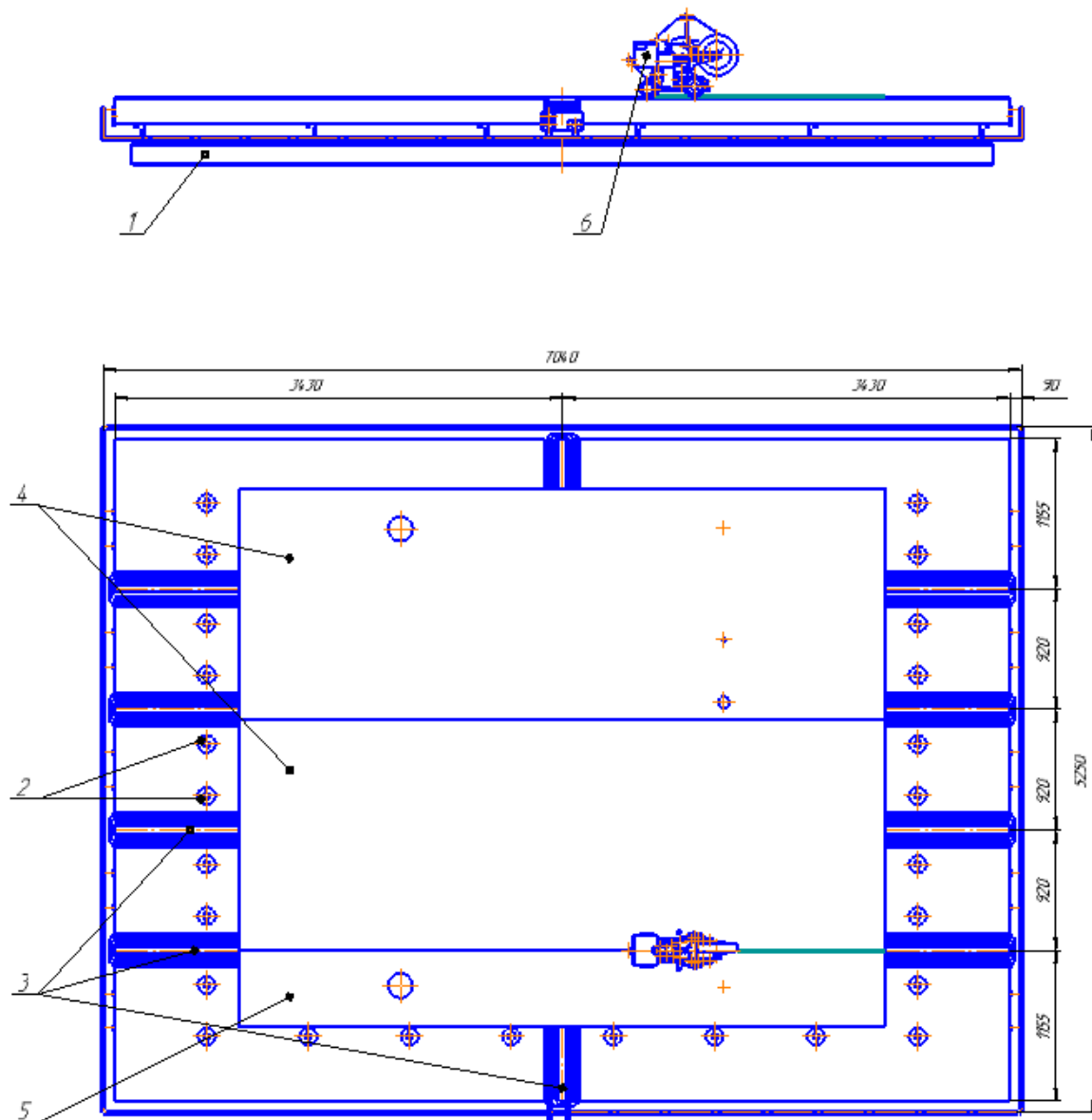


Рисунок 3.1 - Загальний вигляд установки для зварювання полотнища розширювального бака трансформатора.

Стенд складається : з рами 1, магнітів, флюсоподушок 3 і опорних роликів 2.

Стенд для складання обичайки і зварювання поздовжніх швів бака складається з (рис. 3.2):

- автомата А-489;
- глгольний візок ГТ-1;
- джерела живлення IDEALARC® DC-655.

Глагольний візок складається з платформи 4, неповоротної колони 1 і каретки 2 з висувною штангою. Платформа переміщається по двох підлоговим рейках (на трьох бігунках), що виключає вібрацію, яка може передаватися на візок від цехових кранів. Джерело живлення 5 та балон з газовою сумішшю 6 розміщується на платформі.

Зварювальний автомат 4 складається з механізму подачі з мундштуком, який через підвіску кріпиться до механізму глагольного візка. Головка кріпиться на верстаті, що забезпечує рух виробу щодо головки або переміщення головки щодо виробу. Піднімається і опускається голівка разом з катушкою для електродного дроту електроприводом. Механізм подачі з мундштуком переміщається в поперечному напрямку супортом за допомогою електродвигуна. У мундштуку головки передбачено підведення газу та води для охолодження.

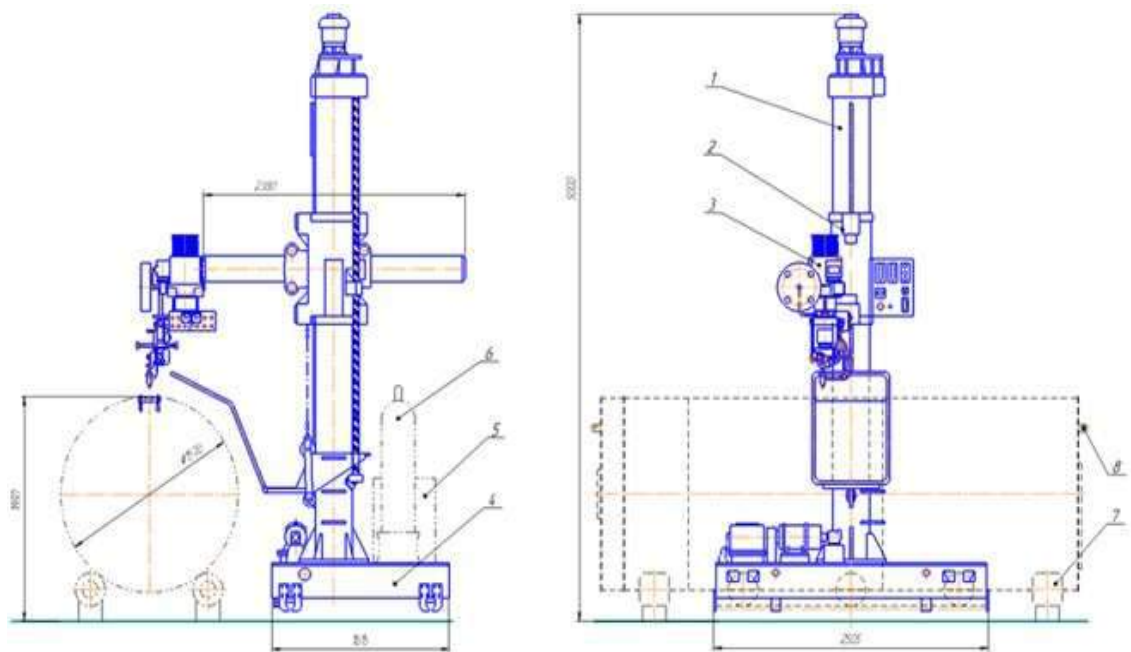


Рисунок 3.2 Загальний вигляд установки для зварювання поздовжніх швів розширювального баку трансформатора.

