

Національний університет "Запорізька політехніка"
 (повна назва університету)
 Фізико-технічний факультет
 (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 технології збирання та зварювання
дана трансформатора потужністю 1000 кВ
із проектуванням ділянки

Виконав: студент VI курсу, групи ТФ-318м
 Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Освітньої програми «Технології та
 устаткування зварювання»

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Кимшенко О. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Нехричко В. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Кимшов О. В.

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя - 2019 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Фізико-технічний, Інженерно-фізичний
 Кафедра ОТЗВ
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Магістр
 Спеціальність 131. Електроенергетика та електричні машини
 (код і назва)
 Напрямок підготовки «Технологія та устаткування зварювання»
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Величко О.В.
 д.т.н., проф.
 «17» 12 2019 року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Клименко Дмитро Сергійович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка технології збирання та зварювання даних трансформатора потужністю 16000 кВ із проектуванням ділянки керівник проекту (роботи) Нефедко Валерій Володимирович д.т.н. проф.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «29» листопада 2019 року № 425

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. Бак трансформатора потужністю 16000 кВ, окрім елементів якого встановлені 2 ділянки: ОВРЭС, СХЗ, ОВХІВНІОТ.
2. Фізичні величини виходу - 200 мВ

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз вихідних даних. 2. Розробка технологічного процесу з проектно-конструкторськими розробками. 3. Техніко-технологічні розрахунки. 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1. Бак трансформатора потужністю 16000 кВ. 2. Складально-зварювальна миста, 3 - зварювальні перти, 4. Устаткування ділянки збирання даних трансформаторів потужністю 16000 кВ. 5. Пристосування для збирання крошечок в
6. Перспективні розрахунки на ширині даних трансформатора потужністю 16000 кВ
7. Техніко-технологічні розрахунки ділянки. 8. Методичні вказівки ОВРЭС
9. Методичні вказівки СХЗ. 10. Методичні вказівки ОВХІВНІОТ.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 79с., 36 табл., 11 рис., 2 дод., 12 джерел.

БАК ТРАНСФОРМАТОРА, ГЕРМЕТИЧНІСТЬ, ЗВАРЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

Тема дипломного проекту – технологія збирання та зварювання бака трансформатора потужністю 16000 кВ із проектуванням ділянки.

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

Аналіз діючого виробництва трансформатору потужністю 16000 кВт дозволив виявити можливості підвищення якості та ефективності виробництва. Розроблена оптимальна технологія зварювання, що передбачає більшу ступінь механізації та автоматизації виробництва.

Спроектовано спеціальне технологічне обладнання для зварювання. Заповнена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектована ділянка з виготовлення баку трансформатора потужністю 16000 кВт, що передбачає використання розробленої технології. Проведено техніко – економічне обґрунтування дипломного проекту. Розроблено загальні заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

ABSTRACT

Explanatory note: 79 pages, 36 tables, 11 figs., 2 appendices, 12 references.

TANK OF TRANSFORMER, HERMETIC, WELDING, TECHNOLOGY, AUTOMATION, DESIGN OF SHARES

The subject of the diploma project is the technology of assembling and welding a 16000 kW transformer tank with the design of the site.

Method of research: analysis of literary and experimental data, their application and modification of already developed factory welding technologies.

The analysis of the current production of the 16000 kW transformer revealed the possibility of improving the quality and efficiency of production. The optimum welding technology is developed, which provides a greater degree of mechanization and automation of production.

Special technological equipment for welding is designed. The process route map is filled. The site is designed for the production of a transformer tank with a capacity of 16000 kW, which involves the use of developed technology. The feasibility study of the diploma project was carried out. General safety and environmental measures have been developed.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Аналіз вихідних даних.....	10
1.1 Характеристика бака трансформатора потужністю 16000 кВт.....	10
1.2 Розрахунок міцності баку для випробування на герметичність за допомогою програмного забезпечення ANSYS.....	11
1.3 Технічні умови на виготовлення баку трансформатора потужністю 16000 кВт.....	13
1.4 Вимоги до основних та допоміжних матеріалів.....	15
2 Розробка технологічного процесу збирання та зварювання бака трансформатора потужністю 16000 кВт.....	20
2.1 Аналіз діючого виробництва.....	20
2.2 Альтернативний варіант технологічного процесу.....	23
2.3 Вибір обладнання та оснащення для збирання та зварювання бака трансформатора потужністю 16000 кВт.....	25
2.3.1 Вибір технологічного обладнання.....	25
2.3.2 Вибір оснащення.....	32
3 Проектно конструкторські розробки.....	35
3.1 Проектування порталу із двома зварювальними головками.....	35
3.2 Вибір мостового крану.....	38
4 Техніко-економічні розрахунки.....	40
4.1. Технічне нормування операцій.....	40
4.1.2 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки.....	43
4.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки.....	45
4.2 Планування витрат на виробництво.....	46
4.2.1 Вартість основних засобів.....	46
4.2.2 Розрахунок фонду оплати праці.....	49
4.2.3 Собівартість виробу.....	53

4.2.3.1 Прямі витрати.....	53
4.2.3.2 Непрямі витрати.....	54
4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок.....	58
4.3.1 Розрахунок економічного ефекту.....	58
5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	61
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	61
5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	62
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	65
5.4 Заходи з пожежної безпеки.....	67
5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	68
Висновки.....	71
Перелік джерел посилання.....	72
Додаток А Специфікації.....	74
Додаток Б Комплект документів.....	76

ВСТУП

Сучасне трансформаторобудування – важлива галузь електротехнічної промисловості. Воно відіграє велику роль у розвитку енергетики. Для передачі і розподілу електроенергії служать силові трансформатори. За допомогою яких здійснюється підвищення напруги до 110...500 кВ, необхідного для далеких передач, ступінчастого пониження до напруги приймачів електроенергії, а також зв'язка мереж. У сучасних енергетичних системах загальна потужність встановлених трансформаторів приблизно дорівнює шестикратній потужності генераторів електричних станцій. На частині силових трансформаторів здійснюється регулювання напруги (зміна коефіцієнта трансформації) під навантаженням (РПН), у тому числі автоматичне регулювання [1].

Експлуатаційна надійність конструкції трансформаторів має важливе значення для безперебійного енергопостачання; відповідно вона визначається рівномірністю зварних з'єднань з основним матеріалом бака.

Є декілька звичайних способів зварювання, що можуть застосовуватися у виробництві трансформаторів, але основним способом зварювання баку трансформатору є напівавтоматичне зварювання у середовищі захисних газів. Даний вид зварювання у порівнянні із ручним дуговим зварюванням та напівавтоматичним зварюванням під шаром флюсу є найбільш продуктивним по доцільності витрат на матеріали та часу виготовлення основних операцій перед та після зварювання.

Одним з напрямків підвищення техніко-економічних показників, та якості зварних з'єднань є автоматизація виробництва, що передбачає виключення або зведення до мінімуму кількості не доцільних дефектів зварних швів та з'єднань, знижує витрати робочого часу, електричних та матеріальних ресурсів пов'язаних з виправленням браку, дефектів та додатковою перевіркою якості.

Зазвичай продуктивність праці та економія часу на складання та

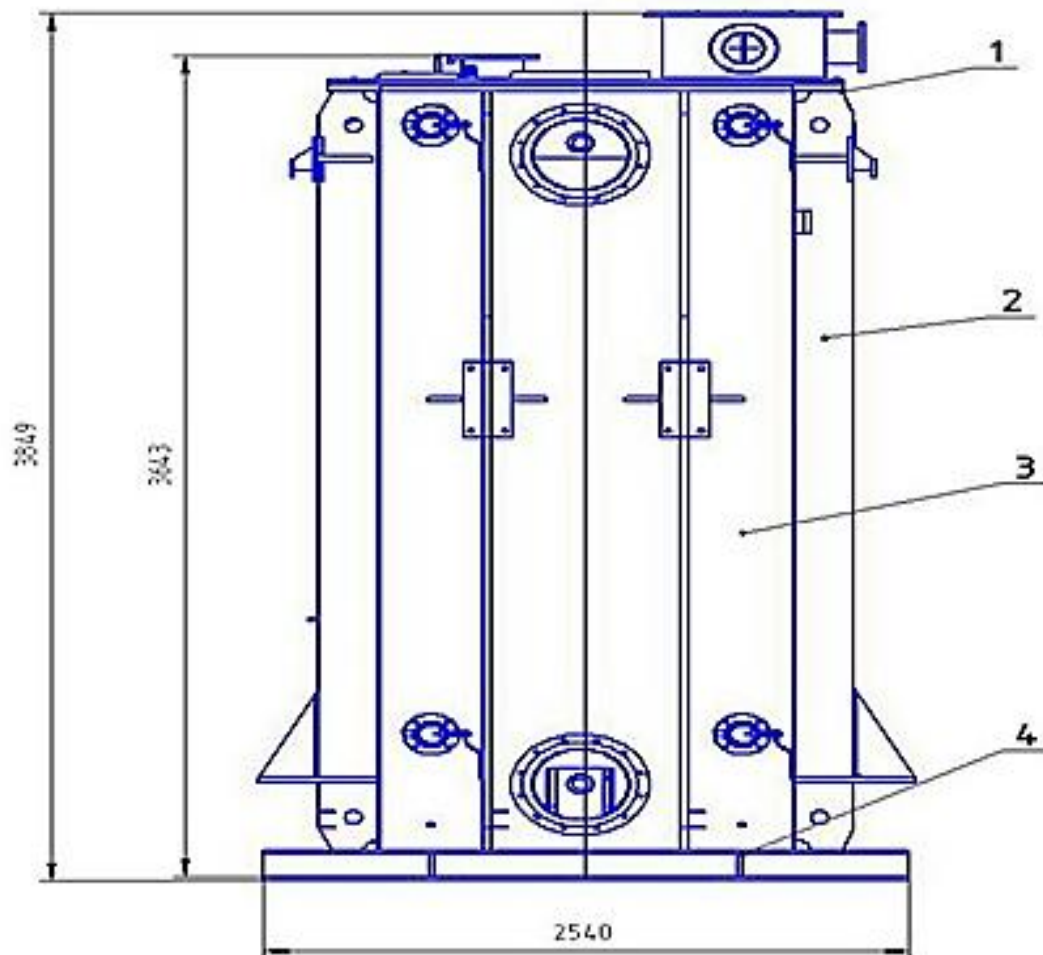
зварювання є заслугами та доцільністю використання автоматизації процесів на виробництві, а також покращеними процесами підготовчих операцій до зварювання і складання. Такий підхід дає можливість покращувати якість та обсяг виробництва продукції.

Розробка та застосування нової зварювальної технології є актуальним завданням магістерської роботи.

1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1 Характеристика бака трансформатора потужністю 16000 кВт

Бак трансформатора є сталевим резервуаром, найчастіше – прямокутної форми. До його днища вертикально приварені чотири стінки, що охоплюється, у верхнього торця рамою. До цієї рами, болтами прикріплюється кришка. Схема баку трансформатора показана на рисунку 1.1.



Умовні позначки:

- 1 – кришка;
- 2 – торцева стінка 2 шт.;
- 3 – продовжна стінка 2 шт.;
- 4 – днище.

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд бака трансформатора потужністю 16000 кВт

Бак призначений для захисту та забезпечення експлуатації активної частини, що встановлюється на дно та заливається маслом. Кришка закриває бак і одночасно є основою для встановлення розширювача, ввідів, приводів, балона термосигналізатора, перемикачів та допоміжних пристроїв, кільця для підйому та ін. Місце роз'єму кришки з баком ущільнюють за допомогою резинової полоси яка укладається на раму між двох рядів прутків.

1.2 Розрахунок міцності баку для випробування на герметичність за допомогою програмного забезпечення ANSYS

Для розрахунку величини напружень, що виникають у процесі експлуатації баку трансформаторів використовують універсальне програмне забезпечення ANSYS, дозволяє аналізувати напружено деформований стан конструкції. При випробуванні бака на герметичність до стінок бака, кришки та днища докладено гідростатичний тиск, що дорівнює $Q_k = 0,05$ МПа під кришкою. В цей час тиск на днище дорівнює $Q_d = 0,077$ МПа.

За допомогою розрахунку напружень вибирають відповідні товщини деталей та матеріал, з якого виготовляються стінки, кришка та днище. Результати розрахунку баку трансформатора при надлишковому тиску зображено на рисунках 1.2 – 1.4.

Бак трансформатора та його елементи задовольняють вимогам міцності, при обраних матеріалах.

