

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Науково-навчальний Інститут матеріалознавства і зварювання
імені Є.О.Патона**

Кафедра смарт технологій та з'єднань та інженерії поверхні

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

 Ігор СМІРНОВ
« » _____ 2022 р.

**Дипломна робота на здобуття ступеня бакалавра
спеціальності 131 «Прикладна механіка»**

**на тему: «Установка для дослідження напружень кручення
вихрострумовим методом»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ЗА-81
Михайленко Владислав Володимирович

Керівник:

к.т.н.,
Мінаков Антон Сергійович

Консультант з охорони праці:


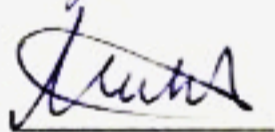
Професор, д.т.н, доцент,
Левченко Олег Григорович

Консультант з економіки:

Доцент, к.е.н., доцент,
Тимошенко Наталія Юріївна

Рецензент:

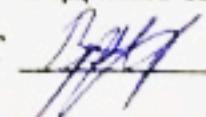
Доцент, к.т.н., доцент,
Стреленко Наталія Михайлівна





Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент 

Київ – 2022 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий Інститут матеріалознавства та зварювання
імені Є.О. Патона**

Кафедра смарт технологій з'єднань та інженерії поверхні
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»
Освітньо-професійна програма «Автоматизовані технологічні системи у зварюванні»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Ігор СМІРНОВ
« ____ » _____ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту**

Михайленко Владислав Володимирович

1. Тема проєкту «Установка для дослідження напружень кручення вихрострумовим методом», керівник проєкту Мінаков Антон Сергійович, канд. тех. наук, затверджено наказом по університету від «09» червня 2022 р. №992-с
2. Термін подання студентом проєкту 16 червня 2022 р.
3. Вихідні дані до проєкту: вихрострумовий метод, цільнотянута труба, напруження кручення, сталь 20.
4. Зміст пояснювальної записки: аналітичний огляд вихрострумового методу та датчиків, аналіз процесу виготовлення цільнотянутих труб, розробка експериментальної установки для дослідження напружень кручення, експериментальні дослідження показів вихрострумового методу від крутного моменту.
5. Перелік графічного матеріалу (кількість аркушів плакатів або креслень у форматах А1): Плакат з 3Д моделлю експериментальної установки, складальне креслення експериментальної установки, креслення деталей установки, Плакат з отриманими експериментальними даними

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Левченко О.Г., професор		
Економічний розділ	Тимошенко Н.Ю., доцент		

7. Дата видачі завдання 30 травня 2022 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітичний огляд вихрострумowego методу та датчиків	30.05.2022 – 04.06.2022	
2	Аналітичний огляд вихрострумowego методу та датчиків	05.06.2022 – 07.06.2022	
3	Розробка експериментальної установки для дослідження напружень кручення,	08.06.2022 – 10.06.2022	
4	Експериментальні дослідження показів вихрострумowego методу від крутного моменту.	10.06.2022 – 11.06.2022	
5	Оформлення дипломного проекту і передача її на кафедру	12.06.2022 – 16.06.2022	

Студент

Владислав МИХАЙЛЕНКО

Керівник

Антон МИНАКОВ

АНОТАЦІЯ

Тема роботи: «Розробка експериментальної установки для визначення напружень кручення вихрострумовим методом»

Мета роботи: Розробити установку для визначення напружень кручення вихрострумовим методом.

Предмет дослідження: Використання вихрострумового дефектоскопа.

Об'єкт дослідження: Цільнотянута труба

Розглянута технологія дозволяє розширити діапазон досліджень вихрострумами не тільки дефекти а і зміну напружень металу. Установка дозволяє проводити дослідження використовуючи зразки з різних матеріалів та невеликим діапазоном діаметрів. Також, в цій установці при наданні напружень крутного моменту на зразок не діють поперечні навантаження на згин, що дозволяє набагато точніше робити висновки з проведених експериментів. Для надання навантаження кручення на зразки різних діаметрів, було зроблено пересувний важіль..

Записка вміщує 90 сторінок машинописного тексту, 55 рисунків, 20 таблиць, 5 додатки, 38 джерел літератури.

Ключові слова: Вихрострумовий метод, зразок, дефектоскоп, датчик

ANNOTATION

Subject of work: "Development of an experimental setup for determining the torsional intensity by the eddy current method".

Purpose of work: To develop an installation for determining the torsional stress by the eddy current method.

Subject of study: Use of eddy current flaw detector.

Object of study: Solid pipe

The considered technology allows to expand research of eddy currents not only defects and change of tension of metal. The installation allows the use of samples of different materials and small diameters. In addition, in these institutions, when applying the voltage of the torque of the sample does not apply the transverse loads on the bend, which allows you to effectively draw conclusions from the experiments. To provide torsional load on models of different diameters, a movable lever was made.

The note contains 90 pages of typewritten text, 55 figures, 20 tables, 5 appendices, 38 references.

Key words: Eddy current method, sample, flaw detector, sensor

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИХРОСТРУМОВИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ НАПРУЖЕНЬ КРУЧЕННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ БЕЗШОВНИХ ТРУБ	8
1.1 Вихрострумний метод.....	8
1.2 Вихрострумні датчики	11
1.3 Аналіз ринку вихрострумних датчиків	13
1.4 Вигодування безшовних труб	15
2 РОЗРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ КРУЧЕННЯ ВИХРОСТРУМОВИМ МЕТОДОМ.....	20
2.1 Вихрострумний дефектоскоп ВД 3-81 «Eddycon».....	20
2.2 Принцип роботи дефектоскопа.....	22
2.3 Принцип роботи дефектоскопа.....	24
2.4 Експериментальна установка для дослідження напружень кручення	25
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗІВ ВИХРОСТРУМОВОГО МЕТОДУ ВІД КРУТНОГО МОМЕНТУ	43
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	55
4.1 Опис ідеї проекту	55
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	56
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	57
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	63
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	66
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	70
5.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів	71
5.2 Інженерні рішення для забезпечення безпеки праці	73
5.3 Пожежна безпека.....	78
ВИСНОВКИ.....	80
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	81
ДОДАТКИ.....	85

					<i>ЗА-81.03.00.0000ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Михайленко В.В.			Розробка експериментальної установки для визначення напружень кручення вихрострумним методом	Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Мінаков А.С.					6	
Н. Контр.		Чорний А.В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона,		
Затверд.		Смирнов І.В.						

ВСТУП

Зі стрімким прогресом науки і техніки виникає велика потреба в розробці методів діагностики технічного обладнання. На сьогоднішній день зварювання залишається одним з основних видів технічних операцій. А з конструктивної точки зору і найпоширенішим основним матеріалом є феромагнітна сталь. Для перевірки якості зварного шва проводиться неруйнівний контроль. Існує багато способів і способів його реалізації. Для феромагнітної сталі використання контролю вихрових струмів дуже підходить через його простоту використання. Після зварювання конструкція має два основних впливи на метод магнітного контролю. Зміни в структурі металу внаслідок залишкових напружень і деформацій, а також термічного циклу зварювання. Теоретично, щоб використовувати неруйнівний контроль, кожен з цих елементів повинен бути оцінений окремо, але, як показує фактична структура, ці елементи завжди поєднуються при дослідженні фактичної конструкції. Напружено-деформовані стани можна вивчати без структурних змін у прототипі. Однак, враховуючи структурні зміни без залишкових напружень або деформацій, це галузь, яка в даний час мало вивчена в науці. За допомогою вихрострумовевого методу розроблено та розроблено різні варіанти обладнання та досліджено напруження кручення. Модифіковані версії установки дозволяють експериментувати з різними зразками, різними матеріалами та невеликим діапазоном діаметрів.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИХРОСТРУМОВИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ НАПРУЖЕНЬ КРУЧЕННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ БЕЗШОВНИХ ТРУБ

1.1 Вихрострумний метод

Вихрострумний (неруйнівний) контроль — це неруйнівний контроль, що ґрунтується на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля з електромагнітним полем вихрових струмів, які наводяться в об'єкті контролю цим полем. Є одним з методів неруйнівного контролю виробів із струмопровідних матеріалів.

Випробування на вихроструми (ЕКТ) як методика випробувань сягає своїм корінням в електромагнетизм. Вихрові струми вперше спостерігав Франсуа Араго у 1824 р., але французький фізик Леон Фуко приписується їх відкриття в 1855 р. ЕКТ почався в основному завдяки результатам англійського вченого Майкл Фарадей відкриття електромагнітна індукція у 1831 р. Фарадей виявив, що коли існує замкнутий шлях, по якому може циркулювати струм і змінюється в часі, магнітне поле проходить через провідник (або навпаки), електричний струм протікає через цей провідник.

Значна частина розвитку ЕКТ як неруйнівний контроль техніка промислового застосування була проведена протягом Другої Світової війни в Німеччині. Професор Фрідріх Ферстер працюючи в Інституті Кайзера-Вільгельма пристосував технологію вихрових струмів для промислового використання, розробивши прилади для вимірювання провідності та сортування змішаних чорних компонентів. Після війни, в 1948 році, Ферстер заснував компанію, яка тепер називається Foerster Group де він досяг великих успіхів у розробці практичних інструментів ЕСТ та їх продажі.

На сьогодні випробування на вихрові струми є широко використовуваною та добре відомою технікою контролю для виявлення дефектів, а також вимірювань товщини та провідності.

									Арк.
									8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЗА-81.03.00.000ПЗ

Принцип дії заснований на методі вихрових струмів, що полягає у порушенні вихрових струмів в локальній зоні контролю і реєстрації змін електромагнітного поля вихрових струмів, обумовлених дефектом і електрофізичними властивостями об'єкта контролю. Характеризується невеликою глибиною контролю, тобто тріщини і несучільності матеріалу на глибині до 2 мм.

Метод керування вихровими струмами заснований на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля та електромагнітного поля вихрових струмів, індукованого котушкою збудження в провідному об'єкті, керованому цим електромагнітним полем. Індуктори часто використовуються як джерело електромагнітних полів, які називаються «перетворювачами вихрових струмів».

Синусоїдальний (або імпульсний) струм, що протікає в котушках вихрострумів перетворювача, створює електромагнітне поле, яке збуджує вихрові струми в електромагнітному об'єкті. Електромагнітне поле вихрових струмів впливає на котушки перетворювача, наводячи в них ЕРС або змінюючи їх повний електричний опір. Реєструючи напругу на котушках або їх опір, отримують інформацію про властивості об'єкта і про стан перетворювача залежно від його розташування відносно об'єкта. Особливість вихрострумівого контролю полягає у тому, що його можна проводити без механічного контакту перетворювача з об'єктом. Їх взаємодія відбувається на відстанях, достатніх для вільного руху перетворювача відносно об'єкта (від часток міліметра до декількох міліметрів). Тому цими методами можна отримувати добрі результати контролю навіть за високих швидкостей відносного руху об'єктів.

Вихрострумівий контроль дозволяє виявляти як поверхневі, так і підповерхневі дефекти.

Об'єктами вихрострумівого контролю можуть бути: основний метал, зварні з'єднання конструкцій, а також деталі. Вихрострумівим контролем можуть бути виявлені: кувальні, штампувальні, шліфувальні тріщини, надриви в елементах конструкцій та деталях; неметалеві включення, пори в поковках та прокаті; тріщини, що виникли в елементах конструкцій та деталях при експлуатації машин.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихрострумовим методом не можуть бути проконтрольовані елементи конструкцій та деталі з різкими змінами магнітних або електричних властивостей; з дефектами (тріщинами), площини розкриття яких є паралельні до контрольованої поверхні або складають з нею кут менший від 10° . При вихрострумовому контролі не виявляються дефекти в елементах конструкцій та деталях: з поверхнями, на які нанесені електропровідні захисні покриття, якщо дефект не виходить на поверхню покриття; з поверхнями, покритими корозією.