3.2 Зварювання кільцевих швів

Стенд для зварювання кільцевих швів має таке обладнання (рис. 3.3):

- автомат А-1416 зі встановленим пальником AUT 61 GD Abicor Binzel;
- поворотна колона ПК-4;
- роликовий обертач HGK-5;
- джерела живлення IDEALARC® DC-655.

Колона 2 складається з основи 1, приводу вертикального переміщення 3, каретки 4, перехідного кронштейна 5 і консольної балки 6. Основа колони служить для повороту. У неї розміщуються підшипники кочення, що забезпечують легкість повороту. В основі є зажим для фіксації колони в певному положенні. По напрямних колони переміщатися каретка на чотирьох роликах. Зверху на колоні встановлений привід вертикального переміщення каретки, який обертає вертикальний гвинт, що переміщає каретку. До каретки кріпиться перехідний кронштейн, а до нього - консольна балка. На консольній балці кріпиться напрямні для переміщення зварювального автомата 7.

Автомат складається з наступних основних вузлів: власне зварювального пальника AUT 61 GD 8, механізм подачі дроту з випрямляючий пристроєм, струмопідвідний наконечник, мундштук; підйомного механізму, що дозволяє здійснювати механізоване переміщення підвісної зварювальної головки на вертикальній штанзі; самохідного візка велосипедного типу, яка закріплена на консолі поворотною колони і служить для переміщення з робочою і маршовою швидкостями. Швидкості зварювання та подачі електродного дроту регулюються підбором змінних шестерень.

Управління вертикальним переміщенням каретки здійснюється з пульта управління, розташованого біля основи сходів. Вертикальне переміщення каретки по колоні у верхньому і нижньому положеннях

обмежується кінцевими вимикачами. Привід повороту колони ручний - важільний. Колона працює в установці з роликовим стендом 9.

Основні вузли роликового стенду: привідна роликоопора, привідна проміжна роликоопора, привідна кінцева роликоопора, холоста перекидна роликоопора, привід Р-994, фундаментна рама.

Приводні роликоопори пов'язані між собою загальним валом. Привід має два двигуни: постійного струму для обертання зі зварювальною швидкістю і змінного струму для обертання з маршової швидкістю. Перемикання приводу з робочої швидкості на маршову і навпаки виробляється електромагнітною муфтою з дистанційними кнопковим управлінням. Встановлено дисплей для відображення швидкості обертання. Холоста роликоопори перекидні, що дозволяє працювати над заготовками різних розмірів.

Управління стендом може здійснюватися з окремо встановлюваного пульта управління або з пульта управління зварювального апарату.

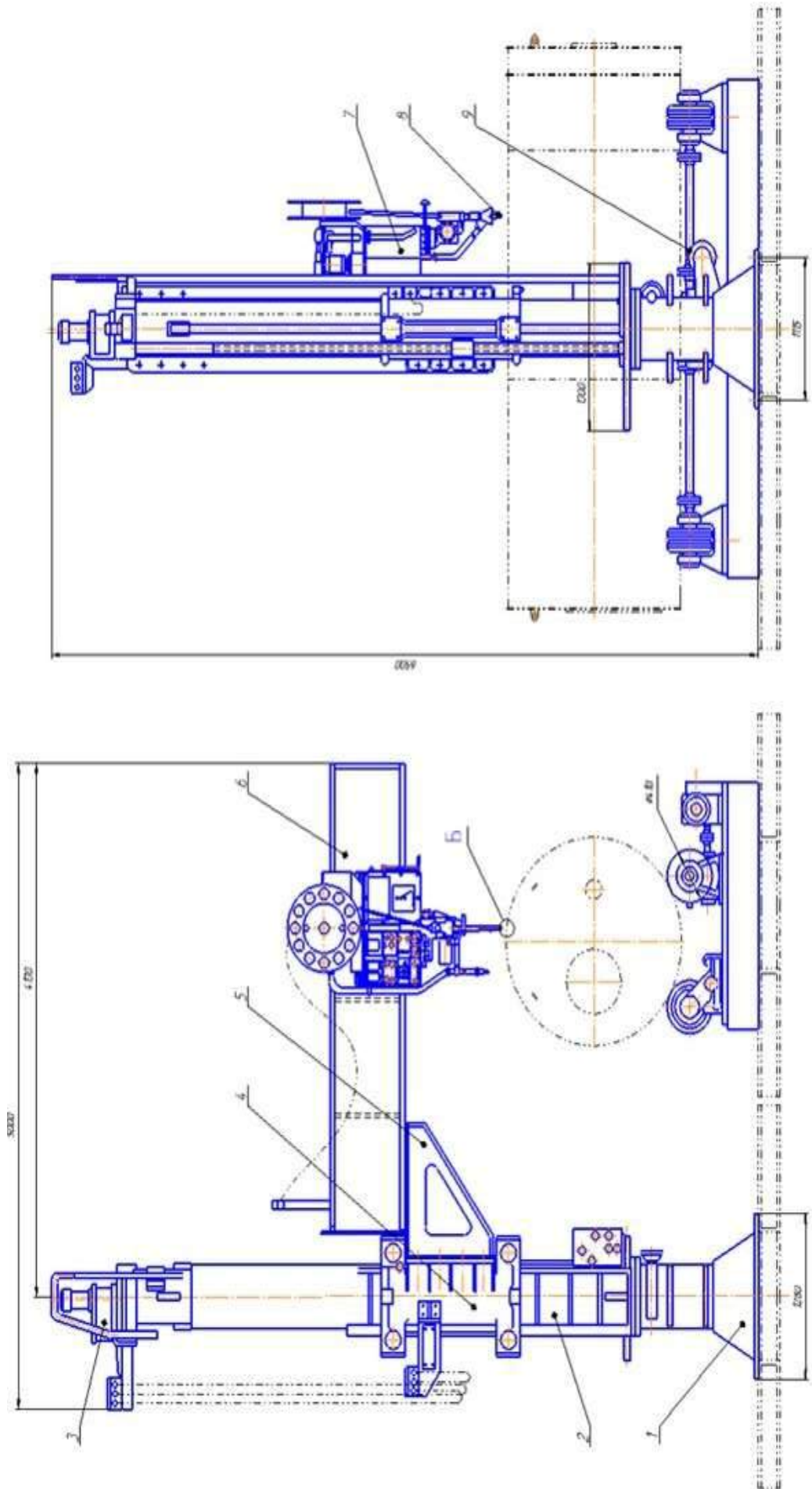


Рисунок 3.3 Загальний вигляд стану для зварювання кільцевих швів розширювального баку.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

У розділі представлені: організація виробництва продукції, планування витрат на виробництво, ефективність та результативність розробок для ділянки складання і зварювання розширювальних баків трансформатора.

4.1 Організація виробництва продукції

В даному підрозділі розраховано: технічне нормування операції, виробнича програма, кількість обладнання та площі ділянки поточної лінії та чисельність персоналу.

4.1.1 Технічне нормування операцій

Для проектування ділянки по збиранню і зварюванню для цього технологічного процесу необхідно:

- пронормувати операції технологічного процесу;
- встановити річну виробничу програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання і виробничу площу ділянки;
- розрахувати чисельність персоналу.

Норми часу на виконання технологічних операцій наведені в табл. 5.1.