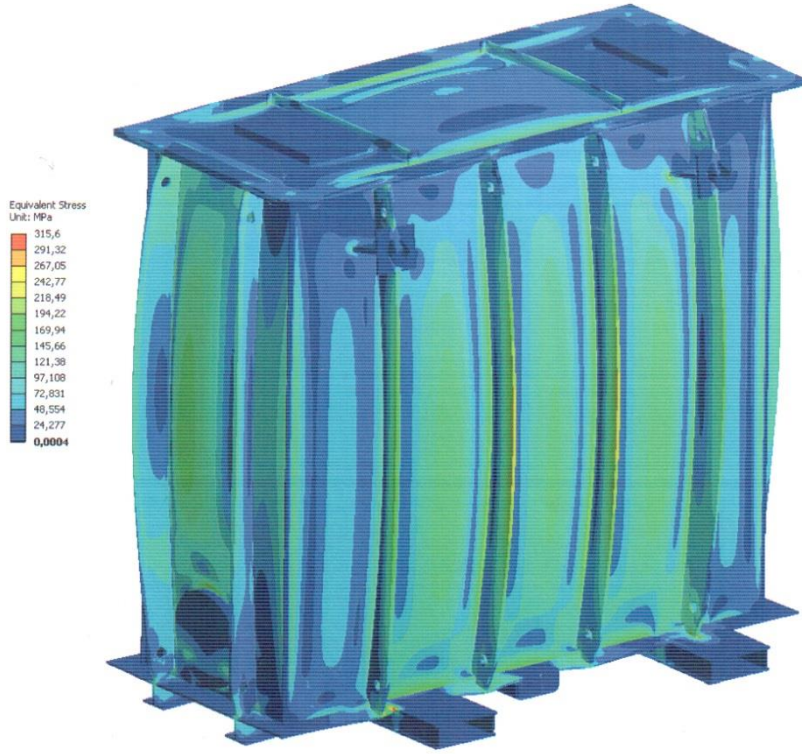


Рисунок 1.2 – Ізолінії напружень при надлишковому тиску

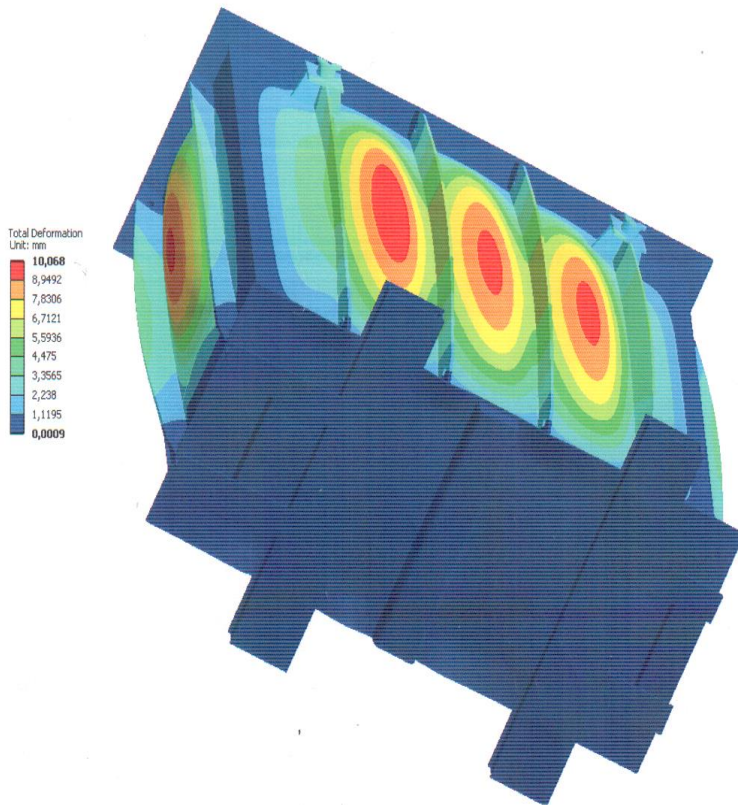


Рисунок 1.3 – Ізолінії напружень при надлишковому тиску.

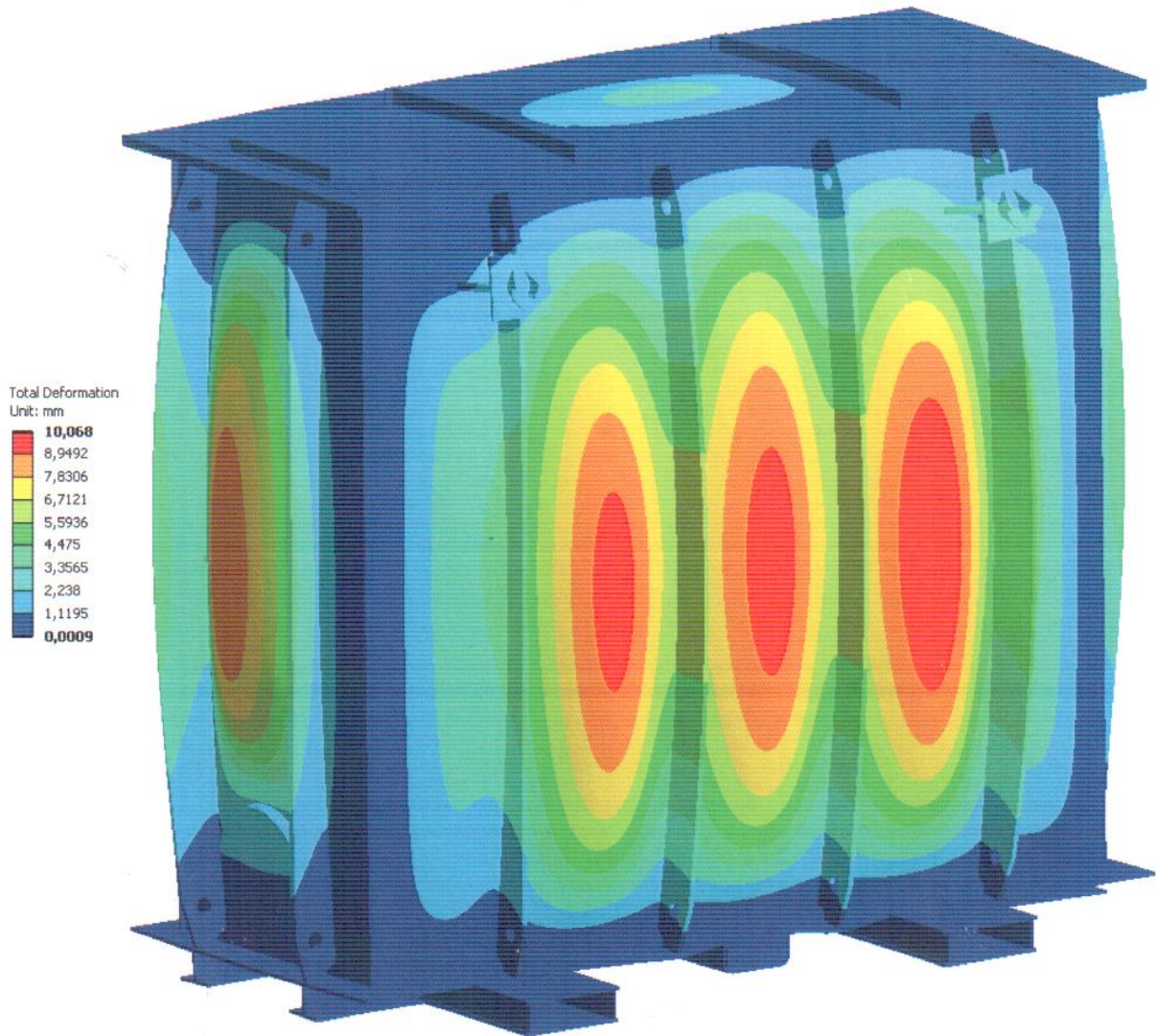


Рисунок 1.4 – Ізолінії сумарних переміщень при надлишковому тиску.

1.3 Технічні умови на виготовлення баку трансформатора потужністю 16000 кВт

Загальні вимоги, що пред'являються до баку трансформатора потужністю 16000 кВт:

– деталі та зварні одиниці металоконструкцій трансформаторів повинні відповідати вимогам креслень, що затверджені в установленому

порядку;

- деталі металоконструкцій повинні виготовлюватися з матеріалів які відповідають вимогам діючих стандартів або технічним вимогам, якість яких підтверджена сертифікатами підприємством виробника;
- виготовлення деталей з матеріалів, що мають відхилення від технічних вимог чи стандартів забороняється;
- матеріали, що призначені для виготовлення металоконструкцій, повинні транспортуватися, складатися та зберігатися таким чином, щоб виключалася можливість появи в них залишкових деформацій. Деформовані матеріали (листового або фасонного прокату) повинні бути виправлені, а при неможливості – вибракувані;
- поверхні деталей повинні бути очищені від окислів. Допускається не очищати поверхню від тонкої окисної плівки, що не відшаровується;
- кромки деталей та складальних одиниць мають бути округленими до 2 мм, якщо до них не пред'явлені вимоги кресленням;
- вимірювання розмірів деталей та складальних одиниць повинно робитися металевим інструментом із діленням шкали: для лінійних розмірів – не більше одного міліметра, а для кутових – одного градусу.

Різання матеріалів зі сталі проводиться за технологією, що виключає можливість утворення тріщини або погіршення якості металу на кромках, а також у зоні термічного впливу. При складанні металоконструкції під зварювання повинна бути забезпечена точність з'єднань в межах розмірів та допусків, встановлених кресленнями та технологічними процесами. Зварні з'єднання повинні мати клеймо зварника, який виконував зварювання. Метод маркування, застосовуваний до зварних з'єднань, не повинен погіршувати якості виробу. Місце та метод маркування зазначаються на кресленні. Зазвичай маркування виконуються ударним способом.

Перед зовнішнім оглядом поверхня зварного шва та прилеглих до нього зон основного металу завширшки не менш ніж 20 мм в обидві сторони повинні бути зачищені від бризок, шлаку, напливів металу та інших забруднень.

Зовнішньому огляду та вимірюванню підлягають усі зварні з'єднання з метою виявлення в них наступних поверхневих дефектів:

- не перпендикулярність або злам осей з'єднувальних елементів;
- зміщення кромки з'єднувальних елементів;
- невідповідність форм та розмірів шва від зазначених на кресленні (по висоті, ширині, катету та рівномірністю підсилення);
- тріщини усіх форм, видів та напрямлень;
- напливів, подрізів, прожоги, незаварених кратерів, не проварів, пористості та інших технологічних дефектів.

В зварних з'єднаннях не допускаються наступні дефекти:

- тріщини усіх видів та напрямлень, що розташовані в металі основного шва, зоні біля шва та лінії сплаву;
- не провари або не сплави, що розташовані на поверхні або по перетину зварного з'єднання;
- пори;
- подрізи та напливи;
- свищі, кратери;
- прожоги;
- зміщення кромки більше, ніж дозволено технічною документацією.

Дефектні ділянки зварних з'єднань повинні бути видалені, та переварені.

1.4 Вимоги до основних та допоміжних матеріалів

Зварювальні матеріали повинні відповідати вимогам «Положення про організацію входного контролю обладнання, матеріалів, напівфабрикатів та комплектуючих виробів», «Процедурі входного контролю зварювального дроту», «Процедурі входного контролю вольфрамових електродів», «Процедурі входного контролю зварювального флюсу», «Процедурі входного

контролю захисних газів і захисних сумішей» [2].

При виготовленні бака трансформатору потужністю 16000 кВт використовують сталі: 09Г2С, Ст3, 08Х18Н10Т. Зі Ст3 виготовляються установки току, що закріплюються на кришці. Зі сталі 08Х18Н10Т виготовляється окрема установка низького напруження, що закріплюються на кришці баку та таблички із зазначенням номеру заказу, що приварюються до окремих частин баку. Всі інші частини баку трансформатора виготовляють зі сталі 09Г2С.