Найкраще виявляються дефекти типу поперечних тріщин, зорієнтовані перпендикулярно до контрольованої поверхні. Ширина розкриття поперечної тріщини в певних межах не впливає на можливості її виявлення (20...30 мкм), однак можливості виявлення дуже щільних тріщин різко зменшується. Таке явище, наприклад, характерне для гартівних тріщин. Риси і надрізи в порівнянні з поперечними тріщинами, зазвичай, виявляються гірше. Заповнення порожнини дефекту брудом, нагаром, неелектропровідними оксидами тощо не призводить до зниження їх виявленості.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

1.2 Вихрострумові датчики

Вихрострумові датчики в основному використовуються для вимірювання зміщення і положення електропровідних цілей. Зазвичай вони використовуються для вимірювання феромагнітних і неферомагнітних матеріалів. Доступні в мініатюрних і субмініатюрних моделях, також використовуються для вимірювання в обмеженому просторі.

Вихрострумовий датчик працює по індуктивному вихрострумовому принципу (рис 1.1). Він вимірює відстань на основі добування енергії з коливального контуру, яка потрібна для генерації вихрового струму в електропровідних матеріалах.

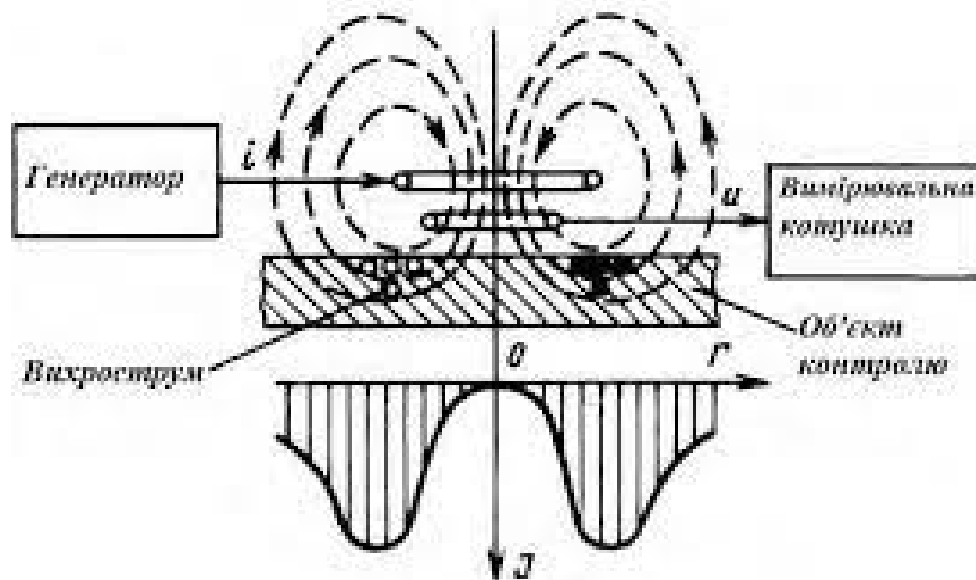


Рисунок 1.1 - Схема роботи датчика

Коли на чутливу котушку подається змінний струм, навколо котушки формується магнітне поле. Якщо в це поле помістити електропровідний матеріал, то відповідно до закону індукції Фарадея індукується поле вихрових струмів. Коли об'єкт рухається, це викликає зміна імпедансу котушки (рис 1.2), яке пропорційно зміні відстані між датчиком і метою.

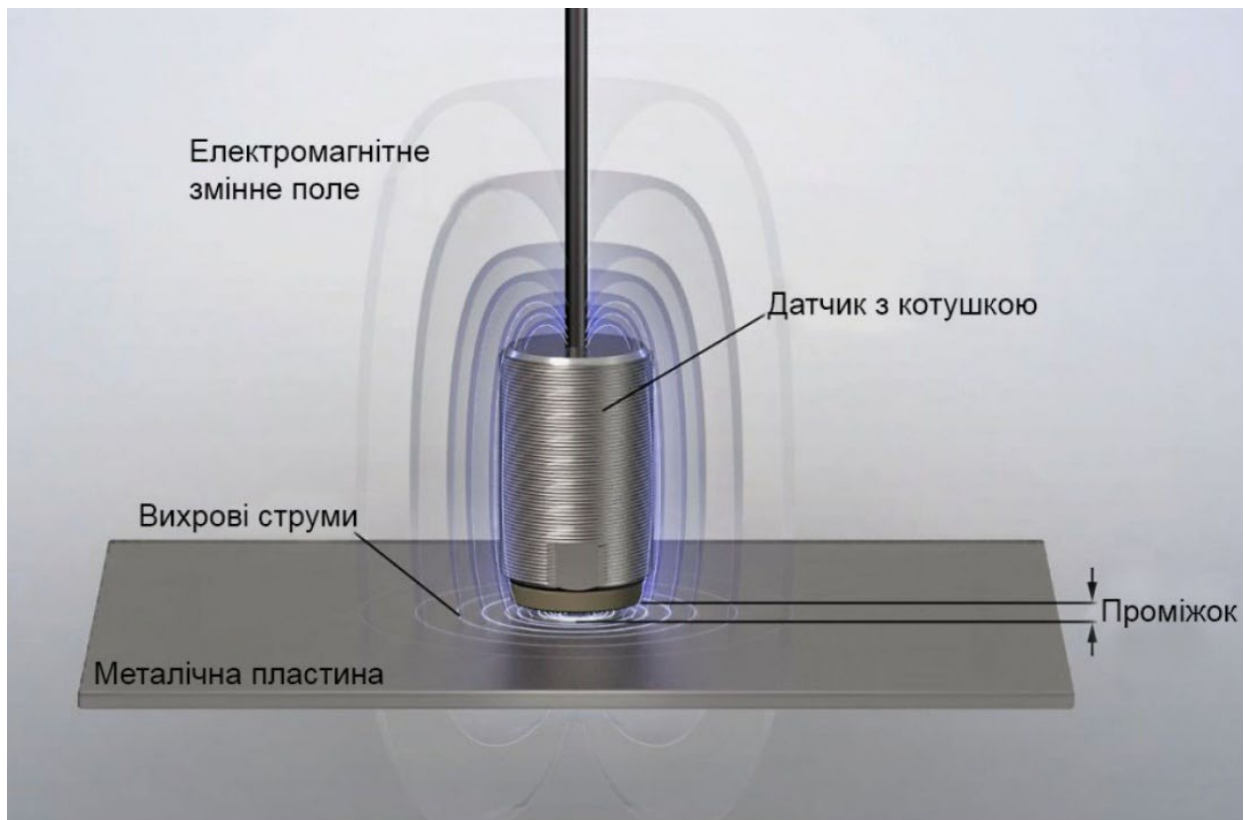


Рисунок 1.2 - Принцип роботи вихрострумowego датчика

Переваги вихрострумowego датчика.

Вихроструміві датчики мають чудову температурну стабільність і стійкість до тиску, температури, бруду і мастила. Вони здатні працювати при тиску до 4000 бар і є одними з кращих зносостійких безконтактних датчиків для вимірювання переміщення і положення в суворих промислових умовах.

Датчики також можуть вимірювати з високою швидкістю. Головку датчика також можна налаштувати відповідно до конкретних запитів клієнтів, щоб вона відповідала різним потребам. Датчики, як правило, мають мініатюрний розмір і тому підходять для вимірювання в місцях з обмеженим доступом. Ці датчики також недорогі і можуть використовуватися в масових OEM-додатках.

Вони підходять для застосування в суворих промислових умовах завдяки своїй чудовій стійкості до масел, бруду, пилу, вологи і полях магнітних перешкод.

Завдяки своїй стійкості і стійкості до вимірювань в екстремальних умовах, вихроструміві датчики широко використовуються в різних галузях промисловості.

Ось деякі приклади:

- Вимірювання вібрації приводів на заводах з цинкування сталі

									Арк.
									12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЗА-81.03.00.000ПЗ

- Рух циліндра в двигуні внутрішнього згоряння
- Вимірювання товщини листового металу в зазорі ролика
- Вимірювання рух гідроциліндрів
- Використовується в літаках для вимірювання руху перемикачів дверних замків і закрилків шасі.

1.3 Аналіз ринку вихорострумівих датчиків



Рисунок 1.3 - MTN EP080

Датчик зсуву з діапазоном вимірювань 0 - 2 мм.

Застосовується для моніторингу насосів, турбін, верстатів в широкому діапазоні робочих частот.

Діаметр вимірювальної головки датчика 5мм, довжина 37 мм, корпус датчика М8.

Сумісний з виносним електронним блоком MTN ECPD вихретокового датчика.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13



Рисунок 1.4 - MTN EP200

Датчик зсуву з діапазоном вимірювань 0 - 5 мм.

Застосовується для статистичних даних насосів, турбін, верстатів в широкому діапазоні робочих частот.

Діаметр вимірювальної головки датчика 13 мм, довжина 62 мм, корпус датчика M16

Сумісний з виносним електронним блоком MTN ECPD каналу вихрострумowego датчика

Вихрострумний датчик зміщення з діапазоном вимірювань 0 - 8,5 мм.

Зазвичай використовується для вимірювання зазорів, застосовується для насосів, турбін, верстатів. Діаметр вимірювальної головки датчика 20 мм, довжина 75 мм, корпус датчика M20.

Сумісний з виносним електронним блоком MTN ECPD каналу вихрострумowego датчика. Зазвичай використовується для вимірювання великих зазорів, застосовується для насосів, турбін, верстатів, металевих підстав.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Для того, щоб обрати необхідний матеріал для зразку, необхідно проаналізувати властивості конструкційних сталей. Якість конструкційної сталі визначається корозійною стійкістю, механічними властивостями та зварюваністю. За механічними характеристиками сталі ділять на групи: сталь звичайної, підвищеної та високої міцності. Основні властивості сталі безпосередньо залежать від хімічних елементів, що входять до складу сплаву та технологічних особливостей виробництва.

Ферит – це, основа сталі. Він є маломіцним і пластичним, цементит навпаки, тендітний і твердий, а перліт має проміжні властивості. Властивості фериту не дозволяють застосовувати його у будівельних конструкціях у чистому вигляді. Для підвищення міцності фериту сталь насичують вуглецем (сталі звичайної міцності, маловуглецеві), легують добавками хрому, нікелю, кремнію, марганцю та інших елементів (низьколеговані сталі з високим коефіцієнтом міцності) та легують з додатковим термічним зміцненням (високоміцні сталі).

До шкідливих домішок відносяться фосфор та сірка. Фосфор утворює розчин з феритом, таким чином знижує пластичність металу за високих температур і підвищує крихкість при низьких. Утворення сірчистого заліза при надлишку сірки призводить до червоноламкості металу. У складі сталі ст3 допускається трохи більше 0,05% сірки і 0,04 % фосфору.

Недостатня температура для формування феритової структури може призвести до утворення та накопичення міжчасткового вуглецю та сусідніх дефектів у кристалічній ґратці. Такі зміни в структурі сталі знижують стійкість до крихкого руйнування і підвищують межу плинності та тимчасову стійкість. Це називається старінням через тривалість процесу структурних змін. Коливання температури і механічні впливи прискорюють старіння. Насичений газ і забруднена сталь схильні до старіння.