Таблиця 4.1 – Технічне нормування операцій

Нормування операцій	Норма штучного часу, н/год.
1	2
1. Збирання листів обичайки	0,48
2. Зварювання листів обичайки	1,16
3. Механічна обробка листів обичайки	0,16
4. Збирання бака розширювача	0,63
5. Зварювання поздовжніх швів бака розширювача	0,74
6. Механічна обробка бака	0,16
7. Зварювання кільцевих швів бака розширювача	1,4
8. Контроль якості (випробування)	3,5
Всього	8,23

На основі розрахованих норм часу по виготовленню виробів встановлюємо річну виробничу програму виробів у штуках (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Виробнича програма виробів на рік

Найменування виробу	Норма часу на виріб, н / год.	Виробнича програма	
		шт.	н / год.
Розширювальний бак 80МВт	8,23	2000	16460

4.1.2 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою:

$$G_p = \sum_{i=1}^m \frac{t_i \cdot N_i}{F_{до}}, \quad (4.1)$$

де G_p - кількість обладнання за розрахунком, одиниць;

m - кількість видів робіт;

t_i - норма часу i -тої операції, нормо-годин;

N_i - річна виробнича програма виробів, одиниць;

$F_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, годин;

Прийняте кількість обладнання встановлюється шляхом округлення до цілої величини ($G_{пр}$). Коефіцієнт завантаження обладнання визначається за формулою:

$$K_з = \frac{G_p}{G_{пр}}, \quad (4.2)$$

де $G_{пр}$ - прийнята кількість обладнання, одиниць.

Середній коефіцієнт завантаження обладнання на ділянці повинен бути не нижче, чим 0,85.

Дійсний річний фонд часу роботи устаткування визначаються за формулою:

$$F_{до} = F_{ном}(1 - K_в), \text{ годин} \quad (4.3)$$

де $F_{ном}$ - номінальний фонд часу роботи обладнання, годин;

$K_в$ - коефіцієнт витрат часу на ремонт та обслуговування обладнання, $K_в = 0,1$;

Номінальний річний фонд часу обладнання при п'ятиденному робочому тижні та двозмінному режимі роботи - 1860 год.;

$$F_{до} = 1860 \cdot (1 - 0,1) = 1674 \text{ год.},$$

Пост для складання і зварювання полотнища включає в себе: електромагнітний стенд Р-579, напіваавтомат Патон ПСИ-L-350PD, зварювальний трактор ТС-35П зі джерелом живлення IDEALARC® DC-1000.

Пост для складання і зварювання поздовжніх швів бака включає в себе: глогольний візок ГТ-1 із встановленим автоматом А-489 та джерелом живлення IDEALARC® DC-1000, а також зварювальний напіваавтомат Патон ПСИ-L-350PD.

Пост для зварювання кільцевих швів бака включає в себе: роликовий обертач НГК-5, поворотну колону ПК-4 зі встановленим на консолі автоматом А-1416 який має зварювальний пальник AUT 61 GD Abicor Binzel для автоматичного зварювання в середовище захисних газів та джерелом живлення IDEALARC® DC-1000.

Усі розрахунки по обладнанню наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Розрахунок кількості обладнання та його потужності

Найменування обладнання	Кількість обладнання		Коефіцієнт завантаження	Потужність двигунів, кВт / год.	
	за розрахунком	прийнята		одиниці	усього обладнання
Пост для складання і зварювання полотнища	0,96	1	0,96	40	40
Пост для складання і зварювання поздовжніх швів бака	0,82	1	0,82	40	40
Пост для зварювання кільцевих швів бака	0,75	1	0,75	40	40
Пост для контролю якості	1,86	2	0,93	15	30
Всього	-	5	0,86	-	150

Виробнича площа розраховується виходячи з кількості обладнання, робочих місць і питомої площі на одиницю обладнання з додаванням 20% (проходи, проїзди та ін.). Площа ділянки $18 \cdot 24 = 432 \text{ м}^2$.

4.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки

Чисельність основних виробничих робітників ділянки на нормованих роботах розраховується за операціями згідно розрядам і професіям за формулою:

$$R_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot N_i}{F_{д.р} \cdot K_{в.н}}, \text{ осіб} \quad (4.4)$$

де R_0 – чисельність основних виробничих робітників;

m – кількість видів роботи;

t_i – норма штучного часу на i – тій операції, нормо / год.;

N_i – річна виробнича програма i – того виробу, одиниць;

$F_{д.р.}$ – дійсний річний фонд часу одного робітника, год.;

$k_{в. н.}$ – коефіцієнт виконання норм виробітку ($k_{в. н.} = 1,05$)

Дійсний фонд часу працівника визначається за формулою:

$$F_{д.р} = F_{ном}(1 - h), \text{ годин} \quad (4.5)$$

де $F_{ном}$ приймаємо для однозмінного режиму 2080 годин.

h – плановий коефіцієнт невиходу працівників на роботу (0,12-0,15)

Тоді:

$$F_{д.р} = 2080(1 - 0,15) = 1768 \text{ год}$$

Чисельність допоміжних робітників за професіями розраховується за нормами обслуговування обладнання.

Чисельність керівників і фахівців ділянки (майстер, технолог) розраховують за штатним розкладом.

Загальна чисельність персоналу ділянки наведена в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Загальна чисельність персоналу

Персонал	Чисельність персоналу, чол.	У т.ч. за розрядами						В т.ч. по змінах	
		I	II	III	IV	V	VI	I	II
1.Основні робітники:									
– складальник	2			2				1	1
– зварювальник	4				4			2	2
Усього	6			2	4			3	3
2. Допоміжні робітники									
– слюсар	2			2				1	1
– стропальник	2			2				1	1
– контролер	4			2	2			2	2
Усього	8			6	2			4	4
3. Керівники і спеціалісти:									
– майстер	1							1	
– технолог	1								1
Усього	2							1	1
Разом	16			8	6			8	8

4.2 Планування витрат на виробництво

У даному підрозділі розраховано заплановані матеріальні витрати на основні засоби, фонд оплати праці персоналу, складено калькуляція собівартості продукції.

4.2.1 Матеріальні витрати

Вартість основних і додаткових матеріалів розраховується на основі норм використання та цін. Крім того, необхідно врахувати транспортно-заготівельні витрати (5-7% від вартості матеріалів) та вартість оборотних відходів.

Матеріальні витрати — це вартість витрачених матеріалів, малоцінних та швидкозношуваних предметів (МШП) на виробництво продукції, робіт або послуг (далі позначатимемо ці поняття одним словом «продукція», але все сказане нижче буде справедливим також і для робіт, і для послуг), а також матеріалів і МШП, витрачених на адміністративні, збутові та інші потреби підприємства.