Сталь 09Г2С тепло та морозостійка, витримує усі навантаження роботи трансформатора, стійка до короткого замикання та гарячого масла. Сталь 09Г2С добре зварюється, та добре піддається механічній обробці. Вона зварюється напівавтоматичним способом із використанням плавкого електроду в середовищі із суміші захисних газів. Хімічний склад та механічні властивості сталі 09Г2С наведено у таблиці 1.1 та таблиці 1.2 відповідно [3].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 09Г2С [3]

Вміст хімічних елементів, мас. %					
С	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
до 0,12	0,5 ... 0,8	1,3 ... 1,7	до 0,3	до 0,3	до 0,3

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С [3]

Сортамент	Товщина, мм	Механічні властивості		
		σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %
Лист	5 ... 9	500	350	21
Лист	10 ... 20	470	325	21

Сталь марки Ст3 є конструкційною вуглецевою сталлю, що застосовують для несущих елементів та зварних конструкцій, а також для деталей, що працюють за плюсових температур. Сталь Ст3 не схильна до відпускнуї

крихкості, зварюється без обмежень. Вона зварюється напівавтоматичним способом плавким електродом в середовищі захисного газу. Хімічний склад та механічні властивості сталі Ст3 наведено у таблиці 1.3 та таблиці 1.4 [3] відповідно.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сталі Ст3 [3]

Вміст хімічних елементів, мас. %					
C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
0,14...0,22	0,15 – 0,3	0,4 – 0,65	до 0,3	до 0,3	до 0,3

Таблиця 1.4 – Механічні властивості сталі Ст3 [3]

Сортамент	Товщина, мм	Механічні властивості		
		σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %
Лист	6	380 - 490	255	26

Сталь 08X18H10T є нержавіючою конструкційною сталлю. Її властивості обумовлені підвищеним вмістом хрому та нікелю. Для упередження виникнення міжкристалітної корозії вона стабілізована титаном. Вона широко застосовується, для виробів що експлуатуються до 800°C, а також безшовних труб, фітінгів, фланців, трійників, відводів та різних деталей. Сталь 08X18H10T при виготовленні бака зварюється напівавтоматичним способом плавким електродом в середовищі із суміші захисних газів. Хімічний склад та механічні властивості сталі 08X18H10T наведено у таблиці 1.5 та таблиці 1.6 [3] відповідно.

Таблиця 1.5 – Хімічний склад сталі 08X18H10T [3]

Вміст хімічних елементів, мас. %							
C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S
до 0,08	до 0,8	до 2	17 – 19	9 - 11	до 0,3	до 0,035	до 0,02

Таблиця 1.6 – Механічні властивості сталі 08X18H10T [3]

Сортамент	Товщина, мм	Механічні властивості		
		σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %
Лист	7	530	205	40

При виготовленні деталей баку трансформатора потужністю 16000 кВт зі сталей 09Г2С, Ст3 та 08X18H10T, в якості присадного матеріалу застосовуються дроти: Св – 08Г2С (для сталей 09Г2С і Ст3) та Св-08X20H9Г7Т. Хімічний склад зварювальних дротів наведено у таблиці 1.7. [4]

Таблиця 1.7 – Хімічний склад зварювальних дротів [4]

Марка проволоки	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Ti
Св-08Г2С	0,05...0,1	0,70 ... 0,9	1,8... 2,1	$\leq 0,20$	$\leq 0,25$	$\leq 0,025$	$\leq 0,030$	-
Св-08X20H9Г7Т	до 0,1	0,50...1,00	5,0...8,0	$8,5...22$	8...10	до 0,018	до 0,035	0,6...0,9

Вимоги до зварювальних дротів оговорені у сертифікаті відповідності. Тимчасовий опір розриву дротів Св-08Г2С та Св-08X20H9Г7Т, діаметром 2,0 мм повинен становити 784...1176 МПа (80...120 кгс/мм²). Показник тимчасового опору розриву в одному мотку дроту діаметром 2,0мм не повинен

перевищувати 98 МПа (10 кгс/мм²) [4].

При використанні дроту Св-08Г2С застосовується суміш Ar та CO₂ (5...25 %). Суміш газів дає додаткову очищуючу дію і глибоке проникнення при зварюванні деталей великого перерізу. Зварювання сталі Св-08Х20Н9Г7Т виконується у середовищі з чистого Ar. Технічні умови до газів першого сорту передбачають об'ємну долю основного продукту не менше 99,5% [5].

2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ БАКА ТРАНСФОРМАТОРА ПОТУЖНІСТЮ 16000 КВТ

2.1 Аналіз діючого виробництва

Технологія збирання та зварювання бака трансформатора потужністю 16000 кВт передбачає процес збирання та зварювання окремих частин баку на окремих зварювальних плитах. Послідовність операцій при виготовленні стінок трансформаторів:

- на дільницю збирання баків трансформаторів транспортуються заготовки;
- перевірка розмірів, складання під зварювання листів частин стінок з встановленням вивідних пластин розміром 100 мм × 100 мм та товщиною рівною товщині листів;
- зварювання внутрішнього шва напівавтоматичним зварюванням у середовищі захисних газів;
- кантування на 180 °;
- зварювання лицьового шва напівавтоматичним зварюванням та видалення вивідних пластин за допомогою газового устаткування;
- розмітка, встановлення під зварювання до зовнішньої сторони фланців, скоб, ребр міцності штуцерів та ін.;
- зварювання напівавтоматичним зварюванням у середовищі захисних газів у горизонтальному положенні;
- контроль якості;
- кантування на 180 °;
- зварювання внутрішніх швів на фланцях, виконуючи не провар від 15 мм до 20 мм для випробування швів на герметичність;
- контроль якості;
- зачистка;
- транспортування для подальшого збирання баку.

При зварюванні днища передбачена наступна послідовність операцій:

- транспортування заготовок на ділянку збирання баків трансформаторів;
- перевірка розмірів, розмітка, встановлення і приварювання до зовнішньої сторони днища пластин, швелерів, смуг, штуцери в горизонтальному положенні;
- зварювання деталей днища з зовнішньої сторони;
- зачистка швів;
- кантування на 180 °;
- розмітка встановлення та зварювання кронштейнів під встановлення активної частини;
- зачистка швів;
- контроль якості;
- транспортування днища для подальшого збирання баку.

Послідовність операцій виготовлення верхньої частини бака – кришки:

- транспортуються заготовки верхньої частини бака на ділянку збирання баків трансформаторів;
- накладка рами на кришку, спільне свердлення разом з рамою;
- очистка дробом від іржі після свердління;
- розмітка, вальцювання та збирання обичайок установок току разом з фланцями, збирання труб з фланцями;
- зварювання установок та патрубків окремо на зварювальному маніпуляторі, відправка патрубків до токарів;
- зачистка установок, патрубків, встановлення патрубків до установок, зварювання, зачистка;
- розмітка, встановлення під зварювання до зовнішньої сторони установок, фланців, скоб, ребр міцності штуцерів та ін. ;
- зварювання напівавтоматичним зварюванням у середовищі захисних газів у горизонтальному положенні;
- контроль якості;

- кантування на 180 °;
- розмітка та встановлення кронштейнів під встановлення активної частини трансформатора;
- зварювання кронштейнів та внутрішніх швів на фланцях з не проваром від 15 мм до 20 мм для випробування швів на герметичність напівавтоматичним зварюванням;
- контроль якості;
- зачистка швів;
- транспортування кришки для подальшого збирання баку.

Технологічний процес збирання та зварювання бака трансформатора складається з наступних операцій:

- транспортування – на збиральну плиту переправляються послідовно усі зваренні елементи: рама, 4 стінки (2 торцеві та 2 продовжні), днище, кришка;
- складально-зварювальна – стінки бака встановлюються до рами, зводяться стики, встановлюють днище, все це проводиться з використанням технологічних приварок, схема складання бака наведена на рисунку 2.1;

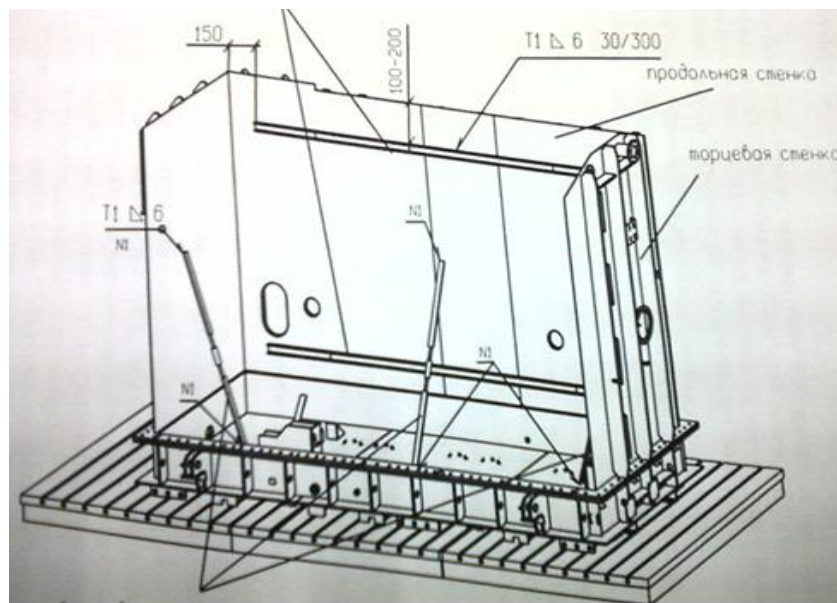


Рисунок 2.1 – Схема складання бака трансформатора

- зварювальна - проводиться зварювання бака напівавтоматичним зварюванням у середовищі захисних газів, а саме приварюються стінки до рами, перевертають бак на 90 °, обварюють стики та зварюють стінки з днищем, перевертають на 90 °, обварюється днище, перевертають на 90° зварюють стики та обварюють днище;
- зачистка – зачищають бак: убирають технологічні прихватки, зачищають зварні шви, гострі кромки;
- комплектувальна – скручують бак разом з кришкою ущільнивши резиною, встановлюють заглушки;
- випробовування – випробовують бак на герметичність зварних з'єднань пухирковим методом;
- транспортувальна – готовий бак поставляється на склад готової продукції.

На підставі проведеного аналізу діючого виробництва запропонована технологія зварювання ребр міцності стінок трансформаторів автоматичним зварюванням під шаром флюсу, що дозволить покращити якість зварювання та виробу в цілому, зменшити трудомісткість процесу, підвищити продуктивність праці.

2.2 Альтернативний варіант технологічного процесу

З метою підвищення ефективності технологічного процесу збирання та зварювання баку трансформатора потужністю 16000 кВт запропоновано зварювати стінки (ребр міцності) автоматичним способом під шаром флюсу. Це допоможе виконувати зварні з'єднання за один прохід одночасно з двох сторін, зварні шви не потребують спеціальної зачистки від бризок, напливів тощо. Зварювання під шаром флюсу забезпечить надійне проплавлення всередині шва, відсутність дефектів у внутрішній структурі шва, геометричну

однорідність зварного шва по всій ділянці. Зварювання буде проводитися одним зварювальником, що дає можливість звільнити зварювальне оснащення для інших робіт. Виключить можливість викиду шкідливих речовин: пил, зварювальні аерозолі, окисли металу.

Розроблений технологічний процес передбачає, що після встановлення ребр міцності вони зварюються автоматичним способом під шаром флюсу. Попередньо жорстко закріпивши стінку до збиральної плити. Відповідно зварювання вести від середніх ребр до крайових, чекаючи до повного охолодження кожного. Далі після зварювання провести подальшу зборку та зварювати вже напівавтоматичним зварюванням.

Нижче наведено параметри альтернативної технології.

Зварювання проводити зварювальним дротом Св-08ГА $\varnothing = 2$ мм, використовувати шлак АН-348-А, при цьому рівномірність зварного елемента забезпечується за допомогою переходу легуючих елементів з зварного дроту до металу шва.

Режими зварювання. $I =$ від 375А до 400 А, $U =$ від 30 В до 32 В, швидкість зварювання $V = 28$ м/год, вага шлаку який витрачається 250 г/м, витрата проволочки 250 г/м.

Зачистити зварні з'єднання.

Хімічні склади зварювального дроту Св-08ГА та флюсу АН-348-А представлені в таблицях 2.1 та 2.2 [4] відповідно.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад зварювального дроту Св-08ГА [4]

Марка проволочки	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Cu
Св-08ГА	до 0,10	до 0,06	0,35- 0,60	до 0,10	до 0,25	0,025	0,030	до 0,25

Таблиця 2.2 – Хімічний склад флюсу АН-348-А [4]

Марка флюсу	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S	P
АН - 348А	40-44	34-38	<12	<7	<6	3-6	0,5-2,0	0,12	0,12

2.3 Вибір обладнання та оснащення для збирання та зварювання бака трансформатора потужністю 16000 кВт

2.3.1 Вибір технологічного обладнання

Для виготовлення та зварювання бака трансформатора потужністю 16000 кВт використовується наступне обладнання:

- плазмо різальна машина «Кристал»;
- токарний станок РТ305М с ЧПУ;
- джерело живлення – перетворювач зварювальний ПСГ-500;
- устаткування для зварювання під шаром флюсу – портал зварювальний КДС – 04;
- зварювальний напівавтомат WEGA 501 DW;
- універсальний зварювальний випрямляч ВДУ – 500;
- камера для очистки дробом КД – 5;
- маніпулятор зварювальний М11010;
- трансформатор зварювальний ТДС – 500;

Технічні характеристики перетворювача ПСГ - 500 наведені у таблиці 2.3 [6].