Конструкційні сталі виробляють мартенівським та конвертерним способами. Якість та механічні властивості сталей киснево-конвертерного та мартенівського виробництва практично не відрізняються, але киснево-конвертерний спосіб простіше та дешевше.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

За ступенем розкислення розрізняють тихі, напівспокійні та киплячі сталі. Киплячі сталі не окислюються. Заповнюючи форми, вони закипають і заповнюються газами. Для підвищення якості низьковуглецевих сталей застосовують розкислювачі: добавки кремнію (0,12 - 0,3%) або алюмінію (до 0,1%). Розкислювачі зв'язують вільний кисень, а алюмінати та силікати, що утворюються, збільшують кількість місць кристалізації, сприяючи утворенню дрібнозернистої структури. Окислену сталь називають тихою, оскільки вона не кипить при заливці. Низькосортні сталі більш однорідні, менш крихкі, краще зварюються, краще витримують динамічні навантаження. Їх використовують у виробництві критичних конструкцій. Висока вартість обмежує використання м'якої сталі, з технічних та економічних причин найпоширенішим конструкційним матеріалом є напівспокійні сталь. Для окислення напівтвердої сталі використовується менша кількість розкислювача, переважно кремнію. За якістю та ціною напівспокійні сталі займають проміжне місце серед киплячих «тихих сталей».

Ст. 3 це нелегована конструкційна вуглецева сталь, звичайної якості. Деякі елементи, такі як кремній, сірка, фосфор та марганець потрапляють у сплав. Їхня кількість мала на стільки, що вони не вважаються легуючими. Це найпоширеніша сталь.

Цей вид сталі набув широкого застосування у промисловості. Її використовують для виготовлення несучих елементів зварних та не зварних конструкцій та деталей, що працюють при позитивних температурах. Листовий прокат, який відноситься до п'ятої категорії (ГОСТ 535-88), прийнято використовувати при температурах від -45 до +425 [16].

Сталь 20 відноситься до розряду збагачених вуглецем конструкційних сталей високого рівня якості. На виробництва поставляється у кількох варіаціях – сріблянка, калібрована, кована або гарячекатана. Можна виділити п'ять типів цього різновиду сталі за вимогами до її механічних властивостей.

Для початку процесу кування досить розігріти сталь до +1280 градусів Цельсія, а завершуватися процес повинен при температурі -750 градусів Цельсія,

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

при тому що охолодження кування здійснюється повітряним способом. Сталь марки 20 відноситься до типу нефлокеночутливих, а також вона не схильна до відпускнуї здатності. Можливість зварювання цього типу сталі нічим не обмежена, крім тих деталей, які піддавалися хіміко-термічної обробці.

Сталь 20 є найбільш часто використовуваним процесом у виробництві тихих деталей, який зазвичай виконується за рахунок малих кількостей. Разом з цими деталями можуть бути осі, зубці або шістки, які будуть зацементовані для подальшого терміну служби. Крім усього, цей тип сталі можна використовувати для виготовлення особливо делікатних деталей, які можна використовувати для стирання. Без термічної обробки цей тип сталі можна використовувати для механічних операцій, а також у переносних кранах, а також інших деталей, які працюють під лещатами в діапазоні температур від -40 до +450 градусів Цельсія. При хіміко-термічній обробці сталі 20 використовуються необхідні авторитети для основи високоякісних деталей, головною характеристикою яких є високий рівень властивостей поверхні.

Склад сталі 20 марки дуже різноманітний, так як містить вуглець, марганець, кремній, мідь, миш'як, нікель, фосфор і сірку. По суті, цей вид сталі є дуже цікавою сумішшю, яка містить ферит і перліт. Під час термічної обробки структуру матеріалу можна змінювати на мартенсит порційно. Слід зазначити, що ці перетворення конструкції призведуть до того, що міцність сталі зросте, а її пластичність, навпаки, зменшиться. Якщо сталь 20 піддати термічній обробці, то її можна використовувати при виготовленні спеціальних виробів метизного типу.

Корозійна стійкість у середовищі H₂S: загальна швидкість корозії $\leq 0,5$ мм/рік; стійкість до водневого розтріскування CLR 3% CTR $\leq 6\%$; стійкість до сульфідного корозійного розтріскування 75% від $\sigma_{0,2}$. Відповідно до ТУ 14-3-1971-97 металеві труби повинні витримувати випробування на водневе розтріскування згідно NACE TM 02 84 (випробувальне середовище NACE TM 01 77). Граничні значення коефіцієнтів довжини (CLR) і товщини тріщин (CTR) не повинні перевищувати відповідно 3% і 6%. Метал труби повинен витримувати сульфідні випробування на розтріскування. Порогове напруження СКРН повинно

									Арк.
									18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗА-81.03.00.000ПЗ				

бути не менше 75% (254 МПа) від гарантованого мінімального межі текучості матеріалу. Загальна швидкість корозії металевих труб не повинна перевищувати 0,5 мм/рік.

Наплавлення ущільнювальних поверхонь деталей трубопровідної арматури згідно з ГОСТ 26-07-2028-81 здійснюється ручним електродуговим наплавленням електродами типу Е-20Х13 з покриттям УОНІ-13НЖ, НДІ-48, НДІ-48Ж-1 або дріт SV1. Підготовка поверхні до наплавлення виконується механічною обробкою. Наплавлення проводять з попереднім і супутнім нагріванням деталі до 400-450 °С не менше як у 3 шари товщиною не менше 4 мм без урахування припуску на механічну обробку. Термічну обробку після наплавлення проводять відпуском при 550-600 °С (витримка 2-5 год) для твердості НВ = 301-350, при 600-650 °С (витримка 2-5 год) для твердості НВ = 240-300, при 400 -450 °С (витримка 2-5 год) для твердості НВ = 351-400. Температура духовки при завантаженні святкових частин не повинна перевищувати 300 °С.

Зварювання можна здійснювати без обмежень, за винятком деталей після хіміко-термічної обробки. Методи зварювання RDS, ADS під зануреною дугою та захисним газом, KTS. Для ручного дугового зварювання використовуються електроди МР-3 або УОНІ13 / 45А; для автоматичної зануреної дуги - кабель Св-08А, Св-08ГА або Св-10Г2 з потоком АН-348А; для зварювання в захисних газах Ar і CO₂ - зварювальний дріт Св-08Г2С [17].

Висновки по розділу 1:

- Вихрострумний датчик володіє рядом переваг над іншими, а саме стійкості до бруду, мастила, пилу. Також може працювати в важких промислових умовах.
- Перевага безшовних труб полягає в герметичності, стійкості до екстремальних температу і тиску.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2 РОЗРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ КРУЧЕННЯ ВИХРОСТРУМОВИМ МЕТОДОМ

2.1 Вихрострумний дефектоскоп ВД 3-81 «Eddycon»

Призначення

Дефектоскоп відноситься до засобів контролю та оцінки дефектів і призначений для ручного та механізованого контролю вихрострумним методом на наявність поверхневих та підповерхневих дефектів типу порушення суцільності матеріалу (тріщини, закати, раковини, волосовини та ін.), у тому числі для:

- контролю деталей авіаційної техніки;
- трубопроводів різного цільового призначення, контролю балок, стрижнів, смужок тощо;
- контролю залізничного рухомого складу;
- контролю металевих ділянок несучих конструкцій тощо.

Дефектоскоп може застосовуватися для контролю продукції під час її виробництва та в процесі експлуатації службами неруйнівного контролю та лабораторіями підприємств, що забезпечують контроль якості продукції.

Дефектоскоп забезпечує можливість виявлення поверхневих та підповерхневих дефектів у деталях з металів та сплавів, у тому числі феромагнітних, з відносною магнітною проникністю більше 1 та електропровідністю до $5,8 \cdot 10^7$ См/м (провідність чистої відпаленої міді прийнята за 100 %).

Параметри контрольованих об'єктів, що обмежують сферу застосування дефектоскопа, встановлюються в нормативній документації на конкретний вид контролю продукції та матеріалу. Дефектоскоп забезпечує можливість підключення та роботи з ВТП наступного типу:

- диференціальний ВТП;
- диференціальний ВТП, включений за схемою моста;

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

- диференціальний ВТП, трансформаторного типу, із заземленою середньою точкою;

- диференціальний ВТП, трансформаторного типу;

- абсолютний (параметричний) ВТП;

- Абсолютний ВТП трансформаторного типу. Дефектоскоп забезпечує можливість підключення сканера вихрострумовеого ротаційного та ручного датчика колії (ДП).

Оцінка стійкості якості функціонування дефектоскопа та ВТ на вплив електромагнітних перешкод за критерієм "В" відповідно до ГОСТ 29073.

Дефектоскоп відповідає за стійкістю до дії зовнішніх електромагнітних радіомагнітних полів ГОСТ 29280; п. 4.5 (критерій А, ступінь жорсткості випробувань 2) за стійкістю до впливу електростатичних розрядів ГОСТ 29192 (група Е, категорія 3, клас 3.5), ГОСТ 29280 (критерій В).

Вид кліматичного виконання УХЛ, категорія розміщення 3.1 за ГОСТ 15150, але для діапазону робочих температур навколишнього повітря мінус 10 до плюс 40 оС.

Ступінь захисту дефектоскопа від проникнення твердих тіл та води IP64 за ГОСТ 14254.

Приклад запису позначення дефектоскопа при замовленні та документації в іншій продукції, в якій вона може бути застосована (рис 2.1):

«Дефектоскоп вихрострумівий ВД 3-81 «Eddycon». ТУ У 33.2-23535778-029:2011»



Рисунок 2.1 – Вихрострумівий дефектоскоп

									Арк.
									21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3А-81.03.00.000ПЗ

2.2 Принцип роботи дефектоскопа

Робота дефектоскопа заснована на використанні ефекту збудження вихрових струмів у металі, що збуджуються внаслідок впливу збуджуючого електромагнітного поля. Збудливе електромагнітне поле формується вихрострумовим перетворювачем (ВТП), на який від генератора надходить напруга збудження. Вихрові струми, протікаючи у металі, формують вторинне електромагнітне поле. Поле, сформоване в результаті складання збудливого та вторинного електромагнітних полів, у ВТП наводить ЕРС. Отримана напруга надходить на підсилювач (при несиметричному вході), попередньо посилюється, а потім надходить на підсилювач. При симетричному вході напруга відразу надходить на підсилювач. На виході підсилювача напруга потрапляє на вхід АЦП, оцифровується та запам'ятовується в оперативній пам'яті дефектоскопа за допомогою ПЛІС та УніЦПУ, потім виводиться на екран. По сформованому на екрані зображенню дефектоскопіст може будувати висновки про наявність у контрольованій області виробу дефектів (рис. 2.2-2.3).

За відсутності в об'єкті контролю дефектів сигнал на екрані дефектоскоп залишається без змін.

Якщо об'єкт контролю є дефект (тріщина), то лінії вихрових струмів спотворюються, змінюючи тим самим вторинне електромагнітне поле. Як наслідок, змінюється і результуючий електромагнітне поле, що призводить до зміни напруги, що формується на виході ВТП.

Відповідне зміни сигналу зображення буде сформовано на екрані і дефектоскопіст має можливість візуально визначити наявність дефекту.

Дефектоскоп одночасно формує у ВТП сигнали збудження з різними частотами. Таким чином, для одного ВТП формується два віртуальні канали по одному для кожної частоти і з'являється додатковий механізм відбудови від факторів, що заважають.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



Рисунок 2.2 - Структурна схема дефектоскопа



Екран
дефектоскопа

Панель органів
керування
дефектоскопом

Рисунок 2.3 - Зовнішній вигляд дефектоскопа

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата/Да

ЗА-81.03.00.000073

Арк.

23

Зовнішній вигляд екрана дефектоскопу рис.2.4.