До основних матеріалів слід віднести металопрокат для заготовок, виготовлених на складально-зварювальному ділянці. Вартість основних матеріалів вказана в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 - Розрахунок вартості закупівельних комплектуючих виробів та напівфабрикатів

Найменування закупівельних комплектуючих виробів та напівфабрикатів	Кількість виробів, одиниць	Вага, кг	Вартість за т., грн.	Річна кількість, одиниць	Річна вартість з урахуванням транспортно-заготівельних витрат, тис. грн.
1. Лист стали 09Г2С 7х1770х4954	2	482	14390	2000	29131,116
2. Лист стали 09Г2С 7х580х4954	1	154	14390	2000	4653,726
3. Лист стали 09Г2С 7х200х4954	1	53	14390	2000	1601,607
4. Диск зі стали 09Г2С Ø 1608	3	175	14390	2000	15864,975
Усього	-	1696	-	-	51251,424

До додаткових матеріалів слід віднести ті матеріали, які використовуються для здійснення технологічних процесів (зварювальні дроти та гази). Вартість додаткових матеріалів вказана в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок вартості основних та допоміжних матеріалів для автоматичного зварювання плавким електродом у середовищі захисних газів

Найменування матеріалу, марка, ГОСТ, розміри	Норма витрат		Ціна за 1 т матеріалу/ за один балон*, грн.	Вартість на програму, тис. грн.	Балансова вартість на програму, тис. грн.
	На виріб, кг, л	На програму, кг, л			
1	2	3	4	5	6
1. Присадний дріт Св-08Г2С-0 Ø 3мм	10,5	21000	14913	313,173	328,832
2. Захисний газ	4,35	8700	650	141,375	148,443
Всього	—	—	—	—	477,275

* Обсяг 1 балона 40 літрів

4.2.2 Вартість основних засобів

Вартість основних виробничих фондів передбачає такі розрахунки:

- вартість будівель визначається на основі розрахованої загальної площі і вартості 1 м² будівель (300 – 500 грн. за 1 м²)

$$V_{\text{буд}} = 432 \cdot 500 = 216000 \text{ грн.}$$

- вартість споруд 5% від вартості будівель;

$$V_{\text{спр.}} = 216000 \cdot 0,05 = 10800 \text{ грн.}$$

- вартість обладнання (наведена в таблиці 4.7) з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу (10 – 15%).

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості обладнання

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн.	Кількість, одиниць	Балансова вартість з урахуванням транспортно- заготівельних витрат і монтажу, грн.
1. Зварювальний трактор ТС-35П	149000	1	163900
2. Автомат А-1416	300000	1	330000
3. Зварювальний пальник для автоматичного зварювання AUT 61 GD Abicor Binzel	9847	1	10832
2. Автомат А-489	250000	1	275000
3. Зварювальний напіваавтомат ПатоАвтомн ПСИ-L-350PD	22080	2	48576
4. Електромагнітний стенд Р-579	87000	1	95700
5. Роликовий обертач HGK-5	131725	1	144898
6. Поворотна колона ПК-4	175000	1	192500
7. Глагольний візок ГТ-1	150000	1	165000
8. Установка для обмеження надлишкового тиску	7500	2	16500
9. Зварювальне джерело IDEALARC® DC-655	167000	3	551100
Усього	-	15	1994006

Розрахунок вартості основних засобів, амортизаційних відрахувань, структури основних засобів наведено в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Вартість основних засобів

Найменування основних засобів	Балансова вартість, грн.	Структура, %	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн.
1. Виробничі будівлі	216000	9,24	8	17,280
2. Споруди	10800	0,62	8	0,864
3. Обладнання	1994006	83,94	24	478,561
4. Цінні інструменти, прилади, інвентар	79760	3,52	24	19,142
5. Транспортні засоби	59820	2,68	40	23,928
Усього	2380326	100	-	539,775

4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується працівникам підприємства, формує фонд оплати праці. Фонд заробітної плати розраховується за прийнятими формами і системами оплати праці. Оплата праці основних робітників здійснюється за відрядно-преміальною формою оплати праці; допоміжних робітників – за почасово-преміальною формою оплати праці; керівників та спеціалістів – по штатно-окладною формою оплати праці.

Плановані доплати і премії для робітників приймаємо в розмірі 50% від тарифної заробітної плати. Премії з прибутку складають для робітників – 15% до тарифної заробітної плати, для керівників і фахівців – 40%.

Розраховуємо тарифний фонд заробітної плати основних робітників за формулою:

$$З_{\text{тар}} = N \sum_{i=1}^m P_i, \text{ 62 табл,} \quad (4.6)$$

де m – кількість операцій технологічного процесу;

P_i – розцінка на i -ту операцію, табл.;

N – річна виробнича програма виробів;

Розцінка на операцію розраховується за формулою:

$$P_i = C_i \cdot t_i, \quad (4.7)$$

де C_i – годинна тарифна ставка i -того розряду;

t_i – норма штучного часу на t_i -ту операцію, нормо-год;

Розрахунок розцінок зведений в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок розцінок за операціями

Найменування операції	Норма часу, н/год.	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн.	Розцінка, грн.
1.Збирання	1,43	3	40	57,2
2. Зварювання	3,3	4	45	148,5
Усього	4,73	—	—	205,7

Тарифний фонд заробітної плати основних виробничих робітників розраховується за формулою:

$$З_{\text{осн.}}^{\text{тар.}} = (17,8 + 57,7) \cdot 2000 = 151000 \text{ грн.}$$

Основний фонд заробітної плати допоміжних робітників, які знаходяться на погодинній оплаті праці, розраховується по формулі:

$$З_{\text{доп.}} = C_i \cdot K_{\text{тар.ср.}} \cdot F_{\text{д.р.}} \cdot R_{\text{доп.}}, \quad (4.8)$$

де C_i – часова тарифна ставка 1-го розряду;

$F_{\text{д.р.}}$ – дійсний річний фонд часу робітника, год.;

$R_{\text{доп.}}$ – чисельність допоміжних робітників;

$K_{\text{тар.ср.}}$ – середній тарифний коефіцієнт.

$$З_{\text{доп.}} = 7,86 \cdot 1,385 \cdot 1768 \cdot 8 = 153972 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i R_{\text{доп}i}}{R_{\text{доп.}}} \quad (4.9)$$

m – кількість розрядів робіт допоміжних робітників;

K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду

$R_{\text{доп}i}$ – кількість допоміжних робітників i -го розряду.

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{1,33 \cdot 6 + 1,55 \cdot 2}{8} = 1,385$$

Відрахування на соціальне страхування розраховується відповідно до чинного законодавства – 22 % від фонду оплати праці.

Річний фонд заробітної плати ІТР приведений в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 - Розрахунок фондів заробітної плати ІТР

Посада	Чисельність, чол.	Місячний оклад, грн.	Річний фонд, грн.
1. Майстер	1	8000	96000
2. Технолог	1	5500	66000
Усього	2	6700	80400

Фонд оплати праці розрахований і приведений в табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Фонд оплати праці

Категорія персоналу	Чисельність персоналу, чол.	Фонд оплати праці, тис. грн.			Премії з прибутку, тис. грн.	Фонд оплати праці, тис. грн.	Відрахування на соц. страхування, тис. грн.	Середня зарплата в місяць, грн.
		Основна зарплата	Додаткова зарплата	Усього				
1.Основні виробничі робочі	6	151	75,5	226,5	33,98	260,48	99,27	3617,7
2.Допоміжні робочі	8	153,97	76,98	230,96	34,64	265,6	101,22	2766,7
3. Майстер	1	42	-	42	16,8	58,8	22,41	4900
4. Технолог	1	38,4	-	38,4	15,36	53,76	20,49	4480
Усього	16	385,37	152,48	537,86	100,78	638,6	243,39	3941,1

4.2.4 Собівартість виробу

Собівартість виробу визначається усіма витратами ділянки за такими статтями прямих і непрямих витрат.