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального перетворювача ПСГ-500 [6]

Параметри	Величина
Зварювальний струм номінальний, А	500
Напруга номінальна робоча, В	50 /46
Номінальний режим роботи ТВ, %	40
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60 – 500
Діапазон регулювання напруги, В	18 – 50; 23 – 46
Напруга холостого ходу, В	18 – 42
Первинна потужність, кВт	80
КПД, %	82
Габарити, мм	1275 × 816 × 940
Маса, кг	500

Технічні характеристики зварювального напівавтомата WEGA 501 DW наведені в таблиці 2.4 [7]

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики зварювального напівавтомата WEGA 501 DW [7]

Параметри	Величина
Потужність, кВт	27,5
Напруження холостого ходу, В	49,5
Максимальний зварювальний струм, А	500
Мінімальний зварювальний струм, А	50
Діаметр дроту, мм	0,6 – 2,4
Тип охолодження	Водяний
Габаритні розміри, мм	560×1010×960
Вага, кг	200

Характеристики зварювального порталу наведені в таблиці 2.5 [7]

Таблиця 2.5 – Основні характеристики зварювального порталу КДС-04 [7]

Параметри	Величина
Напруга мережі 50 Гц, В	380
Споживана потужність, кВт, не більше	150
Діаметр дроту, мм	2 – 4
Швидкість подачі дроту, м/год (м/хв)	120 – 720
Номінальний зварювальний струм при ПВ=100%, А	1250
Межі регулювання зварювального струму, А	250 – 1250
Межі регулювання напруги на дугі, В	19 – 44
Швидкість зварювання, м/год (м/хв)	15 – 102 (0,25 – 1,7)

Технічні характеристики плазмо різальної машини «Кристал» наведені у таблиці 2.6 [7]

Таблиця 2.6 - Технічні характеристики плазмо різальної машини «Кристал» [7]

Параметри	Величина
Напруга живлення від мережі 50Гц, В	380
Регулювання швидкості руху	Плавне
Швидкість переміщення машини, м /хв	0,05 – 18,0
Кількість кисневих різаків	1
Кількість плазмових різаків	2

Продовження таблиці 2.6

Параметри	Величина
Діапазон товщин листа, що ріжуть мм: - для кисневого різання (пальник Harris) - для плазмового різання (плазмотрон TD-300)	10 – 200 1,5 – 35 з пробиванням, 60 при врзанні
Геометрична точність при маркуванні по ГОСТ 5614-74	Вище I класу ($\pm 0,20$ мм)
Точність переміщень, що задаються (дискрета управління), мм	0,1
Програмування:	код ISO, формат кадра ESSi
Загрузка управляючих програм:	з пам'яті; з дискети 3,5"; з клавіатури; з пульта оператора; з USB флеш диска; з локальної мережі.
Величина вертикального хода супорта різача, мм	300 (електропривод)
Управління висотою різача над листом	Ручне та автоматичне
Максимальна споживана потужність, кВт – портальна машина «Кристал – 2.5» – установка АПР-150К	2,5 45 (кожна)

Кінець таблиці 2.6

Параметри	Величина
Горючий газ	Пропан, природний газ
Тиск стисненого повітря в магістралі при витраті до 20 м ³ / год, атм.	8 – 10
Тиск кисню в магістралі при витраті до 15 м ³ / год, на кожен різак без роздвоїтеля, до 30 м ³ / год на кожен різак з роздвоїтелем, атм.	8 – 10
Тиск пального газу в магістралі при витраті до 1 м ³ / год, на кожен різак без роздвоїтеля, до 2 м ³ / год на кожен різак з роздвоїтелем, атм	0,5 – 1,0
Розміри рельсового путі, мм:	
Довжина (з них 1500 мм – на паркування машини)	14000
Меж осева відстань, мм	3300
Висота над рівнем пола, мм	540
Маса рельсового путі	200 кг на 2 м путі
Маса порталу, кг,	1500

Технічні характеристики камери для очистки дробом КД-5 наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики камери для очистки дробом КД-5 [8]

Параметри	Величина
Розміри робочого простору камери, мм	18060x6000x6000
Зовнішні габарити камери, мм	18200x9100x6655
Глибина приямка під елеватор, мм	1500

Продовження таблиці 2.7

Параметри	Величина
Продуктивність при очищенні виробів двома операторами (сопло 9.5 мм, м ² /година)	42
Витрата стиснутого повітря при роботі із соплом 9.5 мм при робочому тиску 0.8 МПа, м ³ /хв	12
Кількість операторів, чол	2
Установлена потужність, кВт	26
Обсяг повітря, що видаляється, м ³ /година	14000
Маса камери, кг	42000

Технічні характеристики випрямляча ВДУ – 506С наведені в таблиці 2.8 [6]

Таблиця 2.8– Технічні характеристики випрямляча ВДУ – 506С [6]

Параметри	Величина
Напруга, В	380
Частота живильної мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм при ПВ 60%, А	500 (60%) / 390 (100%)
Межі регулювання зварювального струму, А	50-500
Напруга холостого ходу, В, не більш	85
Номінальна робоча напруга, В	46
Регулювання зварювального струму	Плавне
Споживана потужність, при номінальному струмі, кВт,	40
Маса, кг, не більше	250
Габаритні розміри, мм	740×600×920

Технічні характеристики токарного станка РТ305М з ЧПУ наведені в таблиці 2.9

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики токарного станка РТ305М з ЧПУ [9]

Параметри	Значення
Максимальний допуск діаметра деталі, встановленої над станиною, мм	до 500
Деталі, для обробки, мм	до 350
Отвори шпинделя, мм	до 110
Максимальна вага деталей, кг	до 3000
Ширина станіни, мм	560
Потужність двигуна, кВт	22

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики зварювального трансформатора ТД – 500 [6]

Параметри	Величина
Номінальна напруга холостого ходу, В	60
КПД, %	65
Номінальний зварювальний струм, А	500
Потужність номінальна, кВт	32
Межі регулювання зварювального струму, А	240 – 650
Габаритні розміри, мм	720×570×835
Вага, кг	210

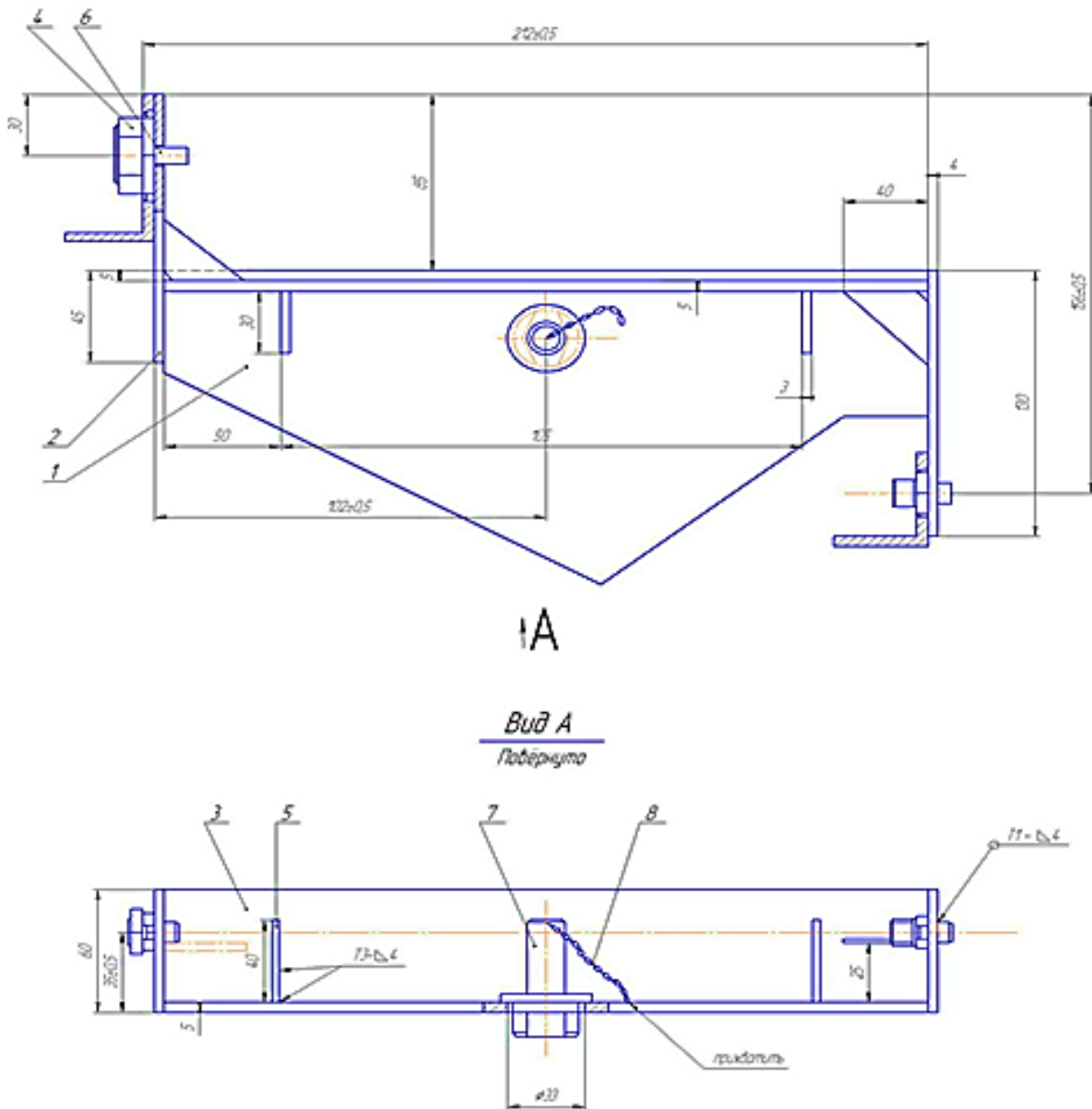
Технічні характеристики маніпулятора М11010 наведені в таблиці 2.11 [9]

Таблиця 2.11 - Технічні характеристики маніпулятора M11010 [9]

Момент на вісь обертання, Н·м	25
Момент відносно опорної площини планшайби, Н·м	40
Максимальна вантажопідйомність, кг	50
Частота обертання шпинделю для забезпечення зварювальної швидкості, хв. ⁻¹ : <ul style="list-style-type: none"> – при виробках, які встановлені без ексцентриситету – при виробках, які встановлені з ексцентриситетом відносно вісь обертання 	0,125 – 6,3 0,315 – 6,3
Кут повороту планшайби, град	360
Кут нахилу планшайби, град.	360
Найбільший діаметр виробу, який зварюється, мм	360
Номінальний зварювальний струм, А	315
Маса маніпулятора (без блоку керування та педалі), кг	55
Габаритні розміри, мм	735×472×395

2.3.2 Вибір оснащення

В якості оснащення використовується складально-зварювальна плита, пристосована для складання кронштейнів, що показані на рисунках 2.7, 2.8.



Умовні позначення:

- 1-пластина;
- 2-пластина;
- 3-пластина;
- 4-гайка М 16;
- 5-косинка;
- 6-палець;
- 7-палець;
- 8-ланцюг.

Рисунок 2.8 – Загальний вид пристосування для складання кронштейнів.

3 ПРОЕКТНО КОНСТРУКТОРСЬКІ РОЗРОБКИ

3.1 Проектування порталу із двома зварювальними головками.

Для зварювання ребр міцності на стінках бака застосовується зварювальний портал, який виконує автоматичне зварювання під шаром флюсу.

Портальна зварювальна установка це дві вертикальні стійкі сполучені між собою горизонтальною балкою. На горизонтальній балці розміщуються дві зварювальні голівки, системи подання зварювального дроту, рециркуляції флюсу, електроустаткування. Портальна зварювальна установка переміщається на спеціалізованому робочому місці по рейковій колії. Зона обслуговування установки - виконання зварювальних робіт по ширині 4,1 м по довжині – 20 м. Унікальність автоматичного устаткування полягає в тому, що :

- зварні шви по приварюванню балок до стінки виконуються за один прохід з двох сторін двома автоматичними зварювальними головками з функціями стеження по зварному шву. Це у декілька разів збільшує продуктивність праці порівняно з наявними способами зварювання виконуваними вручну;
- отримувані зварні шви не вимагають спеціальної обробки поверхні з метою видалення зварювальних бризок. Якість виконання зварних швів гарантує проплавлення основного металу крайок, що зварюються, відсутність дефектів у внутрішній структурі швів, геометрія зварного шва рівномірна по всій його довжині і відповідає товарному вигляду;
- управління процесом зварювання металоконструкцій виконується одним оператором;
- виключення наявності шкідливих факторів на робочому місці у вигляді зварювальних аерозолів, пилу, оксидів металу і т. ін., що впливають на промислову санітарію та екологію;
- звільняє цілий ряд зварювального обладнання, який можна задіяти

на інших роботах.