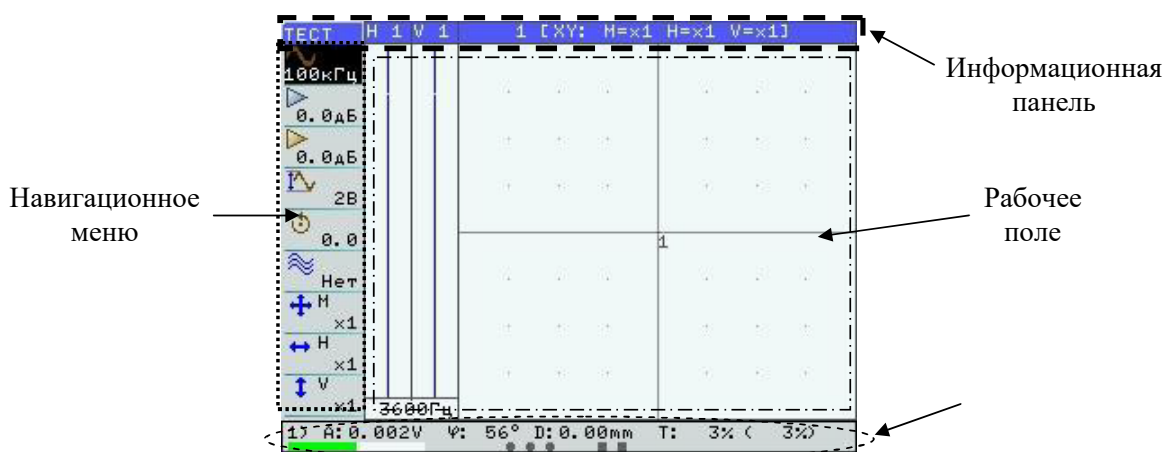


Рисунок 2.4 - Экран приладу

2.3 Принцип роботи дефектоскопа

Робота дефектоскопа заснована на використанні ефекту збудження вихрових струмів у металі, що збуджуються внаслідок впливу збуджуючого електромагнітного поля. Збудливе електромагнітне поле формується вихрострумовим перетворювачем (ВТП), на який від генератора надходить напруга збудження. Вихрові струми, протікаючи у металі, формують вторинне електромагнітне поле. Поле, сформоване в результаті складання збудливого та вторинного електромагнітних полів, у ВТП наводить ЕРС. Отримана напруга надходить на підсилювач (при несиметричному вході), попередньо посилюється, а потім надходить на підсилювач. При симетричному вході напруга відразу надходить на підсилювач. На виході підсилювача напруга потрапляє на вхід АЦП, оцифровується та запам'ятовується в оперативній пам'яті дефектоскопа за допомогою ПЛІС та УніЦПУ, потім виводиться на екран. По сформованому на екрані зображенню дефектоскопіст може будувати висновки про наявність у контрольованій області виробу дефектів.

За відсутності в об'єкті контролю дефектів сигнал на екрані дефектоскоп залишається без змін.

Якщо об'єкт контролю є дефект (тріщина), то лінії вихрових струмів спотворюються, змінюючи тим самим вторинне електромагнітне поле. Як наслідок, змінюється і результуючий електромагнітне поле, що призводить до зміни напруги,

що формується на виході ВТП.

Відповідне зміни сигналу зображення буде сформовано на екрані і дефектоскопіст має можливість візуально визначити наявність дефекту.

Дефектоскоп одночасно формує у ВТП сигнали збудження з різними частотами. Таким чином, для одного ВТП формується два віртуальні канали.

одному для кожної частоти і з'являється додатковий механізм відбудови від факторів, що заважають.

Висновок: Даний дефектоскоп ВД 3-81 «Eddyson» ефективний для даного експерименту.

2.4 Експериментальна установка для дослідження напружень кручення

Всі переваги та недоліки попередніх дослідницьких робіт цій темі модифікували установку для дослідження напружень кручення вихро струмовим методом методом ми приступили до проектування прототипу. В даній установці (рис. 2.5) до досліджуваного зразку приєднуються фланці (рис. 2.6) і також застосовується додатковий вал з фланцями, який приєднується до зразку за допомогою штифтів діаметром 10 мм., а сам вал встановлюється в корпусні підшипники.

Експериментальна установка складається з: 1 – основа; 2 – задня стінка; 3 – штифти, 12 шт.; 4 – проставочне кільце, 2шт.; 5 – фланець, 2шт; 6 – дослідний зразок; 7 – вал; 8 – корпусний підшипник, 2 шт.; 9 – квадратний профіль, для встановлення важеля; 10 – фланець.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

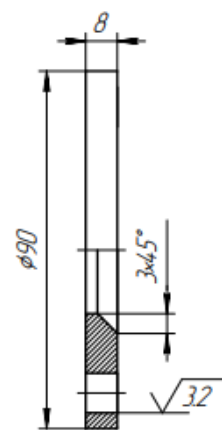
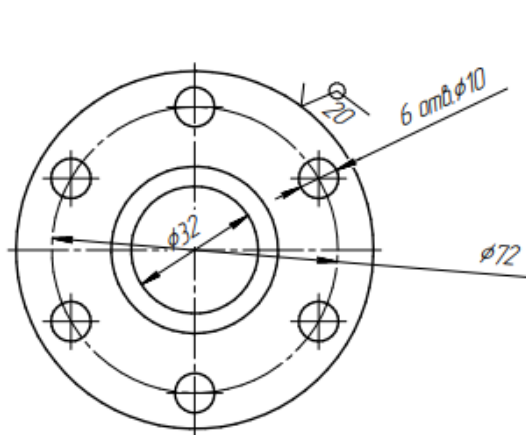


Рисунок 2.6 - Фланці, аркуш 1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3А-81.03.00.000ПЗ

Арк.

27

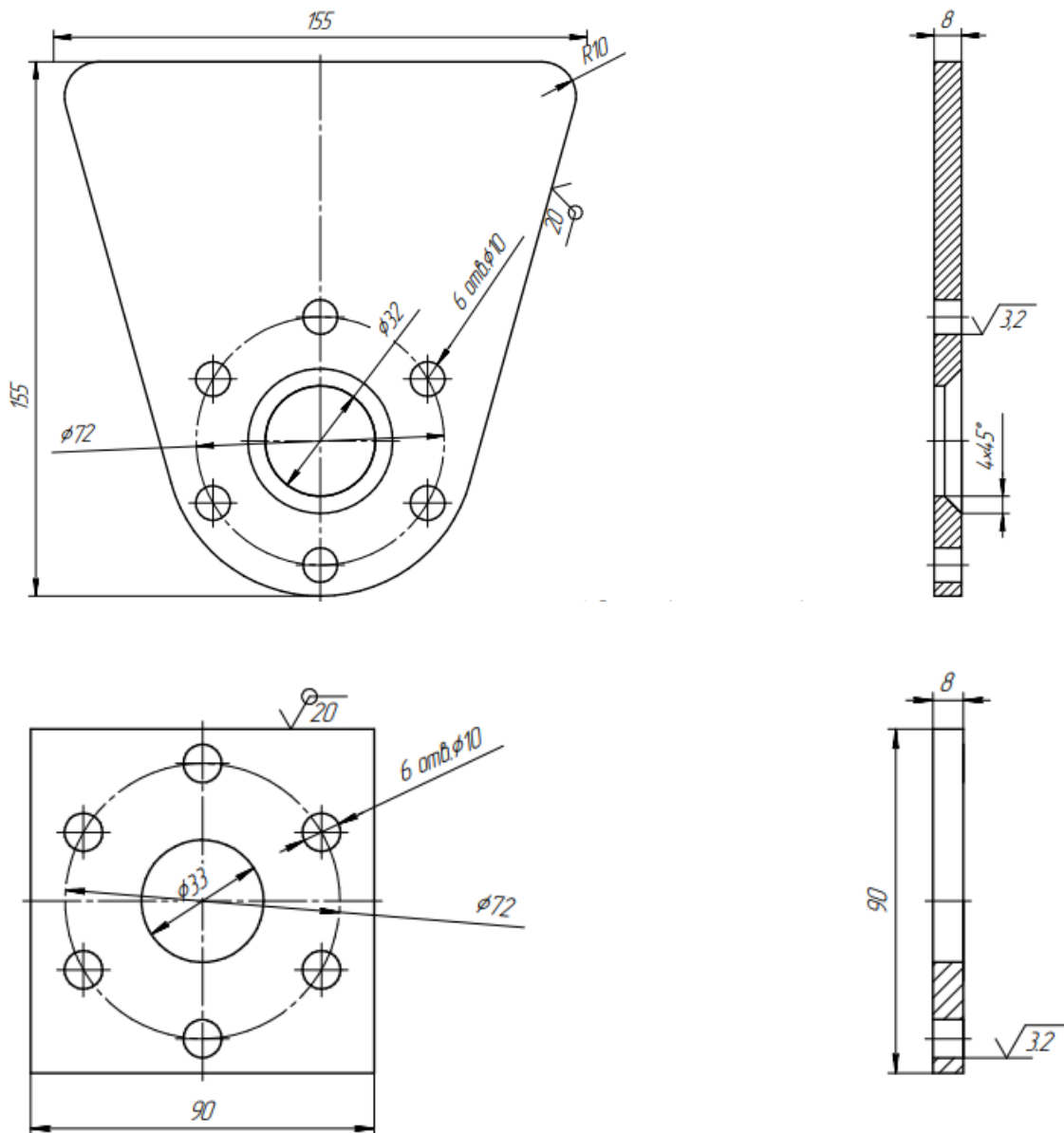


Рисунок 2.6 - Фланці, аркуш 2

Великий фланець використовується, як деталь для передачі крутного моменту на досліджуваний зразок. Великий фланець приварено до осі (рис. 2.7) на двох підшипниках. Надаючи навантаження для обертання великого фланця останній передає крутний момент вздовж своєї осі обертання та підтримує трубу. Вал із корпусними підшипниками сприймає поперечну силу і запобігає навантаження трубчастого зразка на згин. Даний вал було зроблено на універсальному токарному верстаті з кругляка. Проточуючи вал, на ньому залишили перестінок для того, щоб приєднати до нього фланець перпендикулярно осі обертання.