4.2.4.1 Прямі витрати

1. Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати – 51251,42 тис. грн.
(таблиця 4.5);

2. Основні та допоміжні матеріали – 477,275 тис. грн. (таблиця 4.6);
3. Основна заробітна плата основних виробничих робітників – 151 тис. грн. (таблиця 4.11);
4. Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників, премії – 75,5 тис. грн. (таблиця 4.11);
5. Відрахування на соціальне страхування від фонду оплати праці основних виробничих робітників – 99,27 тис. грн. (таблиця 4.11);
6. Паливо та енергія на технологічні цілі:

$$E = S \cdot U \cdot I \cdot t \cdot N \quad (4.10)$$

де $S = 2,57$ грн. – вартість 1 кВт електроенергії;

$U = 30$ В – зварювальна напруга;

$I = 0,45$ кА – зварювальний струм;

$t_{\text{шт.зв}} = 3,3$ год. – час зварювання;

$t_{\text{шт.прих.}} = 1,11$ год. – час збирання.

$$E = 2,57 \cdot 30 \cdot 0,45 \cdot (3,3 + 1,11) \cdot 2000 = 306009.9 \text{ грн.}$$

4.2.4.2 Непрямі витрати

Стаття «Утримання та експлуатація машин і обладнання» комплексна і охоплює такі витрати:

- 1) Утримання обладнання і робочих місць.
- 2) Заробітна плата додаткових робочих і відрахування на соціальні заходи.
- 3) Поточний ремонт обладнання і дорогих інструментів – 5% від їх вартості.

- 4) Амортизація виробничого обладнання та дорогих інструментів.
- 5) Відтворення малоцінних і швидкозношуваних предметів – 50% від їх вартості (вартість – 2% вартості обладнання).
- 6) Інші витрати становлять 5% від суми витрат попередніх статей.

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників і становить 400%.

Розраховується відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання за формулою:

$$ВУ_i = Pi \cdot 4 = 205.7 \cdot 4 = 822,8 \text{ грн.}$$

Стаття «Загальновиробничі витрати» – це витрати на управління в межах цеху становить 500% від заробітної плати основних робітників. Стаття комплексна і охоплює такі витрати:

- 1) Утримання цехового персоналу – річний фонд заробітної плати спеціалістів і керівників і відрахування на соціальні заходи.
- 2) Утримання приміщень та інвентарю:
 - вартість освітлювальної електричної енергії розраховується за формулою.

$$В_{зв} = Ri \cdot 5 = 1028,5 \text{ грн}$$

- 3) Поточний ремонт приміщень та інвентарю розраховується в розмірі 2% їх балансової вартості.
- 4) Амортизаційні відрахувань будівель і споруд.
- 5) Витрати на проведення випробувань, досліджень, раціоналізації та винахідництво приймають збільшено 100 грн. на рік на одного працівника.
- 6) Витрати на охорону праці плануються на рік 175 грн. на одного працівника.
- 7) Інші витрати складають 3% від суми витрат по попереднім статтям.

Загальновиробничі витрати розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників.

Таблиця 4.14 – Калькуляція собівартості зварювальних робіт

Метод виготовлення	Стаття витрат	Витрати	
		всього витрат, грн.	на одиницю, грн.
1	2	3	4
Автоматичне зварювання плавким електродом у середовищі захисних газів	1. Основні та допоміжні матеріали	477200	238,6
	2. Основна заробітна плата основних робітників	411400	205,7
	3. Додаткова заробітна плата основних робітників	164560	82,28
	4. Відрахування на соціальні заходи	575960	287,98
	5. Паливо і енергія на технологічні цілі	166698	83,4
	6. Утримання та експлуатація машин і обладнання	1645600	822,8
	7. Загальновиробничі витрати	2165000	1028,5
	8. Виробнича собівартість	54395330	27197,6
	9. Адміністративні витрати	302000	151
	10. Витрати на збут	1087906	543,9
	11. Повна собівартість	55785236	27893

4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

В даному розділі необхідно розрахувати річний економічний ефект, який можливо отримати при виробництві виробів на спеціалізованій дільниці по запропонованому технологічному процесу в порівнянні з виробництвом цих же виробів на діючому підприємстві. Крім цього необхідно оцінити ефективність і результативність діяльності виробничої дільниці або потокової лінії; розрахувати беззбитковість виробництва, побудувати графік беззбитковості.

4.3.1 Розрахунок економічного ефекту

Порівняльна економічна ефективність полягає у визначенні найбільш економічного варіанта рішення господарської задачі. Показниками порівняльної економічної ефективності є: сума зведених витрат, сума ефекту за розрахунковий рік.

Показник зведених витрат:

$$Z = C_i + E_n \cdot K_i,$$

де C_i – поточні витрати (повна собівартість) за i -тим проектом (варіантом), грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень; ($E_n = 0,15$);

K_i – капітальні вкладення за i -тим проектом (варіантом), грн.

Економічний ефект за розрахунковий рік:

$$E = (Z_1 - Z_2) \cdot Q_i,$$

Для базового варіанту:

$$Z_1 = 28071,5 + 0,15 \cdot 2380326 / 2000 = 28250 \text{ грн.}$$

Для проекту:

$$Z_2 = 27893 + 0,15 \cdot 2380326 / 2000 = 28071,5 \text{ грн.}$$

$$E = (28250 - 28072) \cdot 2000 = 356080 \text{ грн.}$$

4.3.2 Ефективність та результативність

Таблиця 4.15 – Показники ефективності і результативності

Найменування показника	Значення показника
1. Річний випуск виробів	
- в натуральному вимірі, одиниць	2000
- по трудомісткості, нормо-год.	16460
- в грошовому вимірі, грн.	55785236
2. Виробнича площа ділянки, м ²	432
3. Вартість основних засобів, грн.	2380326
4. Спискова чисельність персоналу усього, осіб	16
- основні робітники	6
- допоміжні робітники	8
- керівники і спеціалісти	2
5. Фонд оплати праці, грн.	638600

Продовження таблиці 4.15

6. Середня заробітна плата працюючих за місяць, грн.	8941,1
7. Продуктивність праці одного працівника, грн./чол.	3486577
8. Фондовіддача грн./грн.	23,4
9. Коефіцієнт завантаження обладнання	0,86
10. Фондомісткість грн./грн.	0,04
11. Собівартість одиниці продукції, грн.	27893
12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн.	356080

4.4 Висновки по розділу техніко–економічні розрахунки

Запропонований варіант виготовлення розширювального бака трансформатора методом автоматичного зварювання є економічно вигідним оскільки повна собівартість виробу в цьому випадку на 0,6 % менша, ніж при виготовленні методом напівавтоматичного зварювання.

При масовому виготовленні (2000 одиниць на рік) економічний ефект складатиме 356080 грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі розглядаються заходи з охорони праці при розробці технології автоматичного зварювання розширювального баку трансформатора в захисних газах.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) незадовільна професійна підготовка фахівців, що може призвести до порушень технологічного процесу та як наслідок до випадків травматизму;

б) незадовільна організація робочого місця – тимчасового для зварювання крупногабаритного виробу;

в) травми різного роду механічного характеру при підготовці важких виробів в процесі зварювання, чи не використанням засобів індивідуального захисту ;

г) можливість враження електричним струмом через порушення правил з електробезпеки, відсутність захисного заземлення, наявність відкритих скруток, що може призвести до електричних травм або летальних наслідків;

д) раптове руйнування судин для зберігання CO₂ під тиском - внаслідок використання балонів з терміном придатності, який скінчився, порушення правил зберігання та транспортування балонів, порушення правил експлуатації;

е) втрата герметичності трубопроводів – використання невідповідних шлангів, невірне їх з'єднання, механічне ушкодження трубопроводу, що може призвести до пожеж або отруєння;

є) отруєння шкідливими газами, що виділяються при зварюванні і при забрудненні приміщень пилом і випарами різних речовин;

ж) незадовільні параметри повітряного середовища на ділянках, причинами яких є незадовільні системи опалення та повітря обміну, що може призвести до загальних захворювань;

з) отруєння випаровуванням зварювальних газів, що може призвести до захворювань дихальної системи;

и) можливість загоряння, внаслідок порушення правил з пожежної безпеки, витоків горючих газів або короткого замикання;

і) небезпеки, що пов'язані з умовами праці у надзвичайних ситуаціях.