Схема зварювання одночасно з двох сторін показана на рисунку 3.8

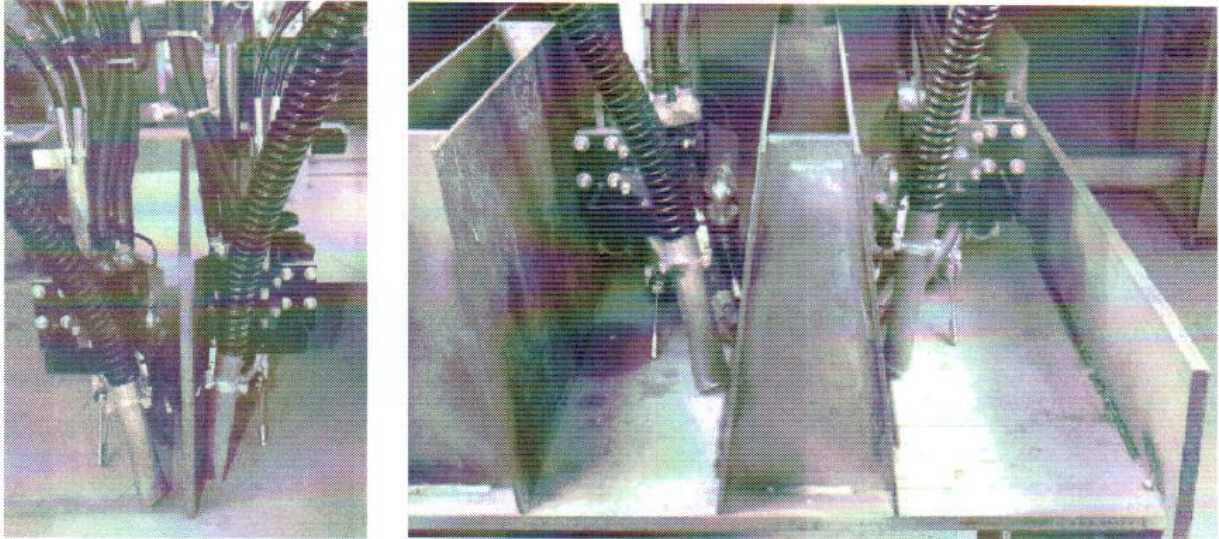


Рисунок 3.8 — Схема зварювання на зварювальному порталі, одночасно двома зварювальними головками.

Характеристики зварювального порталу представлені в таблиці 3.2 [7]

Таблиця 3.2 — Основні характеристика порталу зварювального [7]

Параметр	Величина
Корисний хід по ширині, мм	4300
Швидкість переміщення при зварюванні, м/хв	0,1-10
Максимальна відстань між зварювальними пальниками, мм	700
Мінімальна відстань між зварювальними пальниками, мм	10
Корисний поздовжній хід, м	20

Загальний вигляд зварювального порталу представлений на рисунку 3.9

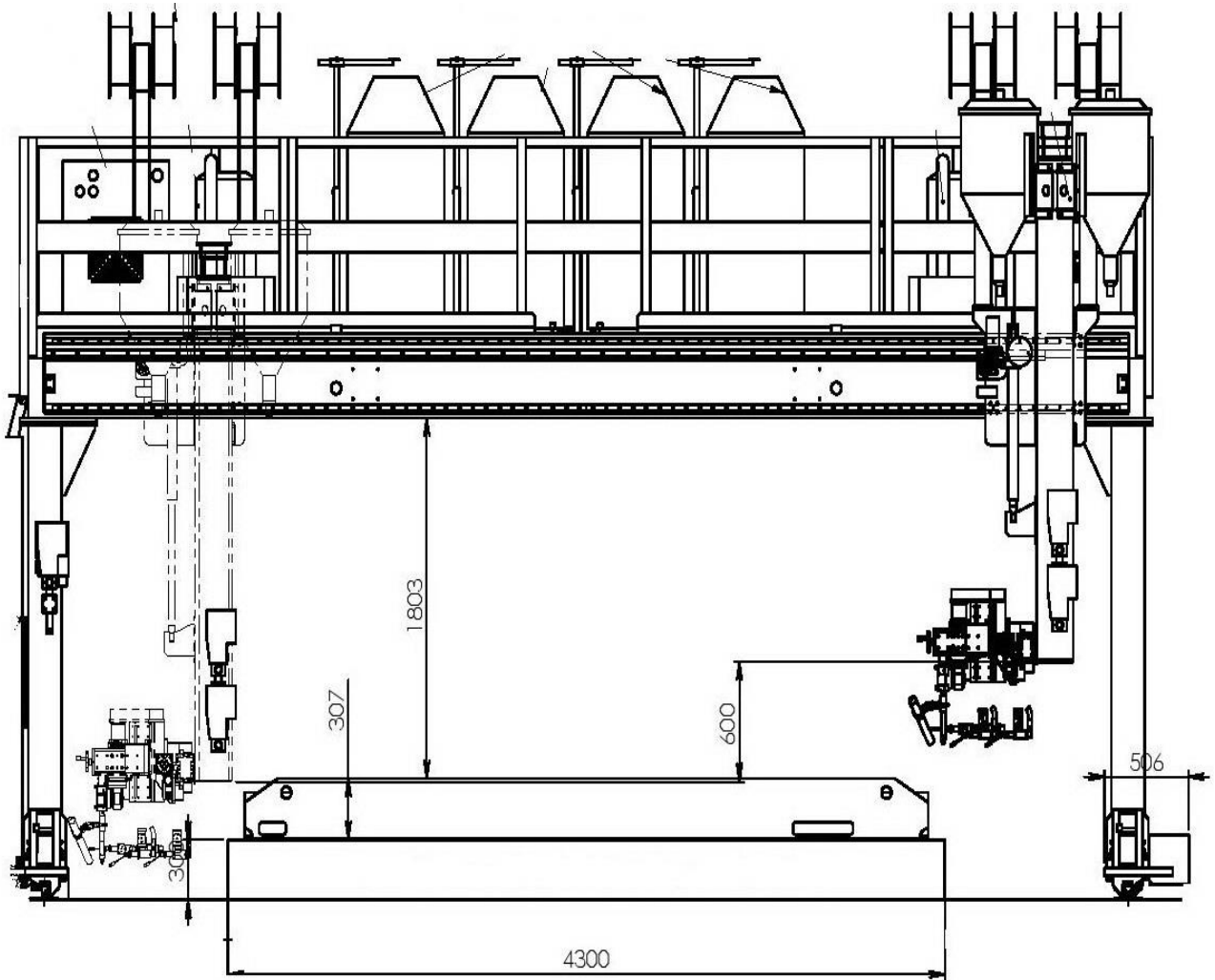


Рисунок 3.9 – Загальний вигляд зварювального порталу

Схематичне зображення основних характеристик зварювального порталу представлено на рисунку 3.10

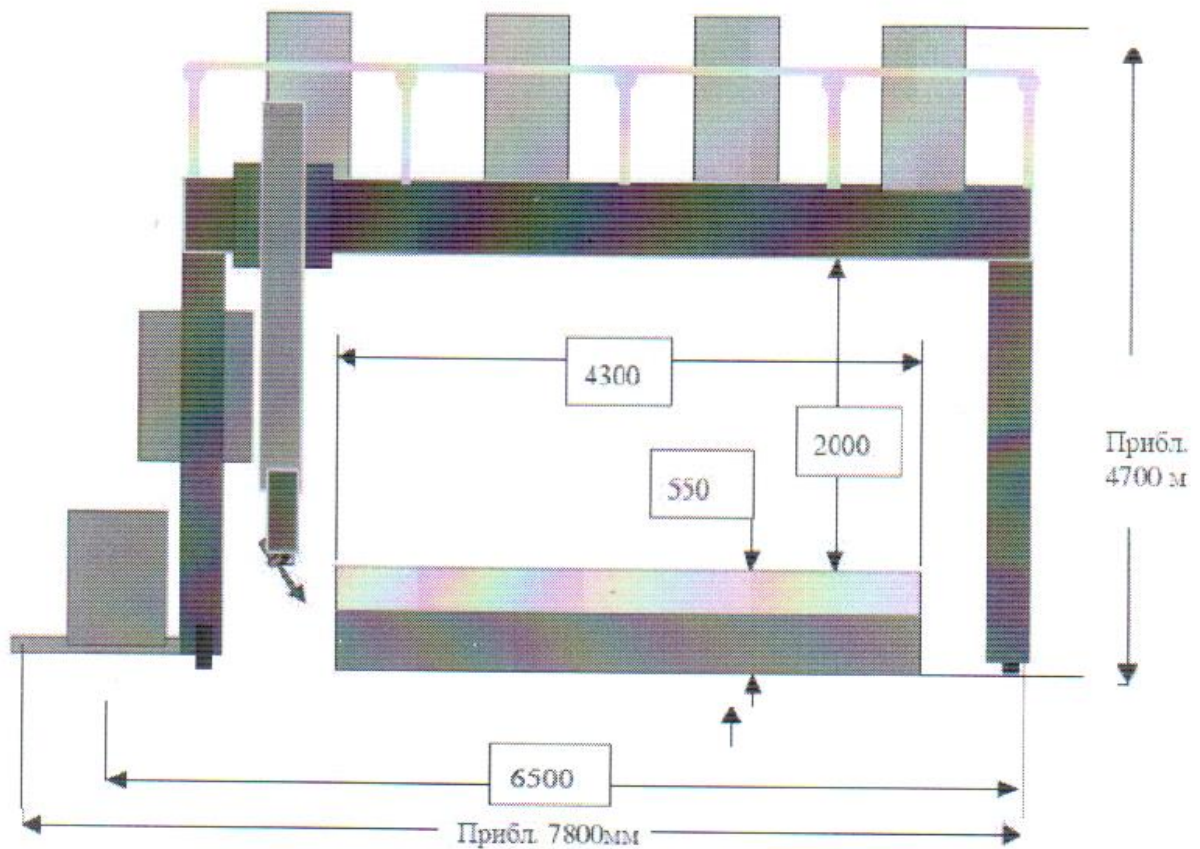


Рисунок 3.10 - Зображення основних характеристик зварювального порталу.

3.2 Вибір мостового крану

Для перевезення, кантування і транспортування бака трансформатора потрібен кран мостовий, двох балочний з двома візками вантажопідйомністю 20т+20т, тому, що вага окремих деталей становить 14000 кг.

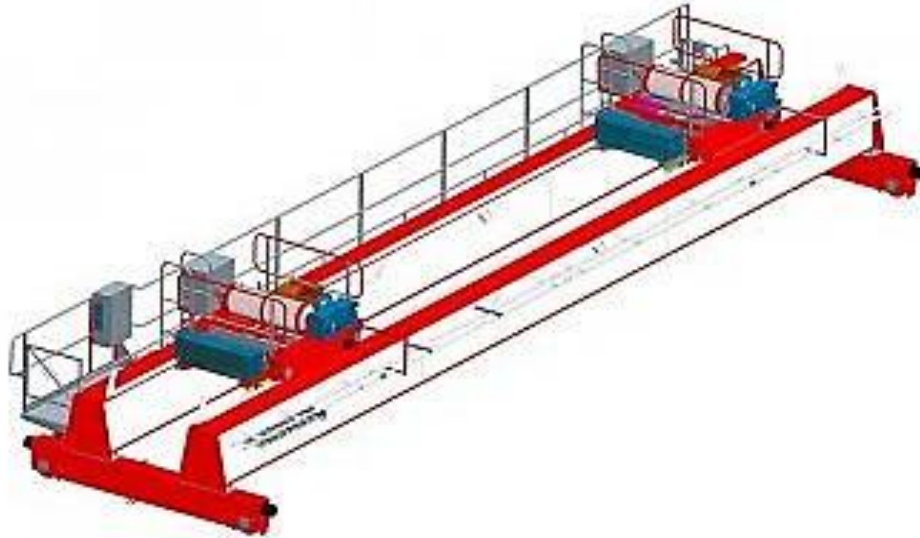


Рисунок 3.11 – Мостовий кран з двома візками.