					ЗА-81.03.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

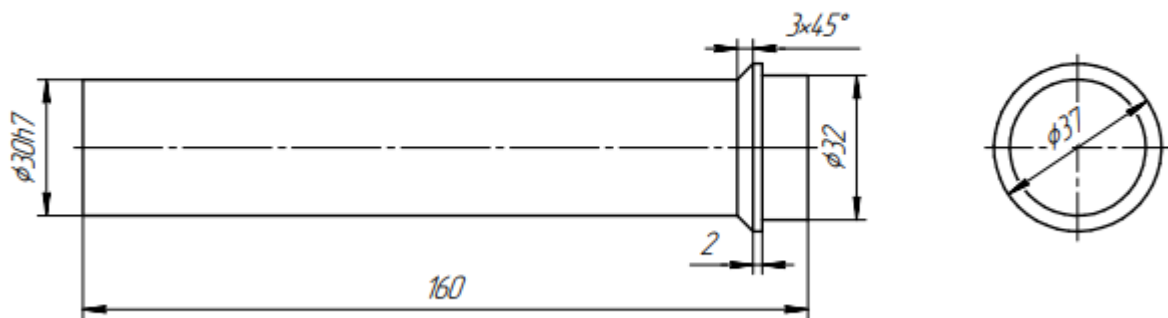


Рисунок 2.7 - Перехідний вал

Для зварювання фланців з дослідним зразком, за для уникнення перегріву зразку, було виготовлено спеціальний тримач на верстаті ЧПК для отримання точних розмірів (рис. 2.8). В цей тримач забивалась змочена ганчірка для охолодження, після чого встановлювався зразок, також цей тримач дозволяв встановити перед зварюванням фланці перпендикулярно до зразку і закріпити саморізами.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

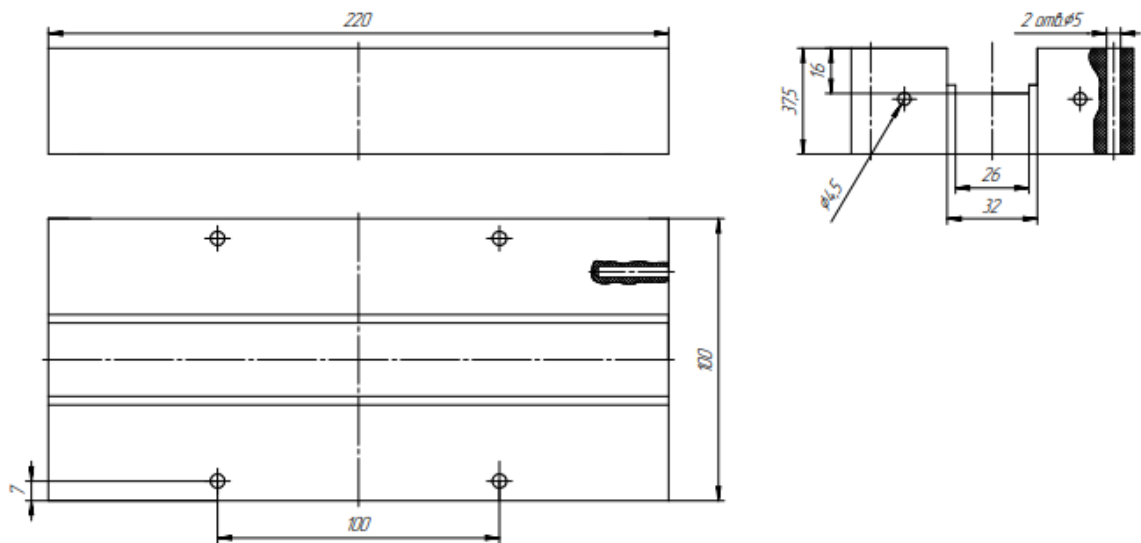


Рисунок 2.8 - Кондуктор для зварювання фланцем до дослідного зразку.

Зварювання проводилось по всій площі фланцю рівномірно. Спочатку симетрично робились точки прихвату відносно осі обертання, потім невеликими відрізками виконувалось зварювання, що дозволило уникнути деформації фланцю і перегріву зразка. Зварювання проводилось закріпивши дану конструкцію в лещата (рис. 2.9). При зварюванні трубчатого зразка з фланцями, зразок із тримачем встановлювався вертикально. В середин трубчатого зразка заливалась

					ЗА-81.03.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

вода для недопущення перегріву трубчатого зразка. Після зварювання двох фланців трубчатий зразок проточували на токарному верстаті. А саме знімалося биття з поверхні фланців.

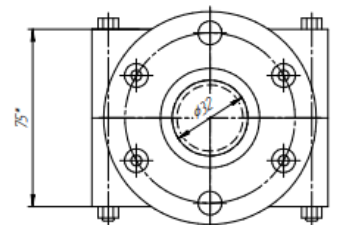
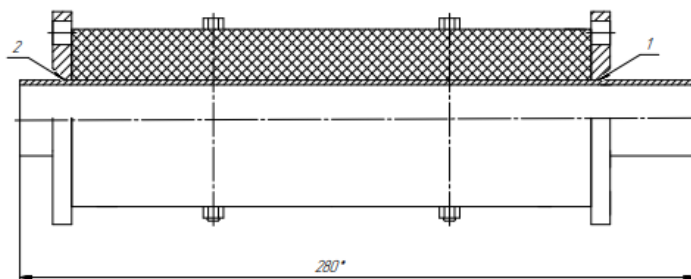


Рисунок 2.9 - Зварювання фланців.

У сучасній механіці роликові корпусні підшипники дуже поширені. Їх використовують у сільському гірничодобувній галузі, харчовій промисловості, машинобудуванні, господарстві та ще у багатьох сферах

людської діяльності, де затребуваний підшипниковий вузол з високою надійністю та відмінним рівнем захисту від зовнішніх факторів. Корпусні опори, що використовують як тіло кочення ролик, забезпечують більш високу ніж кульковий підшипник вантажопідйомність і стійкість до моменту навантажень, майже таку ж, як пропонує голковий опорний вузол.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					31

ЗА-81.03.00.000ПЗ

Влаштовані підшипники корпусні роликові зручно та ефективно. За принципом сприйняття навантажень – це сферичний вузол кочення, здатний компенсувати невеликі відхилення валу від головної осьової лінії обертання, що проходить через корпус механізму. Для того, щоб відбувалася компенсація перекосу, роликовий підшипник оснащений зовнішнім кільцем зі сферичною доріжкою кочення. Завдяки такому рішенню внутрішнє кільце, ролики та сепаратори можуть зміщуватися щодо зовнішнього кільця.

Якісний роликовий підшипник в корпусі можна використовувати в екстремальних умовах. Конструкція, схожа на футляр, захищає виріб від пилу, бруду, високих температур, вологи та втрати мастила. Виробники пропонують придбати як деталі, що не обслуговуються, так і циліндричний підшипник з мастильним ніпелем для додавання мастила в вузол під час роботи [18].

Корпусні підшипники в даній установці (рис. 2.10) використовуються для закріплення в них валу обертання та забезпечення жорсткості нашої установки. Вони не дають трубі при наданні на неї крутного моменту, приймати напруження на згин.



Рисунок 2.10 - Корпусний підшипник

					ЗА-81.03.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Попередньо вибравши довжину труби яка приварюється до фланцю для здійснення навантажень, виконали зварювання. Спочатку Здійснили зварювання (1,2) профільної труби .

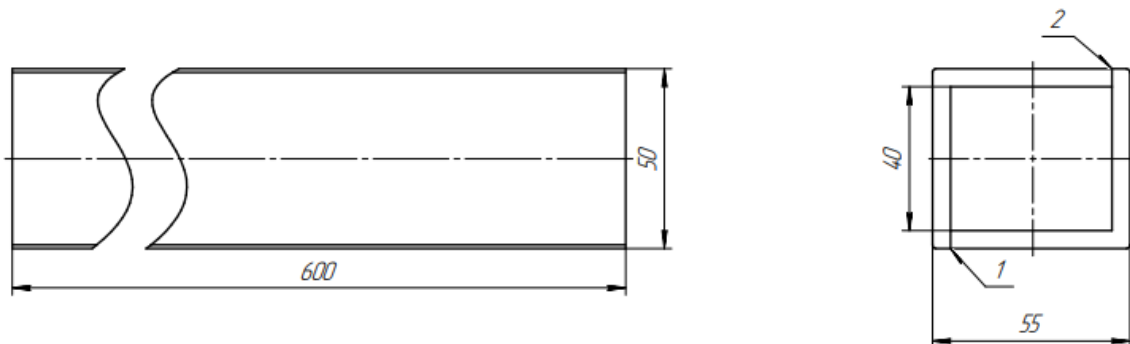


Рисунок 2.11 - Труба для навантаження

Далі здійснили зварювання (3,4) труби до фланцю.

Важіль який вставляється (40x40 мм) гачком для зміни навантаження, яким можна коригувати навантаження для зменшення розмірів установки трубу можна витягнути для компактності в неробочому стані.

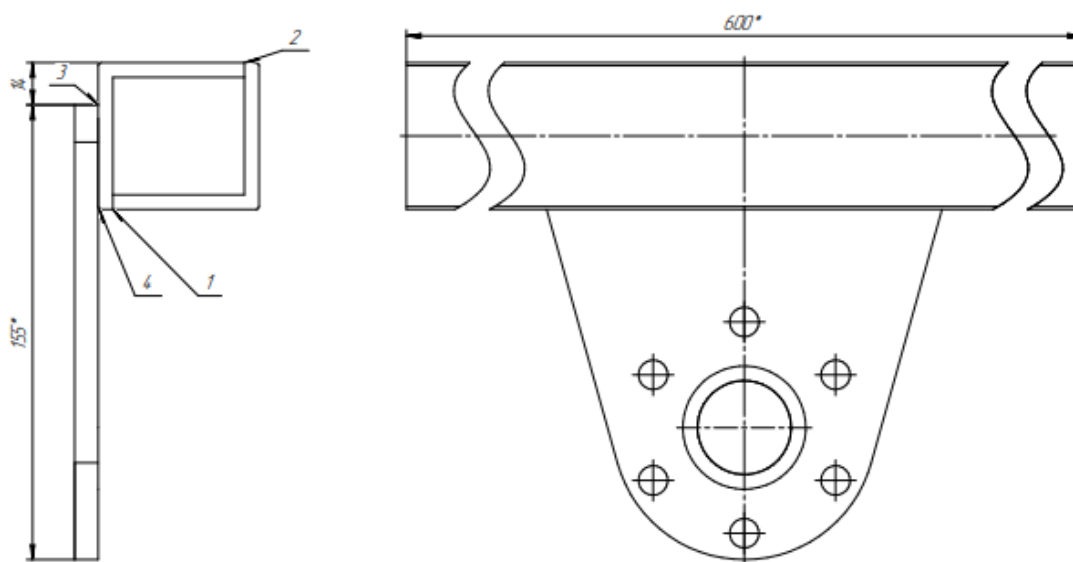


Рисунок 2.12 зварювання фланця з трубою

Після виготовлення всіх необхідних деталей нашої уставки ми перевірили чи все підходить по розмірам на основі (рис. 2.13) до якої будуть кріпитись деталі.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЗА-81.03.00.000ПЗ

Арк.

33

Перевіривши чи встановлюються наші деталі на установку було прийнято рішення додатково обробити торці на фланцях, після зварювання, для зберігання належної перпендикулярності нашої установки. Для додаткової обробки фланців, було прийнято рішення, проводити на токарному верстаті для зберігання спільної осі збірки (рис. 2.14-2.19).



Рисунок 2.13 - Перевірка перед збиранням установки



Рисунок 2.14 - База

Базу пропонуємо в подальших експериментах зафіксувати до підлоги

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						34

ЗА-81.03.00.000ПЗ

анкерними болтами.



Рисунок 2.15 - База та основа

Вставляємо основу установки в базу.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата/Да

3А-81.03.00.000ПЗ

Арк.

35



Рисунок 2.16 - Розташування основи на базі

Щоб зібрати підшипниковий вузол потрібно попередньо вставити три гвинта і три штифти.



Рисунок 2.17 - Кріплення

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата/Да

ЗА-81.03.00.000ПЗ

Арк.