5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) Для виключення негативних наслідків, які пов'язані з незадовільною професійною підготовкою фахівців, в проекті передбачені наступні заходи. Допуск до роботи людей не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання за фахом, окреме навчання з електробезпеки, атестацію на відповідну групу електробезпеки та отримали посвідчення встановленого зразку, відповідно НПАОП 0.00.4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці ».

б) Для належної організації робочого місця передбачаються:

- Організаційні заходи: перевірка робочих місць на відповідність ергономічним показникам згідно ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартів безпеки праці. Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Загальні ергономічні вимоги»;

- Стаціонарне зварювальне обладнання, що знаходиться в цеху повинно бути належно огорожено(сітка, бар'єр).

- Для видалення шкідливих газів, в кабіні встановлюють місцеву механічну витяжку.

- Робоче місце зварювальника поза кабіною повинно бути захищено від вітру, сонячних опадів, метео опадів. Для цього використовують переносні ширми. Для забезпечення необхідної освітленості використовують переносні лампи (12В).

в) Для виключення механічних травм при збиранні конструкції, необхідно використовувати спецодяг: брезентові захисні костюми (брюки, куртка) по ГОСТ 27575-87 «Костюми чоловічі для захисту від загальних виробничих забруднень і механічних впливів», брезентові рукавиці по ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ «Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови», спеціальне взуття (шкіряні черевики або напівчоботи, з металевим носком) з глухим коміром по ГОСТ 28507-90 «Взуття спеціальне шкіряне для захисту від механічних впливів».

г) Для виключення можливості враження електричним струмом, передбачені організацією проведення навчання з електробезпеки, атестації на відповідну групу електробезпеки та отриманням посвідчення встановленого зразку, відповідно НПАОП 0.00.4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці »:

- Технічні заходи: використання захисного заземлення відповідно до ПУЕ-2011 «Правила влаштування електроустановок». Пристрій захисного відключення електроустановок при аварійній ситуації відповідно ГОСТ 12.4.155-85 "ССБТ. Пристрій захисного відключення. Класифікація. Загальні технічні вимоги».

В тому числі захист від ураження електричним струмом забезпечується використанням індивідуальних засобів захисту: сухі брезентові рукавиці, роба, взуття, індивідуальний гумовий килимок по ГОСТ 4997-75 «Килими діелектричні гумові. Технічні умови», наявність запобіжних пристроїв для переривання ланцюга при неправильних діях персоналу по ГОСТ 17242-86 «Запобіжники плавкі силові низьковольтні. Загальні технічні умови».

д) Для попередження раптового руйнування судин для зберігання CO₂ під тиском передбачені:

- Організаційні заходи:

1) використання балонів згідно ГОСТ 949-73 «Балони сталеві малого і середнього об'єму для газів на P_r не більше 19,6 МПа (200 кг/см²). Технічні умови» місткістю до 50 дм³, робочим тиском 200×102 кПа (200 кг/см²) при температурі навколишнього повітря робочої зони не вище плюс 60 °С і коефіцієнті заповнення 0,72 кг/дм³;

2) атестація балонів, НПАОП 0.00-1.07-94 «Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском»;

3) перед отриманням балонів зі складу необхідно перевірити на відсутність вм'ятин і пошкоджень, наявності клейм про термін придатності балона, справність вентиля та наявність газу в балоні.

- Технічні заходи:

1) при різанні можна застосовувати тільки редуктори згідно ГОСТ Р 54791-2011 «Обладнання для газового зварювання й різання та споріднених процесів. Редуктори й витратоміри для газопроводів і газових балонів з тиском газу до 300 бар (30 МПа)» зі справними манометрами;

2) всі з'єднання редуктора повинні бути герметичні;

3) під час транспортування балонів з газом необхідно використовувати захисні ковпаки для запобігання від випадкових пошкоджень і забруднень. Переносити або пересувати їх слід на спеціальних візках, щоб уникнути їх падіння або ударів;

4) у процесі зберігання та експлуатації забороняється піддавати балони з газами нагріванню, так як це призводить до підвищення тиску в них і може призвести до вибуху.

е) Для виключення втрат герметичності необхідно використовувати спеціальні армовані шланги за призначенням та з'єднуювачі типу йорш з кріпленням фабричних хамутамів.

є) для релаксації наслідків напруженості та інтенсивності трудового процесу передбачена оптимальна організація режимів праці та відпочинку згідно КЗпП стаття №66 «Перерва для відпочинку і харчування»

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

а) Для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища на зварювальній ділянці передбачено влаштування загально обмінної механічної вентиляції згідно ГОСТ 12.4.021-75 «Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги», а також пристрої системи водяного або парового опалення відповідно до БНіП 2.04.05-91 «Будівельні норми. Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря», враховувалися вимоги згідно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» і СН 245-71 «Санітарні норми проектування промислових підприємств», що забезпечує оптимальні параметри, які вказані в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Метеорологічні умови в приміщені ділянки

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний, и перехідний	Середньої тяжкості	16-19	40-60	0,1-0,3
Теплий	Середньої тяжкості	18-26	40-60	0,1-0,4

б) Для виключення можливості отруєння випаровуванням зварювальних газів передбачається устрої загально обмінної механічної витяжної вентиляції на постійному робочому місці, згідно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

Розрахунок повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин (газів), що надходять у робочу зону, з метою розбавлення їх до гранично допустимих концентрацій визначається за формулою:

$$L_v = \frac{G_{вр}}{q_{пдк} - q_{п}} = 200 / (5 - 1,5) = 57 \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.1)$$

де L_v – кількість приточного або видаляемого повітря в залежності від схеми механічної вентиляції, $\text{м}^3/\text{с}$;

$G_{вр}$ – кількість шкідливих речовин, що виділяються у виробничих приміщеннях, $G_{вр} = 200 \text{ мг/с NO}_2$;

$q_{пдк}$ – гранично допустима концентрація шкідливих речовин в приміщенні, $q_{пдк} = 5 \text{ мг/м}^3 \text{ NO}_2$. Визначається за ГОСТ 12.1005–88 ССБП «Загальні санітарно - гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

$q_{п}$ – концентрація шкідливих речовин в зовнішньому повітрі, що подається в приміщення і дорівнює $q_{п} = 0,3 \cdot q_{пдк} = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ мг/м}^3$.

5.4 Заходи з пожежної безпеки

Для виключення можливості загорянь, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, необхідно проводити інструктаж і перевірку знань правил пожежної безпеки, відповідно до НПАОП 28.52-1.15-60 «Правила по техніці безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах», НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України» та НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Дільниця збирання та зварювання баку трансформатора, згідно НАПББ 03.002 – 2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»

відноситься до категорії «Г», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначається як «В, С».

5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Навчання населення діям в умовах надзвичайних ситуацій здійснюється:

- працююче населення – за місцем роботи;
- діти дошкільного віку – за місцем виховання;
- учні та студенти - за місцем навчання;
- непрацююче населення – за місцем проживання.