Технічні характеристики крана представлені в таблиці 3.6 [10].

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики крана двох балочного з двома візками [10]

Параметри	Величина
Вантажопідйомність, кг	20000
Максимальна висота підйому, мм	34000
Максимальна ширина прольоту, мм	32000
Тип мостового крана	Опорний двох балочний
Тип мостового крана по приводу	Машинний
Максимальна температура навколишнього середовища, °С	70
Мінімальна температура навколишнього середовища, °С	– 40
Виконання відводу струму	Тролейний
Споживана потужність, кВт	70
Напруження, В	380
Частота струму, Гц	50
Вага, кг	15000

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

У розділі представлені: організація виробництва, планування витрат на виробництво, розрахунки ефективності та результативності розробок ділянки складання і зварювання баку трансформатора потужністю 16000 кВт. В даному підрозділі розраховано: технічне нормування операції, виробнича програма, кількість обладнання, чисельність персоналу та фонд оплати праці працівників.

4.1. Технічне нормування операцій

Для проектування ділянки по збиранню і зварюванню баку трансформатора необхідно:

- нормувати операції технологічного процесу [11];
- встановити річну виробничу програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання і виробничу площу ділянки;
- розрахувати чисельність персоналу.

Норми часу на виконання технологічних операцій наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Технічне нормування операцій за стандартною технологією

Нормування операцій	Норма штучного часу, н/год.
Збирання кришки	0,94
Зварювання кришки	1,57
Зачистка кришки	0,16
Збирання днища	0,78
Зварювання днища	2,39
Зачистка днища	0,16
Збирання стінок	1,37

Продовження таблиці 4.1

Нормування операцій	Норма штучного часу, н/год.
Зварювання стінок	9,63
Зачистка стінок	0,64
Встановлення стінок до рами, зведення стиків	0,67
Встановлення днища	0,11
Зварювання баку	4,56
Комлектація	2
Випробування	8
Транспортування	0,8
Газорізання	0,05
Всього	33,11

Таблиця 4.2 – Технічне нормування операцій за альтернативною технологією

Нормування операцій	Норма штучного часу, н/год.
Збирання кришки	0,94
Зварювання кришки	1,57
Зачистка кришки	0,16
Збирання днища	0,78
Зварювання днища	2,39
Зачистка днища	0,16
Збирання стінок	1,37
Зварювання порталом	1,86
Зварювання стінок	6,56
Зачистка стінок	0,64
Встановлення стінок до рами, зведення стиків	0,67
Встановлення днища	0,11
Зварювання баку	4,56
Комлектація	2

Продовження таблиці 4.2

Нормування операцій	Норма штучного часу, н/год.
Випробування	8
Транспортування	0,8
Газорізання	0,05
Всього	32,27

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

Таблиця 4.3 – Виробнича програма виробів на рік

Найменування виробу	Норма часу на виріб, н / год.	Виробнича програма	
		шт.	н / год.
Бак трансформатора потужністю 16000 кВт	32,27	200	6454

Таблиця 4.4 – Розрахунок потреби в матеріалах, і їх вартість

Найменування матеріалу	Норма витрати		Ціна за 1 кг матеріалу, грн	Вартість на програму, грн
	На виріб, кг	На програму, кг		
Дріт Св-08Г2С	30,8	6160	43,5	267960
Захисний газ Ar+CO ₂	502	100400	9,75	978900
Зачисний круг	2	400	25,04	10016
Флюс АН-348А	20,7	4140	28,72	118900,8
Дріт Св-08ГА	20,7	4140	38,98	161377,2
Кисень, кг	11,76	2352	3,83	9008,16
Пропан-бутан, кг	1,736	347,2	12,6	4374,72
Всього				1550536,88

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.

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

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

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:

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

де $F_{\text{НОМ}}$ – номінальний фонд часу роботи обладнання, годин;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт витрат часу на ремонт та обслуговування обладнання,

$$K_{\text{в}} = 0,1;$$

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

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

Виробнича площа розраховується виходячи з кількості обладнання, робочих місць і питомої площі на одиницю обладнання з додаванням 20% (проходи, проїзди та ін.). Площа ділянки $18 \times 36 = 648 \text{ м}^2$.

Таблиця 4.5 - Розрахунок кількості обладнання та його потужності

Найменування обладнання	Кількість Обладнання		Коефіцієнт Завантажен ня	Потужність двигунів, кВт / год.	
	за розрахун ком	Прийня та		одиниці	усього обладнан ня
Збирально зварювальна плита	2,79	3	0,93		-
Зварювальний напівавтомат	1,98	2	0,99	27,5	55
Зварювальний портал	0,39	1	0,39	150	150
Випробувальне поле	0,95	1	0,95	-	-
Трансформатор силовий	0,95	1	0,95	32	32
Всього	-	8	0,85	-	237

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:

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

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

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

Тоді:

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

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 таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – 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:									
слюсар	2				1	1		1	1
зварювальник	3					3		2	1
2. Допоміжні робітники									
газорізальник	1		1					1	
стропальник	2				2			1	1
крановий машиніст	2				2			1	1
3. Керівники і спеціалісти:									
майстер	1							1	
технолог	1		1						1
Разом	12				5	4		7	5

4.2 Планування витрат на виробництво

4.2.1 Вартість основних засобів

Вартість основних виробничих фондів передбачає такі розрахунки:

– вартість будівель визначається на основі розрахованої загальної площі і вартості 1 м² будівель (5000 грн. за 1 м²)

$$V_{\text{буд}} = 576 \times 5000 = 2880000 \text{ грн.}$$

- вартість споруд 5% від вартості будівель;

$$V_{\text{спр.}} = 0.05 \times 2880000 = 144000 \text{ грн.}$$

- вартість обладнання (наведена в таблиці 5.7) з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу (від 10 % до 15%).
- вартість цінних інструментів, пристосувань, інвентарю (від 3 % до 5% балансової вартості обладнання);
- вартість транспортних засобів (3% балансової вартості обладнання).

Таблиця 4.7 – Вартість обладнання

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн.	Кількість, одиниць, шт	Балансова вартість з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу, грн.
1. Зварювальний портал	500000	1	550000
2. Збирально-зварювальна плита	43000	3	141900
3 Трансформатор зварювальний типу ТД - 500	28000	1	30800
4. Зварювальний напівавтомат WEGA	32700	2	71940
5. Джерело живлення перетворювач зварювальний ПСГ-500	17000	2	37400

Продовження таблиці 4.7

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн.	Кількість, одиниць, шт	Балансова вартість з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу, грн.
6. зварювальний випрямляч ВДУ – 500	20000	2	44000
7. маніпулятор зварювальний	27000	1	29700
Усього	667700	12	905740

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

Таблиця 4.8 – Вартість основних засобів

Найменування основних засобів	Балансова вартість, грн.	Структура, %	Строк експлуатації, роки	Амортизаційні відрахування, тис. грн.
1.Виробничі будівлі	2880000	72,11	45	64,0
2.Споруди	144000	3,61	45	3,2
3.Обладнання	905740	22,68	15	60,38
4.Цінні інструменти, прилади, інвентар	36230	0,9	3	12,08
5.Транспортні засоби	27172	0,7	40	0,68
Усього	3993142	100		140,34

4.2.2 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 складають для робітників – 10 % від тарифної заробітної плати.

Розраховуємо тарифний фонд заробітної плати основних робітників за формулою:

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

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:

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

де C_i – годинна тарифна ставка i -того розряду;

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

Розрахунок розцінок наведений в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 - Розрахунок розцінок

Найменування	Норма часу,	Розряд робіт	Часова	Розцінка,
--------------	-------------	--------------	--------	-----------

операції	н/год.		тарифна ставка, грн.	грн.
Збирання кришки	0,94	5	65,0	61,1
Збирання днища	0,78	4	53,0	41,34
Збирання стінок	1,37	4	53,0	72,61
Зварювання кришки	1,57	5	65,0	102,05
Зварювання днища	2,39	5	65,0	155,35
Зварювання на порталі	1,86	5	65,0	120,9
Зварювання стінок	6,56	5	65,0	426,4
Збирання баку	0,78	5	65,0	50,7
Зачистка кришки	0,16	5	65,0	10,4
Зачистка днища	0,16	5	65,0	10,4
Зачистка стінок	0,64	4	53,0	33,92
Зачистка баку	0,64	4	53,0	33,92
Зварювання баку	4,56	5	53,0	241,68
Транспортування	0,8	4	53,0	42,4
Газорізання	0,05	2	35,	1,75
Комплектування	2	5	65,0	130,0
Випробовування	8	5	65,0	520,0
Усього	32,27		950	1813,24

Тарифний фонд заробітної плати основних виробничих робітників розраховується за формулою:

$$З_{\text{осн.}}^{\text{тар.}} = 1813,24 \times 200 = 362648 \text{ грн.}$$

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

$$З_{\text{доп.}} = C_i \times K_{\text{тар.ср.}} \times F_{\text{д.р.}} \times R_{\text{доп.}} \quad (5.8)$$

де C_i – часова тарифна ставка 1-го розряду;

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

$R_{доп}$ – чисельність допоміжних робітників;

$K_{тар.с}$ – середній тарифний коефіцієнт.

$$Z_{доп.} = 44 \times 1,322 \cdot \times 1768 \cdot \times 5 = 514205,12 \text{ грн.}$$

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

де m – кількість розрядів робіт допоміжних робітників;

K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду

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

$$K_{тар.ср} = \frac{1,21 \times 1 + 1,35 \times 4}{5} = 1,322$$

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

Річний фонд заробітної плати ІТР приведений в таблиці 4.10.

Фонд оплати праці розрахований і приведений в таблиці 4.11

Таблиця 4.10 - Розрахунок фондів заробітної плати ІТР

Посада	Чисельність, чол.	Місячний оклад,	Річний фонд,
--------	-------------------	-----------------	--------------

		грн.	грн.
1. Майстер	1	10000	120000
2. Технолог	1	8500	102000
Усього	2	18500	222000

Таблиця 4.11 – Фонд оплати праці

Категорія персоналу	Чисельність персоналу, чол.	Фонд оплати праці, тис. грн.			Премії, 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	5	362,6 48	181,3 24	543, 972	36,26	580,23	127,65	9670,5
2. Допоміжні робочі	5	514,2 05	257,1 03	771, 308	51,42	822,73	181,0	13712, 2
3. Майстер	1	120,0	60,0	180, 0	12,0	192,0	42,24	16000
4. Технолог	1	102,0	51,0	153, 0	10,2	163,2	35,9	13600
Усього	12	1098, 853	549,4 27	164 8,28 0	109,88	1758,1 60	386,79	52982, 7

4.2.3 Собівартість виробу

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

4.2.3.1 Прямі витрати

1. Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати – 22800 тис. грн;
2. Основні та допоміжні матеріали – 1550,537 тис. грн. (таблиця 4.6);
3. Основна заробітна плата основних виробничих робітників – 362,648 тис грн. (таблиця 4.11);
4. Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників, премії – 145,059 тис. грн. (таблиця 4.11);
5. Відрахування на соціальне страхування від фонду оплати праці основних виробничих робітників – 111,695 тис. грн. (таблиця 4.11);
6. Паливо та енергія на технологічні цілі:

$$E = E_1 + E_2, \quad (4.10)$$

де E_1 – для порталу;

E_2 – для напівавтомату.

$$E_1 = S \times U \times I \times t \times N, \quad (4.11)$$

де $S = 2,68$ грн. – вартість 1 кВт електроенергії;

$U = 30$ В – зварювальна напруга;

$I = 0,4$ кА – зварювальний струм;

$t_{\text{шт.зв}} = 1,86$ год. – час зварювання.

$$E_2 = S \times U \times I \times t \times N, \quad (4.12)$$

де $S = 2,68$ грн. – вартість 1 кВт електроенергії;

$U = 30$ В – зварювальна напруга;

$I = 0,3$ кА – зварювальний струм;

$t_{\text{шт.зв}} = 15,08$ год. – час зварювання;

$t_{\text{шт.прих.}} = 4,03$ год. – час збирання.

$$\begin{aligned} E &= E_1 + E_2 = (2,68 \times 30 \times 0,4 \times 1,86) \times 200 + (2,68 \times 30 \times 0,3 \times (15,08 + 4,03)) \times 200 = \\ &= 104150,16 \text{ грн.} \end{aligned}$$

4.2.3.2 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 (ВУО) розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників.

Відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання α задається викладачем:

$$\alpha = \frac{\Sigma \text{ВУО}}{\text{ЗП}_0} \times 100\%, \quad (4.13)$$

де ВУО – сума витрат на утримання обладнання

$$\alpha = 400 \%$$

Розмір витрат на утримання та експлуатацію обладнання, що припадає на одиницю виробу розраховуються за формулою 4.14.

$$\text{ВУ}_i = \frac{\alpha}{100} \times \text{З}_{oi}, \quad (4.14)$$

де З_{oi} – основна заробітна плата на одиницю продукції, грн

$$\text{ВУ}_i = 1813,24 \times 4 = 7252,96 \text{ грн.}$$

Стаття «Загальновиробничі витрати» – це витрати на управління в межах цеху. 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;
- 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 (ЗВ) розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційна основній заробітній платі виробничих робітників.

$$ЗВ_i = \frac{\beta}{100} \times З_{oi},$$

Відсоток загальновиробничих витрат β задається викладачем:

$$\beta = 350 \%$$

$$ЗВ = 1813,24 \times 3,5 = 6346,34 \text{ грн.}$$

Адміністративні витрати вміщують витрати, пов'язані з утриманням адміністративно - управлінського персоналу підприємства, а також утриманням та експлуатацією основних засобів загального виробничого призначення, охорону праці та техніку безпеки персоналу та інші. Адміністративні витрати складають в середньому 250 % від основної

заробітної плати основних виробничих робітників та розраховуються за формулою:

$$AB_i = \gamma \times Z_{oi},$$

Відсоток адміністративних витрат γ задається викладачем: $\gamma = 250 \%$.

Калькуляція собівартості зварювальних робіт наведена в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 – Калькуляція собівартості виробництва

Стаття витрат	Нова технологія		Базова технологія	
	всього витрат, грн.	на одиницю, грн.	всього витрат, грн.	на одиницю, грн.
1. Основні та допоміжні матеріали	1550536,8 8	7752,68	2252230, 88	11261,16
2. Основна заробітна плата основних робітників	362648	1813,24	496784	2483,92
3. Додаткова заробітна плата основних робітників	181324	906,62	198713,6	993,57
4. Відрахування на соціальні заходи	119673,84	598,37	153009,56	765,04
5. Паливо і енергія на технологічні цілі	104150,16	520,75	106224,48	531,12

Продовження таблиці 4.12.

Стаття витрат	Нова технологія		Базова технологія	
	всього витрат, грн.	на одиницю, грн.	всього витрат, грн	на одиницю, грн
6. Утримання та експлуатація машин і обладнання	1450592	7252,96	1987136	9935,68
7. Загальновиробничі витрати	1269268	6346,34	1738744	8693,72
8. Виробнича собівартість	3483450	17417,25	4839482	24197,41
9. Адміністративні витрати	906620	4533,1	1241960	6209,8
10. Повна собівартість	4390070	21950,35	6081442	30407,21

4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

В даному розділі необхідно розрахувати річний економічний ефект, який можливо отримати при виробництві виробів на спеціалізованій ділянці по запропонованому технологічному процесу в порівнянні з виробництвом цих же виробів на діючому підприємстві. Крім цього необхідно оцінити ефективність і результативність діяльності виробничої ділянки 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 ϵ : сума зведених витрат, сума ефекту за розрахунковий рік.

$$E = (C_b - C_n) \times N = (30407,21 - 21950,35) \times 200 = 1691372 \text{ грн}$$

Показники ефективності і результативності наведені в таблиці 4.15.

Таблиця 4.15 – Показники ефективності і результативності

Найменування показника	Значення показника
1. Річний випуск виробів	
- в натуральному вимірі, одиниць	200
- по трудомісткості, нормо-год.	6454
- в грошовому вимірі, грн.	362648
2. Виробнича площа ділянки, м ²	648
3. Вартість основних засобів, грн.	1550536,88
4. Спискова чисельність персоналу усього, осіб	12
- основні робітники	5
- допоміжні робітники	5
- керівники і спеціалісти	2
5. Фонд оплати праці, грн.	1648280
6. Середня заробітна плата працюючих за місяць, грн.	9670,5
7. Продуктивність праці одного працівника, грн./чол.	30220,7

8. Фондовіддача грн./грн.	0,23
9. Коефіцієнт завантаження обладнання	0,85
10. Фондомісткість грн./грн.	4,27
11. Собівартість одиниці продукції, грн.	21950,35
12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн.	1691372

На підставі зроблених розрахунків можна зробити висновок. Запропонований варіант виготовлення бака трансформатора методом автоматичного зварювання є економічно вигідним, оскільки повна собівартість виробу в цьому випадку на 8456,86 грн менша, ніж при виготовленні методом напівавтоматичного зварювання. При масовому виготовленні (200 одиниць на рік) економічний ефект складає 1691372 грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані заходи з охорони праці при розробці технології зварювання баку трансформатора методом напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів та автоматичного зварювання під шаром флюсу

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) механічні травми, пов'язані з порушенням правил охорони праці, при зборці великогабаритних виробів, в наслідок використання несправного обладнання та інструментів;

б) можливість ураження електричним струмом. Основними причинами ураження можуть бути не виконання правил електробезпеки, невикористання засобів індивідуального захисту, відсутність захисного заземлення, частково оголені дроти, неізольовані скручування, пробій ізоляції;

в) отруєння зварювальними газами, аерозолями представляють собою оксиди заліза, сполуки марганцю і інших елементів в результаті не ефективної роботи місцевої витяжної механічної вентиляції в місцях їх установа;

г) термічні опіки в результаті випадкового дотику нагрітих поверхонь обладнання, деталей або заготовок;

д) негативний вплив потужного ультрафіолетового випромінювання дуги на органи зору;

є) недоліки базової технології зварювання в середовищі захисних газів суміші аргону та вуглекислоти, зокрема наявність шкідливих факторів, що безпосередньо впливають на виконавця: шкідливий вплив потужного ультрафіолетового випромінювання та генерація зварювальних газів;

е) незадовільні параметри повітряного середовища в робочій зоні, причинами яких є незадовільна робота систем опалення та повітрообміну, що може привести до зниження комфортності праці та загальних захворювань;

ж) незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної забрудненості. Це може привести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, а в результаті і до травмування;

з) можливість загорянь причинами яких є порушення правил пожежної безпеки, витік горючих робочих газів, коротке замикання;

л) неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є невідповідність персоналу до дій в умовах надзвичайних ситуацій, низька ефективність управління в цих умовах, що може привести до травмування або смерті.

5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) для виключення травм робоче місце зварювальника повинно бути в чистоті та порядку, не допускати нічого зайвого, що заважає роботі на робочому місці, а також в проходах і проїздах. Деталі і заготовки слід тримати в стійкому положенні на підкладках і стелажах. Висота штабелів не повинна перевищувати півтори ширини або півтора діаметри підстави штабелю і у всіх випадках не має бути більше 1 м. Для виключення отримання механічних травм повинно бути передбачено проведення усіх необхідних інструктажів з охорони праці, згідно НПАОП 0.00 – 4.12 – 05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Робітники повинні бути забезпечені спеціальним одягом та індивідуальними захисними засобами відповідно до ГОСТ 12.4.103 – 83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты рук и ног. Классификация», або груповими

засобами захисту згідно з ГОСТ 12.4.125 – 83 ССБТ «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация», до яких відносять брезентові захисні костюми, рукавиці брезентові, спеціальне взуття із захисними носками, щітки захисні або окуляри. Отримання механічних травм найчастіше відбувається внаслідок засміченості робочої ділянки та порушень правил експлуатації машин та механізмів на робочій ділянці. В зв'язку з цим обов'язковим є щоденний контроль за станом робочої зони зі сторони керівництва відповідно до ДСТУ 3273 – 95 «Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги».

б) для виключення поразки електричним струмом електроустаткування повинне відповідати ДСТУ 12.1.019 – 79 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Общие требования и номенклатура видов защиты» і ПУЕ – 2015 «Експлуатація електроустаткування і електроустановок» повинна проводитися відповідно «Правил технической эксплуатации электроустановок» (ПТБЭ), «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» і «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Згідно ДСТУ 12.1.019 – 79 електробезпека повинна забезпечуватися:

- конструкцією електроустановок;
- засобами захисту працюючих;
- організаційними заходами.

Електроустановки і їх частини мають бути виконані так, щоб робітники не піддавалися небезпечним і шкідливим діям електричного струму і електромагнітних полів, і відповідати вимогам електробезпеки. Для забезпечення захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин необхідно застосовувати наступні способи і засоби:

- захисні огороження (тимчасові або стаціонарні);
- безпечне розташування струмоведучих частин;
- ізоляцію струмоведучих частин (робочу, додаткову, посилену, подвійну) згідно ДСТУ 12.2.007.0 – 75 «Система стандартів

безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

- безпечна напруга (не більше 42 В);

- захисне відключення згідно ДСТУ 12.2.007.0 – 75 «Система стандартів безпеки праці. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

- попереджувальну сигналізацію, блокування, знаки безпеки.

Для забезпечення захисту від поразки електричним струмом при дотику до металевих не струмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції, застосовують наступні способи:

- захисне заземлення, занулення згідно ПУЕ – 20013;

- захисне відключення;

- ізоляцію не струмоведучих частин згідно ДСТУ 12.2.007.0 – 75 «Система стандартів безпеки праці. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

- електричне розділення мережі;

- безпечна напруга (не більше 42 В);

- контроль опору ізоляції;

- компенсація струмів замикання на землю.

Технічні способи і засоби застосовують окремо або в поєднанні один з одним так, щоб забезпечувався оптимальний захист. Перед початком роботи проводиться перевірка усіх систем:

- перевіряється на холостому ході правильність включення операцій усіма механізмами установки для наплення і справність пульта управління;

- перевіряється цілісність і надійність ізоляції і заземлення установок і пульта управління;

- перевіряється стан контактних поверхонь.

в) для попередження отруєнь зварювальними газами і аерозолями, що представляють собою оксиди заліза, сполуки марганцю і інших елементів при роботі в закритих приміщеннях необхідно передбачити місцеву витяжну

механічну вентиляцію. Приблизне співвідношення видаленого повітря від 1200 м³/год до 2000 м³/год.

г) Для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних засобів захисту, зокрема, рукавиці брезентові ГОСТ 12.4.010 – 75 ССБТ «Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови», костюми захисні від підвищених температур по ГОСТ 12.4.045 – 78, спеціальне шкіряне взуття по ГОСТ 12.4.032 – 77 «Взуття спеціальне шкіряне для захисту від підвищених температур. Технічні умови»;

д) для захисту органів зору від ультрафіолетового впливу передбачені Захисна маска ГОСТ 12.4.035 – 78;

є) перевагами розробленої технології в напрямку покращення умов праці при застосуванні напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів де на зварювальника мали вплив такі шкідливі фактори як: потужне ультрафіолетове випромінювання та отруєння зварювальними газами та аерозолем є: з використанням комплексу обладнання при автоматичному зварюванні під шаром флюсу виключає можливість отруєння зварювальними газами, з причин того що зварювальна ванна закрита від навколишнього середовища шаром флюсу а не інертними газами, виключається шкідливий вплив ультрафіолетового випромінювання, тому що виконавець лише контролює процес зварювання на пульті управління.

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

є) незадовільні параметри повітряного середовища в робочій зоні, причинами яких є незадовільна робота систем опалення та повітрообміну, що може привести до зниження комфортності праці та загальних захворювань. Для нормалізації параметрів повітряного середовища в проекті передбачено: пристрої та технічні системи, що повинні забезпечувати параметри повітряного

середовища відповідно до норм, які вказані в таблиці 5.1, згідно СНиП 23 – 01 – 99 «Будівельна кліматологія» [12].

Таблиця 5.1 – Оптимальні фізичні параметри навколишнього середовища цеху [12]

Період року	Температура, ° С	Відносна вологість, %	Швидкість, м/с
Холодний	18 – 22	40 – 60	0,1 – 0,3
Теплий	20 – 23	40 – 60	0,1 – 0,4

У теплий період року для зниження температури повітря в робочому просторі необхідно використовувати природну вентиляцію, або загальну припливну витяжну вентиляцію відповідно до ГОСТ 12.1.005 – 88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони». У холодний період року використовуються системи водяного опалення відповідно до СНиП 2.04.05 – 91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Температура зовнішнього повітря відповідно до СНиП 2.04.05 – 91 для м. Запоріжжя складає 27 ° С.