36



Рисунок 2.18 - Встановлення уснановки на базу

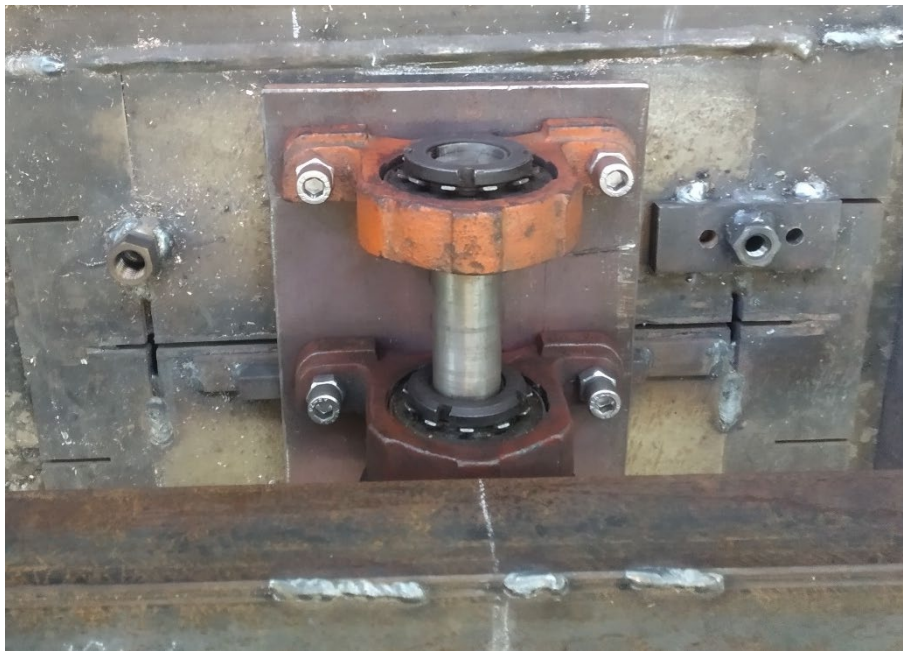


Рисунок 2.19 - Підшипникова опора

Підшипниковий вузол кріпимо до основи на чотири гвинта М10 до основи.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЗА-81.03.00.000ПЗ

Арк.

37



Рисунок 2.21 - Кріплення заготовки з сторони підшипникової опори



Рисунок 2.22 - Кріплення заготовки з сторони основи

Перед початком проведення експериментів постала необхідність проведення розрахунків на допустимі навантаження, які можна надавати на дослідний зразок не допускаючи переходу в зону пластичних деформацій.

$$W_p = \frac{\pi \times d^3}{16} \times \left[1 - \left(\frac{d_0}{d} \right)^4 \right] = 3697 \text{ мм}^3,$$

$$[\tau] = \frac{[\sigma]}{2} = \frac{240}{2} = 120 \text{ Н/мм}^2,$$

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$M_{x\max} = [\tau] \times W_p = 120 * 3697 = 443640 \text{ Н*мм.}$$

Для того, щоб надавати ступеневе навантаження, яке дорівнюватиме 70 кг, з кроком в 10 кг, необхідно зробити важіль рівний 500 мм.

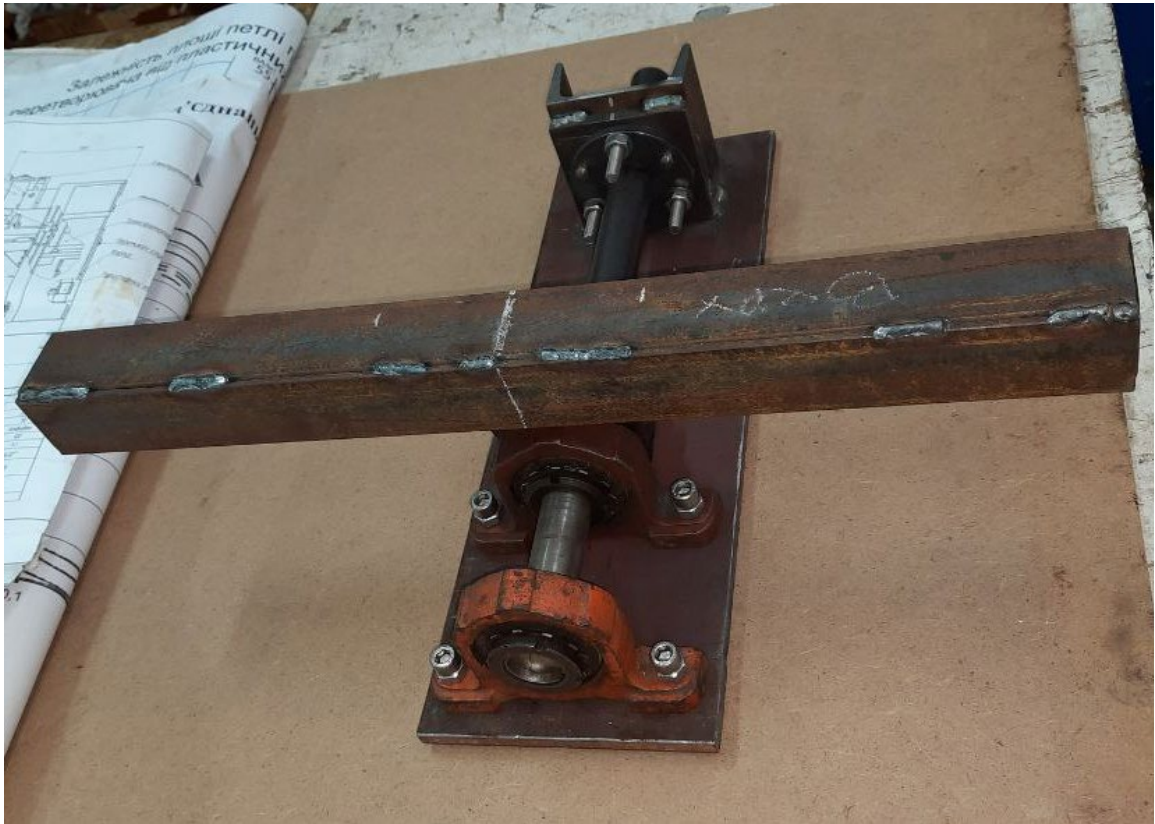


Рисунок 2.23 - Експериментальна установка для дослідів.

Виготовили окремо тримач для датчика для більш точніших вимірів і зручності при роботі.

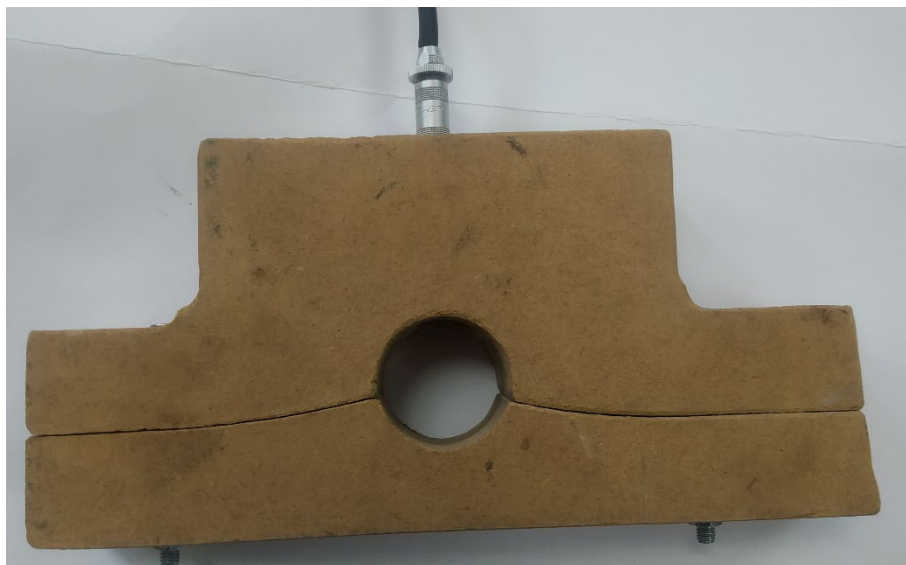


Рисунок 2.24 - Тримач датчика аркуш 1

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					40
ЗА-81.03.00.000ПЗ									

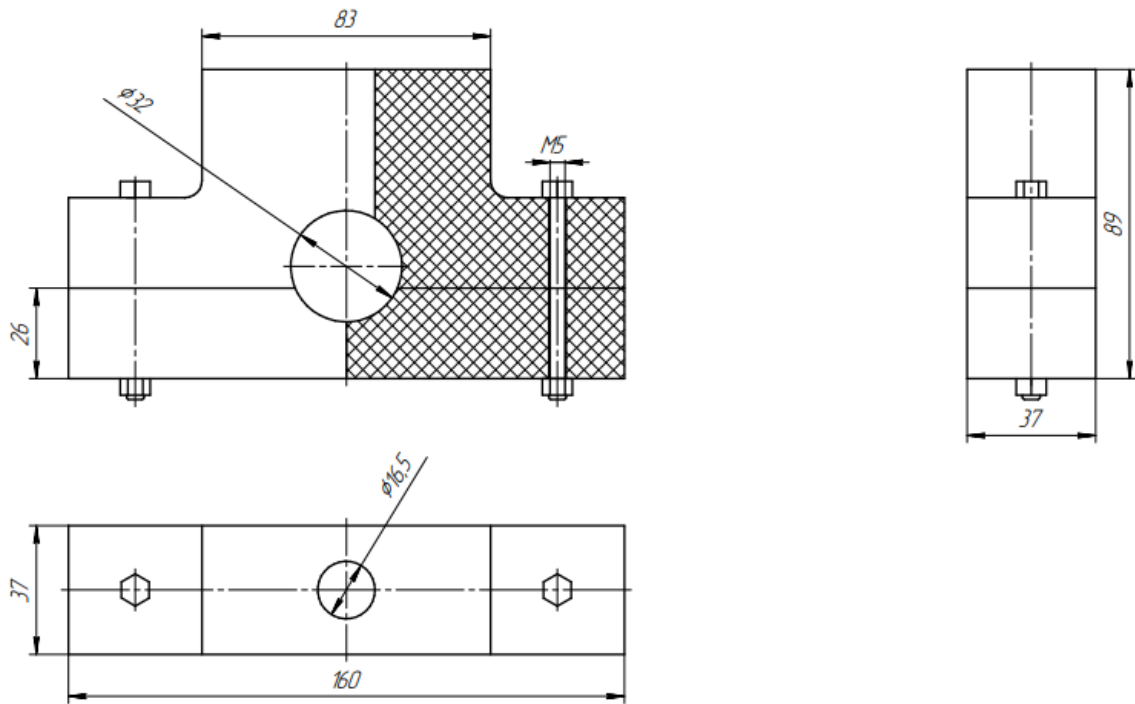


Рисунок 2.25 - тримач для датчика аркуш 2

Зібравши установку (рис. 2.22) постала необхідність в додатковому закріпленні для надання нерухомості нашій конструкції при проведенні експерименту, після чого було встановлено установку (рис. 2.26). Потім було просвердленно отвори по кутам пластини і закріплено анкерними болтами.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41



Рисунок 2.26 - Готова експериментальна установка.

Висновки: Остання версія установки дозволяє проводити дослідження використовуючи зразки з різних матеріалів та невеликим діапазоном діаметрів. Також, в цій установці при наданні напружень крутного моменту на зразок не діють поперечні навантаження на згин, що дозволяє набагато точніше робити висновки з проведених експериментів. Для надання навантаження кручення на зразки різних діаметрів, було зроблено пересувний важіль.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЗА-81.03.00.000ПЗ

Арк.

42

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗІВ ВИХРОСТРУМОВОГО МЕТОДУ ВІД КРУТНОГО МОМЕНТУ

На зразок діаметром 32 мм та товщиною стінки 3 мм був встановлений вихрострумний датчик. За допомогою експериментальної установки створювали крутний момент по черговому змінюючи напрямлення (за годинниковою – проти годинникової стрілки).