Організація навчання діям в умовах надзвичайних ситуацій покладається:

- працюючого та непрацюючого населення - на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту, розробляють і затверджують організаційно-методичні вказівки, і програми з підготовки населення к діям в умовах надзвичайного стану;

- місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування;
- дітей дошкільного віку, учнів та студентів – на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері освіти та науки, який розробляє і затверджує навчальні програми з вивчення заходів безпеки, способам захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних надзвичайними ситуаціями, надання першої допомоги, за погодженням з центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування і реалізацію державної політики в сфері цивільного захисту.

Стандартами професійно-технічної та вищої освіти передбачено отримання знань у сфері цивільного захисту. Порядок навчання населення

діям в умовах надзвичайних ситуацій встановлюється Кабінетом Міністрів України. Громадські організації та позашкільні навчальні заклади проводять навчання діям в умовах надзвичайних ситуацій згідно своїх програм.

Навчання працюючого населення діям в умовах надзвичайних ситуацій є обов'язковим і проводиться в робочий час, за рахунок коштів роботодавця за програмами підготовки населення до дій в умовах надзвичайних ситуацій, а також на спеціальних об'єктових навчаннях і тренуваннях з питань цивільного захисту. Порядок організації та проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту визначається Державною службою України з надзвичайних ситуацій. Для отримання працівниками відомостей про порядок дій в умовах надзвичайних ситуацій, з урахуванням особливостей виробничої діяльності об'єкта, обладнується інформаційно-довідковий куточок з питань цивільного захисту.

При прийнятті на роботу, а також щорічно, працівники проходять інструктаж з питань цивільного захисту, пожежної безпеки та діям в умовах надзвичайних ситуацій. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи, з метою допуску до виконання своїх обов'язків, а також періодично (один раз на три роки), проходять навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки. Забороняється допускати до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань цивільного захисту, зокрема, з пожежної безпеки.

Непрацююче населення самостійно вивчає пам'ятки та інший інформаційно-довідковий матеріал з питань цивільного захисту, правила пожежної безпеки в побуті та громадських місцях, а також отримує, через засоби масової інформації, від органів державної влади або органів місцевого самоврядування необхідні відомості про надзвичайні ситуації, у зоні яких можуть виявитися непрацюючі громадяни, а також про способи захисту від впливу небезпечних чинників.

Таким чином найбільш важливими заходами з охорони праці є:

Для виключення можливості ураження електричним струмом передбачені допуск до роботи людей не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання за фахом, окреме навчання з електробезпеки, атестацію на відповідну групу електробезпеки, відповідно НПАОП 0.00.-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці». Використання захисного заземлення відповідно до ПУЕ-2011 «Правила улаштування електроустановок». Пристрій захисного відключення електроустановок при аварійній ситуації відповідно ГОСТ 12.4.155-85 «ССБП. Пристрій захисного відключення. Класифікація. Загальні технічні вимоги».

Для виключення раптового руйнування судин для зберігання робочих газів під тиском передбачено використовувати балони згідно ГОСТ 949-73 «Балони сталеві малого і середнього об'єму для газів на P_r не більше 19,6 МПа (200 кг/см²). Технічні умови».

Для виключення механічного травмування передбачено використання спецодягу: брезентові захисні костюми (брюки, куртка) по ГОСТ 27575-87 «Костюми чоловічі для захисту від загальних виробничих забруднень і механічних впливів», брезентові рукавиці по ГОСТ 12.4.010-75 «ССБП. Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови».

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розроблялася технологія збирання та зварювання розширювального баку трансформатора потужністю 80 МВт.

Корпус баку трансформатора виготовлений зі сталі 09Г2С. Зварюваність матеріалу добра і не потребує термообробки.

Базовою технологією зварювання корпуса баку є напівавтоматичне зварювання у середовищі $\text{Ar} + \text{CO}_2$. Цьому способу властиві наступні недоліки:

- виконання зварювання потребує високу кваліфікацію зварювальників;
- необхідність у великій кількості численності персоналу для зварювальних робіт;

Для усунення недоліків базової технології, підвищенню якості зварних з'єднань застосовується автоматичне зварювання в середовищі захисних газів.

На підставі розробленої технології складена маршрутна карта та спроектована зварювальна ділянка.

Техніко-економічні розрахунки показали, що використання автоматизованого зварювання в середовищі захисних газів дозволить отримати економічний ефект у розмірі 356080 грн.

У проекті передбачені заходи з охорони праці для забезпечення безпеки робітників при проектуванні зварювальної ділянки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Сварка в машиностроение : в 4-х т. Т. 1. / под ред. Н.А. Ольшанский.
– М.: Машиностроение, 1978 – 504 с.
2. Сапожников А. В. Конструирование трансформаторов: Учебник для студентов вузов. / А. В. Сапожников. – М.: «Гостэнергоиздат», 1959 – 361с.
3. Сорокин В. Г., Марочник стали и сплавов. — М.: Машиностроение 1989. - 640 с.
4. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов. / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. — М.: «Машиностроение», 1977. — 432с.
5. «Типовой технологический процесс изготовления расширителей ёмкостей для трансформаторов IV-VI габаритов». Технологическая инструкция / ПАО «ЗТР». Запорожье-2007.
6. Волченко В.Н., Контроль качества сварных соединений. — М.В Машиностроение. 1975. - 323 с.
7. Биковський О. Г., Пінковський І. В., Довідник зварника. — К.: Техніка, 2002. — 336 с.
8. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки / В.С. Виноградов. — М.: Высшая школа, 1997. — 391 с.
9. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций / Г.А. Николаев, С.В. Куркин, В.А. Винокуров. — М.: Высшая школа, 1983. — 344 с.
10. А.Д. Гитлевич Альбом механического оборудования сварочного производства / Гитлевич А.Д. — М.: Высшая школа, 1974. — 142с.

11. Зотов, В.Ф. Производство проката [Текст] / В.Ф. Зотов. – М. : Интермет инжиниринг, 2000. – 352 с.
12. Целиков, А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов [Текст] / А.И. Целиков, П.И. Полухин, В.М. Гребенник. – Т. 1. – М. : Металлургия, 1987. – 426 с.
13. Геллер, Ю. А. Инструментальные стали [Текст] / Ю.А. Геллер. – М. : Металлургия, 1968. – 568 с.
14. Меськин, В. С. Основы легирования стали [Текст] / В.С. Меськин. - 2 изд., доп. - М. : Металлургия, 1964. – 684 с.
15. Бэйн, Э. Влияние легирующих элементов на свойства стали [Текст] / Э. Бейн : Пер. с англ. - М. : Металлургиздат, 1945. – 330 с.
16. Лахтін, Ю. М. Матеріалознавство : підручник для вищих технічних навчальних закладів [Текст] / Ю.М. Лахтін, В. П. Леонтьєва. – 3-є изд., перероб. і доп. – М. : Машинобудування, 1990. – 528 с.
17. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.И. Красовский. – М. : Машиностроение, 1980. – 319 с.
18. Методичні вказівки до економічного обґрунтування дипломного проекту для студентів спеціальності 8.092301 «Технологія та устаткування зварювання», 8.092303 «Технологія та устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій» [Текст] / Укл. : Е.О. Леженко – Запоріжжя : ЗНТУ, 2005. – 24 с.
19. Биковський, О. Г. Методичний посібник «Технічне нормування складально-зварювальних робіт» з дисципліни «Організація, планування та управління виробництвом» для студентів напряму підготовки 7.050504.01.03 «Технологія та устаткування зварювання» всіх форм навчання [Текст]/ Укл.: О. Г. Биковський, В. В. Круглікова – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 51 с.
20. Брауде, М.З. Охорона праці при зварюванні в машинобудуванні [Текст] / М.З. Брауде, Є.І. Воронцова. - М. : Машинобудування, 1978. - 144 с.
21. Белов, С. В. Безпека виробничих процесів [Текст] / С.В. Белов, В. Н. Бринза. – М. : Машинобудування, 1985. – 448 с.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			ГКІЮ 063515.002 ЗВ	Загальний вид		
				<u>Стандартні вироби</u>		
		1		Рама	1	
		2		Опорні ролики	80	
		3		Флюсоподушки	9	
		4		Пластина	2	482 кг
				Лист Б-ПН-0-7 ГОСТ19903-74		
				/345-09Г2С-6 ГОСТ19281-89		
				B=1770±1; L=4954±1		
		5		Лист	1	154 кг
				B=580±1; L=4954±1		
		6		Зварювальний трактор	1	
		7		Направляюча	1	
		8		Флюсова подушка	1	
		9		Шланг	1	