ж) незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної забрудненості. Це може привести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, а в результаті і до травмування. Для забезпечення необхідного рівня виробничого освітлення слід дотримуватися вимог ДБН В.2.5 – 28 – 3006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування». Вибір джерел освітлення виконується в залежності від розмірів виробничого приміщення. Можуть використовуватися люмінесцентні лампи і газорозрядні лампи низького і високого тиску типів ПД – 80 або ДРЛ – 250.

5.4 Заходи з пожежної безпеки

з) на складально – зварювальній ділянці небезпечними чинниками пожежі є:

- відкритий вогонь (зварювальна дуга, полум'я газового зварювання і різання);
- іскри і частки розплавленого металу, які виникають при електрозварюванні;
- підвищена температура виробів, які піддаються зварюванню і різанню.

Пожежна безпека на складально-зварювальній ділянці може бути забезпечена сукупністю заходів, спрямованих на попередження пожеж, запобігання поширення вогню в разі виникнення пожеж і створення умов, що сприяють швидкій ліквідації пожежі, що почалася. Передбачені на складально-зварювальній ділянці заходи, попереджуючи причини виникнення пожеж, підрозділяються на організаційні, експлуатаційні, технічні і режимні. До організаційних заходів відносяться: навчання робітників протипожежним правилам, проведення бесід, інструкцій, організація добровільних дружин, пожежно-технічних комісій, видання наказів по питаннях посилення пожежної безпеки. До експлуатаційних заходів відносяться: правильна експлуатація, профілактичні ремонти, огляди і випробування зварювального обладнання, пристроїв та ін. До технічних заходів відносяться: дотримання норм і правил при налаштуванні і установці зварювального устаткування, систем вентиляції, підведення електропроводки, захисного заземлення і відключення. До режимних заходів відносяться: заборона куріння в невстановлених місцях, проведення зварювальних і інших вогневих робіт в пожежонебезпечних місцях.

Пожежну техніку згідно ГОСТ 124009 – 82 «Пожежна техніка для захисту об'єктів. Основні види. Розміщення і обслуговування», призначену для захисту складально-зварювальних об'єктів підрозділяють на наступні групи: пожежні

машини (автомобілі, мотопомпи і причепа); установки пожежогасінні; установки пожежної сигналізації; вогнегасники; пожежне устаткування; пожежний ручний інвентар; пожежні рятувальні пристрої. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються в складі пожежного щита. Крім цього на щіті розташовується: пожежний інвентар: покривало з негорючого теплоізоляційного полотна – 1, пожежні відра – 2, совкові лопати – 2, лом – 1, сокира – 1.

Відповідно до ГОСТ 121004 – 91 «Пожежна безпека. Загальні вимоги» передбачені засоби пожежогасінні. При гасінні титану, який горить і деяких інших сплавів категорично забороняється заливати їх водою, застосовувати пісок, вуглекислоту, азот, хладон, порошки типу ПСБ і ША. Для гасіння пожежі застосовується глинозем, мелений плавиковий шпат, сухий порошковий флюс. Ці речовини подаються у осередок загоряння у ручну або за допомогою вогнегасника ВВК-5.

5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

л) надзвичайна ситуація техногенного та природного характеру – порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті, або на водному об'єкті, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, зокрема епідемією, епіфітотією, пожежею, яке призвело до неможливості проживання населення на території чи об'єкті, ведення там господарської діяльності, загибелі людей та значних матеріальних втрат. Неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є непідготовленість персоналу до дій в умовах надзвичайної ситуації, низька ефективність управління в цих умовах, що може привести до травмування або смерті.

Забезпечення безпеки персоналу досягається підвищенням стійкості промислового об'єкта в умовах надзвичайної ситуації; організацією рятувальних і відновлювальних робіт на промисловому об'єкті, наявністю технічних ресурсів до більш швидкої евакуації персоналу із зони ураження

Таким чином, для створення ефективної системи охорони праці та створення безпечних умов для персоналу необхідно:

- Обов'язкове проведення медичних оглядів, проведення інструктажів, допуск до роботи осіб старше 18 років, які пройшли навчання за фахом, відповідно НВАО 0.00 – 4.12 – 05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;
- Використання індивідуальних захисних засобів відповідно до ГОСТ 12.4.103 – 83 «Одяг спеціальний захисний, засоби індивідуального захисту ніг і рук», щитки захисні ГОСТ 12.4.035 – 78 «ССБТ Щитки захисні лицьові для електрозварників»;
- Робоче місце повинно бути організовано в спеціальних кабінах, має бути зручним, з хорошою вентиляцією згідно ГОСТ 12.4.021 – 75 «Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні»;
- Регулярно проводиться перевірка захисного заземлення, відсутність оголених проводів, відкритих скруток пробоїв ізоляції ПУЕ – 2011 «Правила улаштування електроустановок»;
- Перевірка наявності та справності засобів індивідуального захисту органів дихання згідно ГОСТ 12.4.034 – 2001 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту органів дихання»;
- Робоча зміна не повинна перевищувати встановленої для даної категорії працівників щоденної тривалості робочого часу, в перебігу кожної години відпочинок на 5 хвилин;
- Проведення перевірки освітленості робочої зони і справності освітлювальних ламп відповідно ДБН В.2.5 – 28 – 3006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування»;

— Перевірка системи водяного опалення та кондиціонування ділянки відповідно до ГОСТ 12.1.005 – 88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони»;

— Проведення оглядів усіх засобів пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити) знаходяться на ділянці відповідно до СНиП 2.01.02 – 85 «Протипожежні норми проектування будівель і споруд»;

— Контроль за рівнем освітленості - по ГОСТ 24940 – 81;

— Контроль пожежної небезпеки - по ГОСТ 12.1.004 – 85;

— Контроль за станом вентиляції робочих місць – по ГОСТ 12.1.005 – 88.

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розроблена технологія збирання та зварювання баку трансформатора потужністю 16000 кВ. Корпус баку трансформатора виготовлений зі сталі 09Г2С. Зварюваність матеріалу добра і не потребує термообробки. Базовою технологією зварювання 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 під шаром флюсу. На підставі розробленої технології складена маршрутна карта та спроектована зварювальна дільниця.

Техніко-економічні розрахунки показали, що використання автоматизованого зварювання під шаром флюсу дозволить отримати економічний ефект у розмірі 16911372 грн. У проекті передбачені заходи з охорони праці для забезпечення безпеки робітників при проектуванні зварювальної дільниці у відповідності до Державних стандартів України.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Принц, М. В. Трансформатори. Монтаж, обслуговування та ремонт [Текст] / М. В. Принц, В. М. Цимбалістий – Л.: Оріяна – Нова, 2007. – 184 с.
2. Глічев, А. В. Повна схема механізму управління якістю продукції. Стандарти і якість. [Текст] / А. В. Глічев – К.: Афіша, 2002. – 314 с.
3. Сорокин, В. Г. Марочник стали и сплавов. [Текст] / В. Г. Сорокин – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
4. Винокуров, В. А. Сварка в машиностроении. Справочник. [Текст] / А.В. Винокуров; под ред. Васина Г.В. – М.: Машиностроение, 1979. – 567 с.
5. Карпенко, А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві [Текст] / А. С. Карпенко; 2-ге видання, переробл. та доповн.: Навч. посібник. – К.: Арістей, 2006. – 272 с.
6. Лащенко, Г. И. Современные технологии сварочного производства. [Текст] / Г. И. Лащенко – К.: Екотехнологія, 2012.- 720 с.
7. Кайдалов, А. А. Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. [Текст] / А. А. Кайдалов – К.: Екотехнологія, 2007. – 456 с.
8. Николаев, Г. А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций [Текст] / Г. А. Николаев, С. В. Куркин, В. А. Винокуров. – М.: Высшая школа, 1983. – 344 с.
9. Севбо, П. И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования [Текст] / П. И. Севбо. – К.: Наук. думка, 1978. – 400 с.
10. Белов, С. В. Охрана труда при производстве и эксплуатации подъемно-транспортных машин. [Текст] /С. В. Белов, А. Ф. Козьяков – М.: Машиностроение, 1986. – 209 с.
11. 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.

12. Лазуткін, М. І. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання [Текст]/ Укл.: М. І. Лазуткін , М. О. Журавель – Запоріжжя: ЗНТУ, Каф. ОП і НС, 2018. – 44 с.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			ГКІЮ 15352019.001 ЗК	Збиральне креслення.		
				<u>Детали</u>		
		1	Б/К	Продовжня стінка	2	
		2	Б/К	Торцева стінка	2	
		3	Б/К	Днище	1	
		4	Б/К	Кришка	1	
		5	Б/К	Кронштейн	2	
		6	Б/К	Палець	2	
		7	Б/К	Палець	1	
		8	Б/К	Линза L=200	1	

ГКІЮ 15352019.001 ЗБ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Клименко Д.С.	<i>Д.С. Клименко</i>	2.12.19.
Пров.		Нетрепко В.В.	<i>В.В. Нетрепко</i>	2.12.19.
Н.контр.		Щумікін С.О.	<i>С.О. Щумікін</i>	12.12.19.
Утв.		Щумікінов О.В.	<i>О.В. Щумікінов</i>	12.12.19.

Бак трансформатора
потужністю 16000 кВт

Лист	Лист	Листов
	1	1

НУ "Запорізька політехніка"
Кафедра ОТЗВ
Група ІФ-318м
Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			ГКІЮ 15352019.005 ЗК	Збиральне креслення.		
				<u>Детали</u>		
		1	Б/К	Пластина	1	
		2	Б/К	Пластина	2	
		3	Б/К	Пластина	1	
		4	Б/К	Гайка М 16	2	
		5	Б/К	Косинка	4	
		6	Б/К	Палець	2	
		7	Б/К	Палець	1	
		8	Б/К	Ланцюг L=200	1	

ГКІЮ 15352019.005 ЗБ

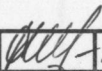
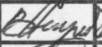

Изм.	Лист	№ докум.	Прдп.	Дата
Разраб.		Клименко Д.С.	<i>[Signature]</i>	6.12.19
Пробв.		Нетрепко В.В.	<i>[Signature]</i>	6.12.19
Н.контр.		Шумікін А.С.	<i>[Signature]</i>	12.12.19
Утв.		Общніков А.В.	<i>[Signature]</i>	

Пристосування для збирання
кронштейнів

Лит.	Лист	Листов
	1	1

НУ "Запорізька політехніка"
Кафедра ОТЗВ
Група ІФ-318м

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Разраб.	Клименко Д.С.		11.12.19.
Провер.	Нетребко В.В.		11.12.19.
Н. контр.	Шумікін С.О.		12.12.19.

Листов 4 Лист 1

ГКІЮ 15352019.000 ПЗ

ДП

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

УЗГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

на технологічний процес збирання та зварювання баку
трансформатора потужністю 16000 кВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Нормоконтроль

Дата

Внедрен в производство

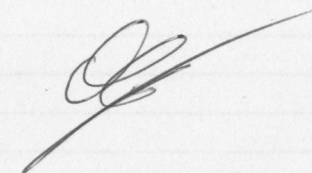
Акт № _____ Дата _____.

Зав. кафедрой ОТЗВ

Дата 12.12.2019

Комплект документів

соответствует



ТД

42														
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
										Листов 4	Лист 4			
Разраб.			Клименко Д.С.	<i>ММ</i>						ГКІЮ 15352019.000 ПЗ				
Пров.			Нетребко В.В.	<i>В.В.</i>										
Н. контр.			Шумікін С.О.	<i>С.О.</i>										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции					Обозначение документа				
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Наименование детали сб. единицы или материала				Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
43	Зварювальний напівавтомат WEGA 501 DW,													
44	збиральна плита, джерело живлення, I=280-380А,				U = 28-35 В									
45	130. Зварювальна													
46	Зварювання баку				Зварник V									4,56
47	Зварювальний напівавтомат WEGA 501 DW													
48	збиральна плита, джерело живлення, I=280-380А,				U = 28-35 В									
49	140. Комплектувальна													
50	Комплектація баку				Слюсар зі складання м/к IV									2,0
51	Збиральна плита													
52	150. Транспортувальна													
53	Транспортування баку на випробувальне поле				Стропальник IV, крановщик IV									0,2
54	Кран вантажопідйомністю 20т													
55	160. Випробування													
56	Випробування баку на герметичність				Зварник V									8,0
57	Трансформатор зварювальний ТД-500													
58	170. Транспортувальна													
59	Транспортування бака на склад готової продукції				Стропальник IV, крановщик IV									0,1
60	Кран вантажопідйомністю 20т													
61														
62														