Зробивши декілька циклічних навантажень ми вимірювали амплітуду сигналу (табл. 3.1) і фазу сигналу (табл. 3.2), отримали наступні залежності (рис.3.1, 3.2)

Таблиця 3.1 - Амплітуда сигналу

кг*м	За годин	мВ	Проти годин		За годин	мВ	Проти годин	
-35			294	294			290	290
-30			229	282			225	279
-25			159	259			152	256
-20			92	228			98	212
-15			32	181			30	212
-10			73	127			70	118
-5			106	73			108	73
0	137	141	117	25	30	138	134	24
5	144	162			56	166		
10	155	178			91	178		
15	160	185			121	187		
20	169	189			145	188		
25	175	189			165	192		
30	183	189			178	193		
35	187	187			189	189		

Таблиця 3.2 - Фаза сигналу

кг*м	За годин	φ	Проти годин	φ	За годин	φ	Проти годин	
-35			260	260			260	260
-30			260	260			260	260
-25			260	260			260	260
-20			259	260			259	260
-15			257	260			257	260
-10			255	259			256	259
-5			254	258			254	259
0	252	252	252	256	256	253	252	256
5	251	251			255	252		
10	249	248			254	250		
15	248	242			253	247		
20	247	207			252	90		
25	246	116			251	74		
30	246	135			251	67		
35	248	248			277	277		

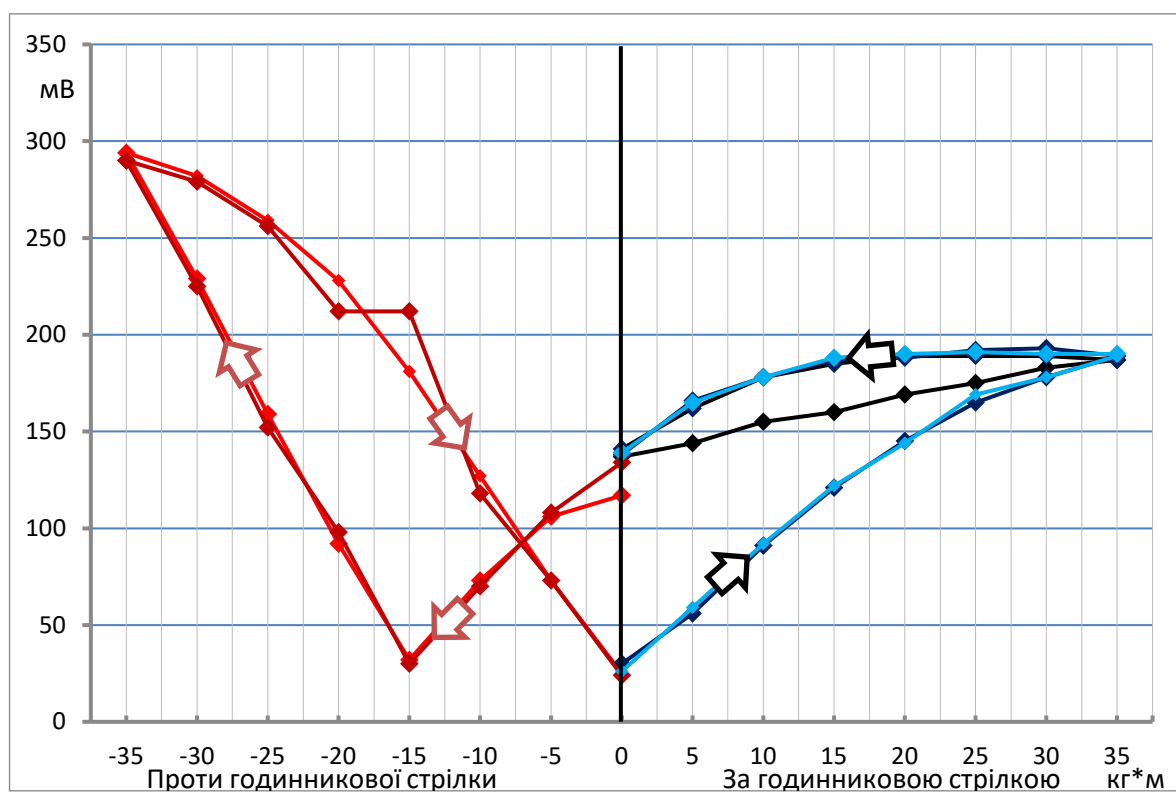


Рисунок 3.1- Залежність крутного моменту та амплітуду сигналу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата/міс.

ЗА-81.03.00.000ПЗ

Арк.

44

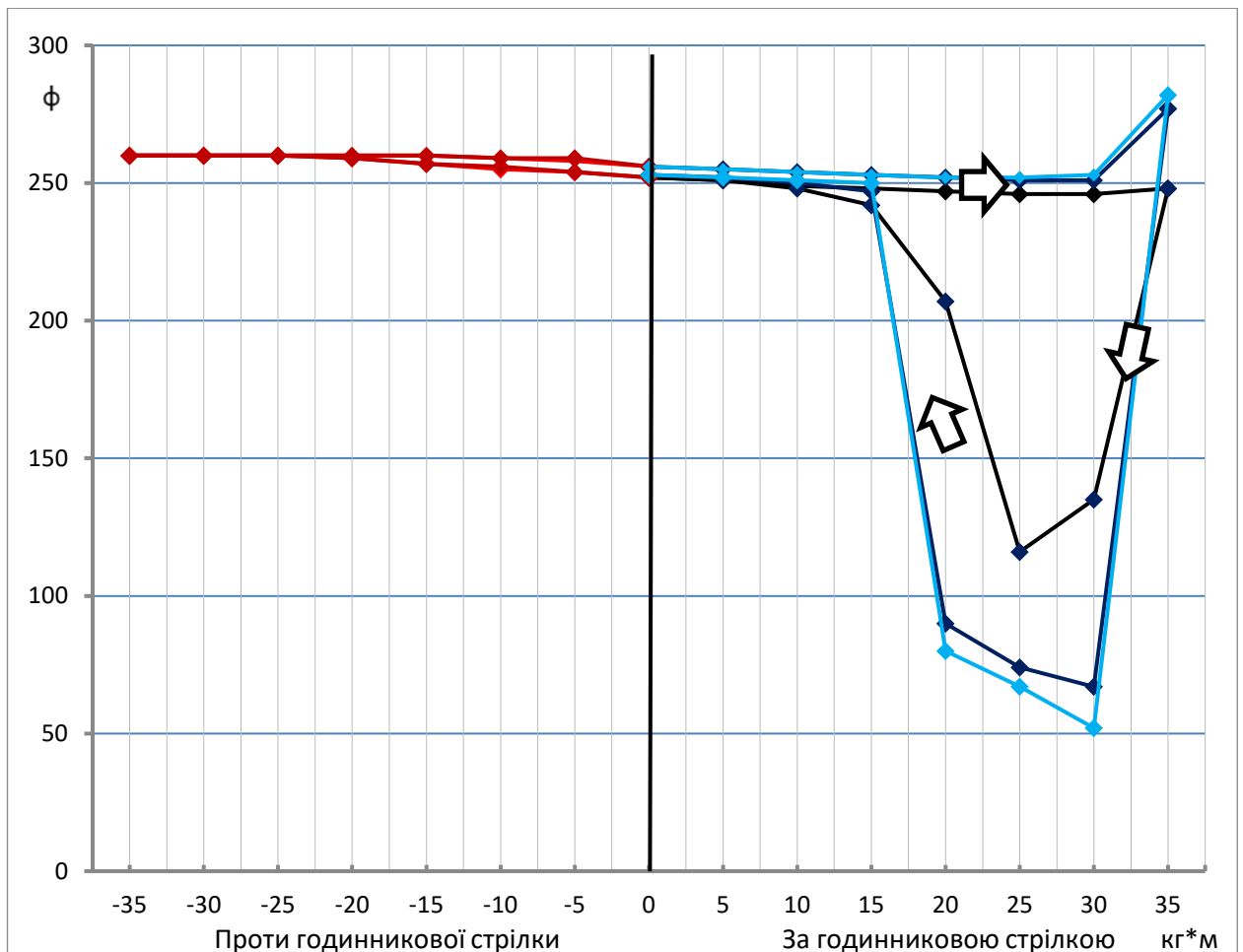


Рисунок 3.2 - Залежність фази сигналу від крутного моменту

При першому навантаженні (рис. 3.3. за годинниковою стрілкою зразок починає впрацьовуватися, тому відрізняється від (рис 3.4, 3.10) графіків

Початкова та кінцева точки кручення за годинниковою та проти годинникової стрілки не збігаються внаслідок зміни деформованого стану зразка при переставлянні важіля.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЗА-81.03.00.000ПЗ

Арк.

45

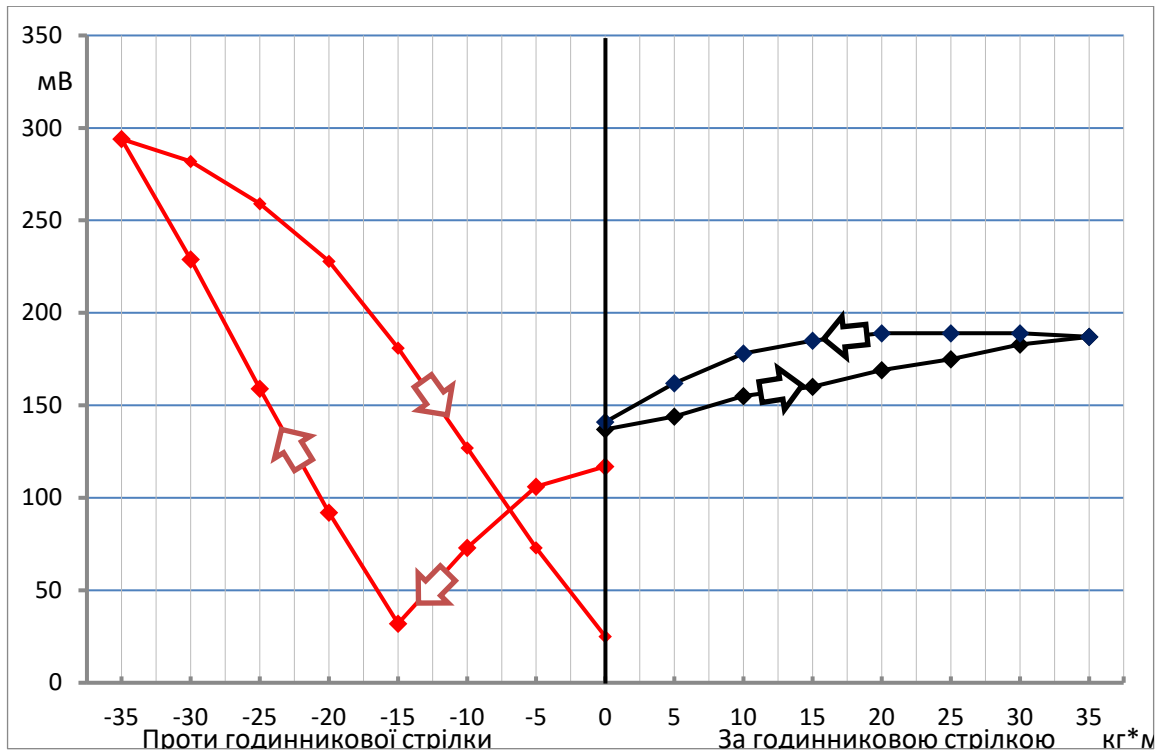


Рисунок 3.3 - Амплітуда при перших циклах навантаження за годинниковою та проти годинникової стрілки При другому циклі навантаження (рис. 3.4) отримали петлі гістерезису однакового характеру які відрізняються по максимальному значенню. Це можна пояснити наявністю залишкових напружень від деформації цільнотягнутої труби при її виготовленні