ГКІЮ 167418.002 ЗВ.							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Ткаченко А.М.		25.11.18			
Пров.		Шумікін С.О.		25.11.18			
Н.контр.		Нетребо В.В.		25.11.18			
Утв.		Обчинников О.В.		25.11.18			
Стенд для складання і зварювання полотнища					Лит.	Лист	Листов
					Д/П/С		1
					ЗНТУ, каф. ОТЗВ		
					Група ІФ-313м		

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Ткаченко А.М.	
Перевір.	Шумікін С.О.	
Н. контр.	Нетребко В.В.	
Листів 5		Лист 1

ГКІЮ 0167418.000 ІІЗ		
ДП		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на розробку технологічного процесу збирання та
зварювання бака-розширювача VI габариту

ЗАТВЕРДЖЕНО

м.о.п. Овчинников

Нормоконтроль В.В. Нетребко

Дата

Впроваджений у виробництво

Акт № _____ Дата _____

Зав. кафедрою ОТЗВ

Дата 20.12.2018

комплект документів

відповідає

О.В. Овчинников

О.В. Овчинников

ТД

Дубл.															
Замість															
Подл.															
											Листів 5	Лист 2			
Розроб.			Ткаченко А.М.								ГКІЮ 0167418.000 ПЗ				
Перев.			Шумікін С.О.												
Н. контр.			Нетребко В.В.												
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.		Код. найменування операції					позначення документа				
Б	Код. найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КОІД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі ск. одиниці або матеріалу					Позначення, код									Н. розх.
А 01	10					Збиральна									
Б 02	Електромагнітна плита для збирання, зварювальний напівавтомат А-765					0,48									
О 03	З'єднання листів обичайки, виконання прихваток					Складальник III									
Р 04	Ізв = 360 А, U = 32-34 В, V _{зв} = 27-30 м/год, витрата газу 18-20 л/хв., рід струму, полярність - постійний, зворотна														
М 05	Дріт Св08Г2С-О, d _п = 1,6 мм, захисний газ суміш 75 % Ar + 20 % CO ₂ + 5 % O ₂														
А 06	20					Зварювальна									
Б 07	Трактор ТС-35П для автоматичного зварювання листів обичайки					1,16									
О 08	Зварювання листів обичайки					Зварник IV									
Р 09	Ізв = 360 А, U = 32-34 В, V _{зв} = 27-30 м/год, витрата газу 18-20 л/хв., рід струму, полярність - постійний, зворотна														

Дубл.														
Замість														
Подл.														
											Листів 5	Лист 3		
Розроб.			Ткаченко А.М.								ГКІЮ 0167418.000 ПЗ			
Перев.			Шумікін С.О.											
Н. контр.			Нетребко В.В.											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. найменування операції					позначення документа				
Б	Код. найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КОІД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі ск. одиниці або матеріалу				Позначення, код									Н. розх.
М 10	Дріт Св08Г2С-О. діл = 1,6 мм, захисний газ суміш 75 % Ar + 20 % CO ₂ + 5 % O ₂ , флюс АН-348А													
А 11	30				Механічна обробка									
Б 12	Пневмошліфувальна машина													0.16
О 13	Зачистка зварних швів від зварювальних бризок та шлаку				Слюсар III									
А 14	40				Транспортна									
Б 15	Кран-балка													0.1
О 16	Строповка полотнища для вальцювання				Стропальник III									
А 17	50				Зварювальна									
Б 18	Глагольний візок ГТ-I з автоматом А-489 для зварювання поздовжніх швів бака													0.74
О 19	Зварювання поздовжніх швів бака розширювача				Зварник IV									
Р 20	Ізв = 360 А, U = 32-34 В, V _{зв} = 27-30 м/год, витрата газу 18-20 л/хв., рід струму, полярність – постійний, зворотна													

Дубл.															
Замість															
Подл.															
											Листів 5		Лист 4		
Розроб.			Ткаченко А.М.								ГКІЮ 0167418.000 ПЗ				
Перев.			Шумікін С.О.												
Н. контр.			Нетребко В.В.												
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.		Код. найменування операції					позначення документа				
Б	Код. найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КОД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі ск. одиниці або матеріалу					Позначення. код									Н. розх.
М 21	Дріт Св08Г2С-О, dп = 1,6 мм, захисний газ суміш 75 % Ar + 20 % CO ₂ + 5 % O ₂														
А 22	60					Транспортна									
Б 23	Кран-балка 0,1														
О 24	Провести правку (калібрування) по діаметру Стропальник III														
А 25	70					Збиральна									
Б 26	Монтажна плита для збирання, зварювальний напівавтомат А-765 0,63														
О 27	З'єднання ден до обичайки, виконання прихваток Складальник III 0,8														
Р 28	Ізв = 360 А, U = 32-34 В, Vзв = 27-30 м/год, витрата газу 18-20 л/хв., рід струму, полярність - постійний, зворотна														
М 29	Дріт Св08Г2С-О, dп = 1,6 мм, захисний газ суміш 75 % Ar + 20 % CO ₂ + 5 % O ₂														
А 30	80					Зварювання									
Б 31	Поворотна колона ПК-4 з автоматом А-1416 та роликовим обертачем НГК-5 1,4														

Дубл.														
Замість														
Подл.														
											Листів 5	Лист 5		
Розраб.			Ткаченко А.М.								ГКІО 0167418.000 ПЗ			
Перев.			Шумікін С.О.											
Н. контр.			Нетребко В.В.											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. найменування операції					позначення документа				
Б	Код. найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КОІД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі ск. одиниці або матеріалу				Позначення, код									Н. розх.
О 32	Зварювання кільцевих швів бака розширювача				Зварник IV									1,4
Р 33	Ізв = 270 А, U = 27-29 В, V _{зв} = 20-22 м/год, витрата газу 14-16 л/хв., рід струму, полярність - постійний, зворотна													
М 34	Дріт Св08Г2С-О, d _п = 1,6 мм, захисний газ суміш 75 % Ar + 20 % CO ₂ + 5 % O ₂													
А 35					90	Механічна обробка								
Б 37	Пневмошліфувальна машина													0,16
О 38	Зачистка зварних швів від зварювальних бризок				Слюсар III									
А 39					100	Контрольна								
Б 40	Установка для обмеження надлишкового тиску													3,5
О 41	Провести випробування на герметичність				Контролер IV									