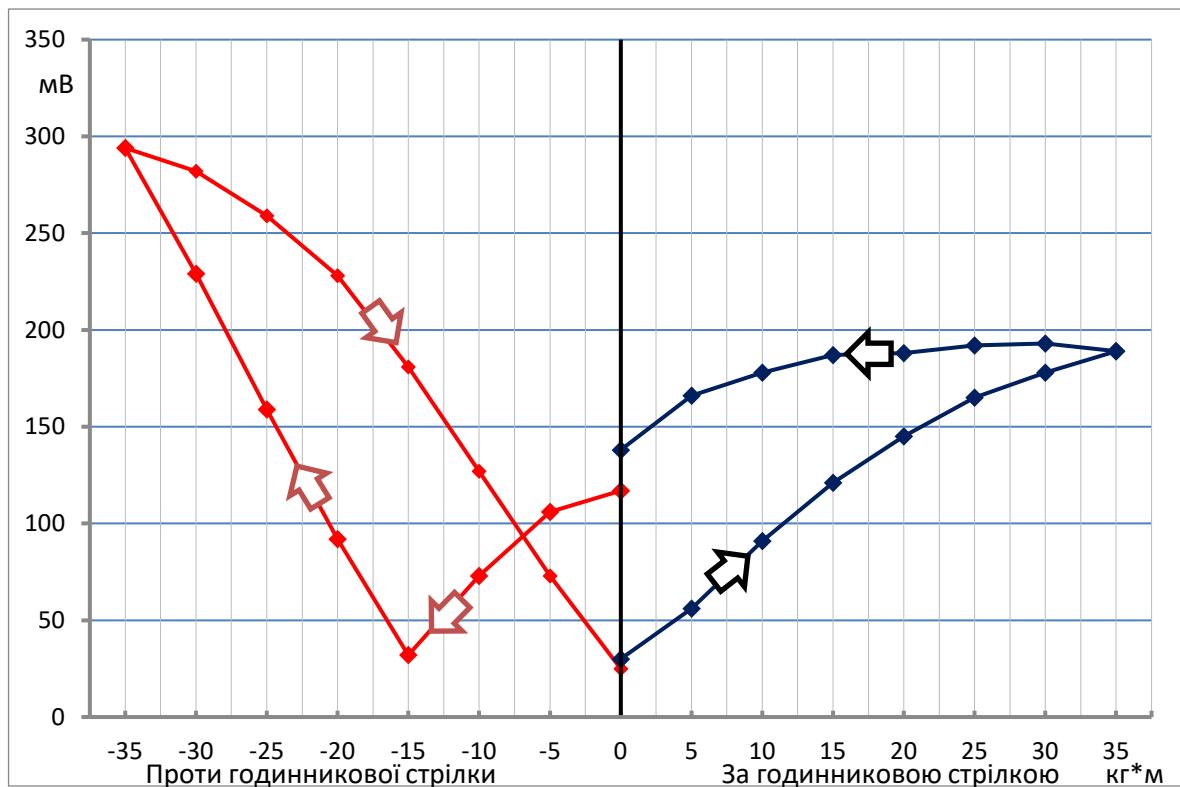


Рисунок 3.4 - Амплітуда при другому циклі навантаження за годинниковою

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЗА-81.03.00.000ПЗ

та проти годинникової стрілки.

На рис.3.5, 3.6 представлені зміни фази сигналу вихрострумowego перетворювача. Видно що фази при крученні проти годинникової стрілки не змінюється, а за годинниковою видно значні зміни. Це явище можна пояснити також наявністю залишкових напружень.

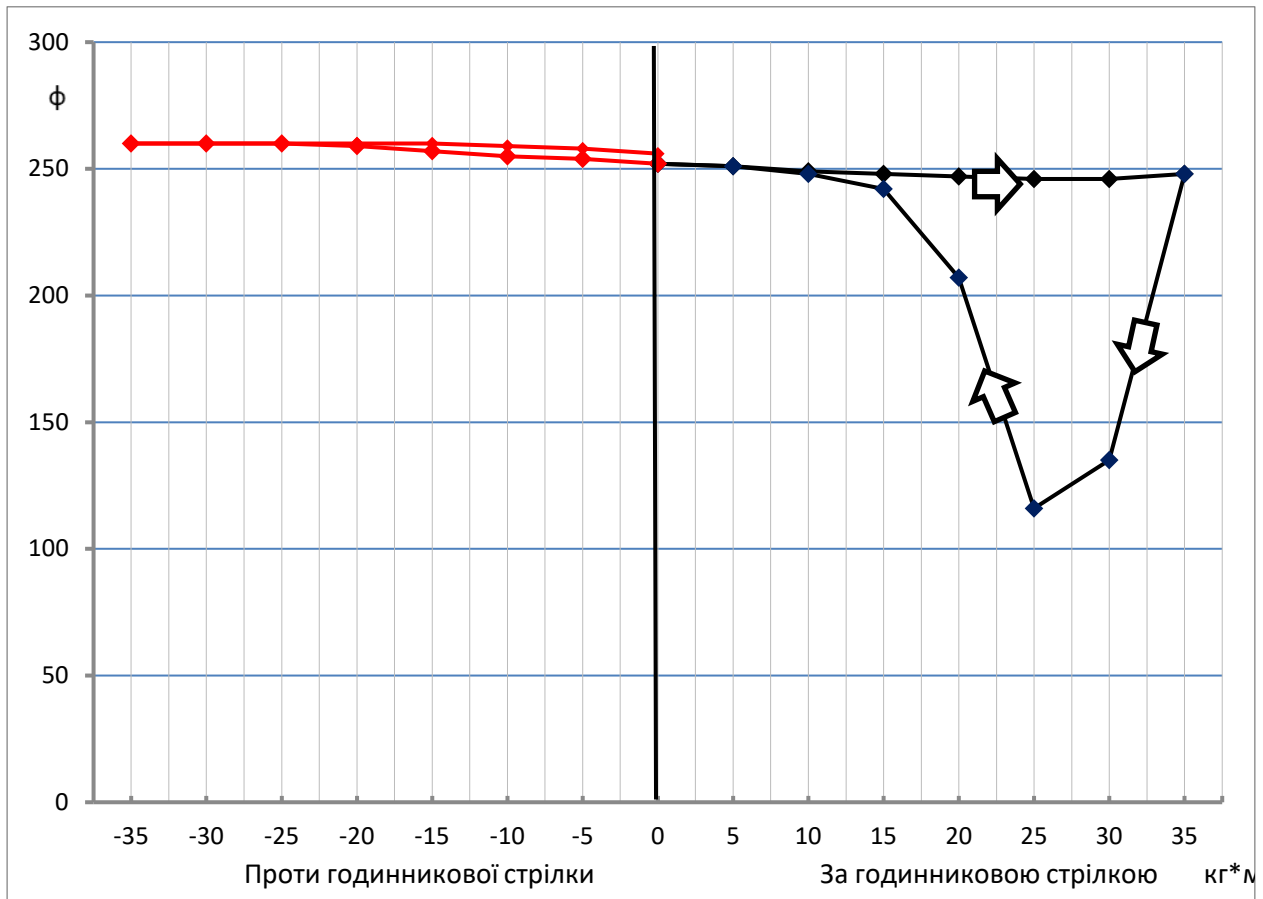


Рисунок 3.5 - Фаза сигналу при першому циклі навантаження за годинниковою та проти годинникової стрілки.

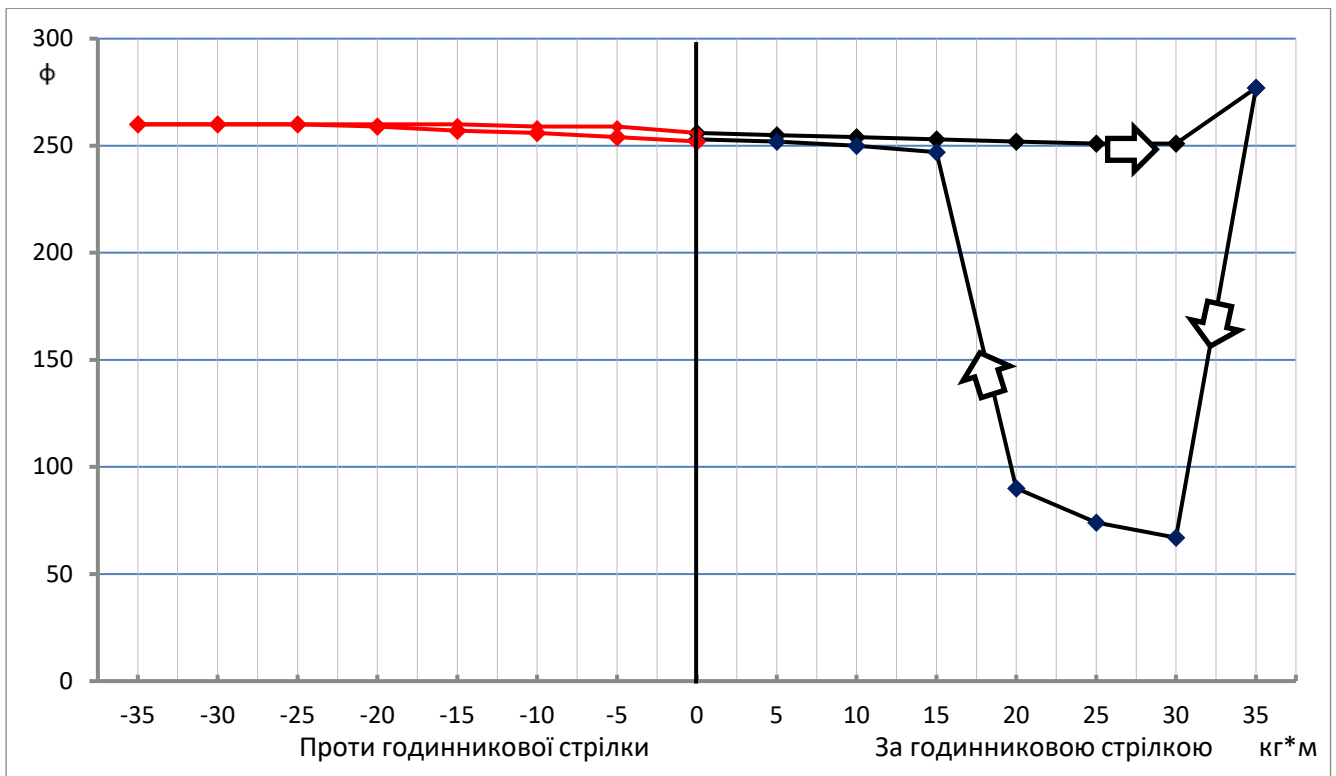


Рисунок 3.6 - Фаза сигналу при другому циклі навантаження за годинниковою та проти годинниковою стрілками.

Щоб усунути наклеп та зменшити залишкові напруження після виговлення цільнотягнутої труби нами було прийнято рішення про рекристалізаційний відпал зразку(табл. 3.3, 3.4) (нагріти до $t=680-700$ С із витримкою на протязі 60 хв і подальшим остиганням зразка разом з піччю).

Таблиця 3.3 – Амплітуда сигналу після відпалу

кг*м	За годин	мВ	Проти годин	мВ	За годин	мВ	Проти годин	мВ
-35								
-30								
-25			385	385			367	367
-20			337	375			325	361
-15			273	365			267	351
-10			142	345			167	327
-5			47	295			36	290
0	30	184	162	181	133	147	134	169
5	86	269			39	234		
10	168	305			126	275		
15	245	325			209	292		
20	302	336			264	302		
25	342	342			305	305		

На рис. 3.7 видно петлі гістерезису амплітуди сигналу вихрострумowego перетворювача після відпалу зразка. Можна відмітити майже однакові петлі гістереза при крученні, що проти годинникової стрілки, що за годинниковою стрілкою. Це підтверджує правильність попереднього висновку про наявність залишкових напружень при виговленні труби.

Як видно з графіків (рис.3.8) фаза сигналу змінюється приблизно на 180 тільки при крученні зразка за годинниковою стрілкою що також підтверджує припущення про наявність залишкових напружень при виготовленні цільнотянутої труби.

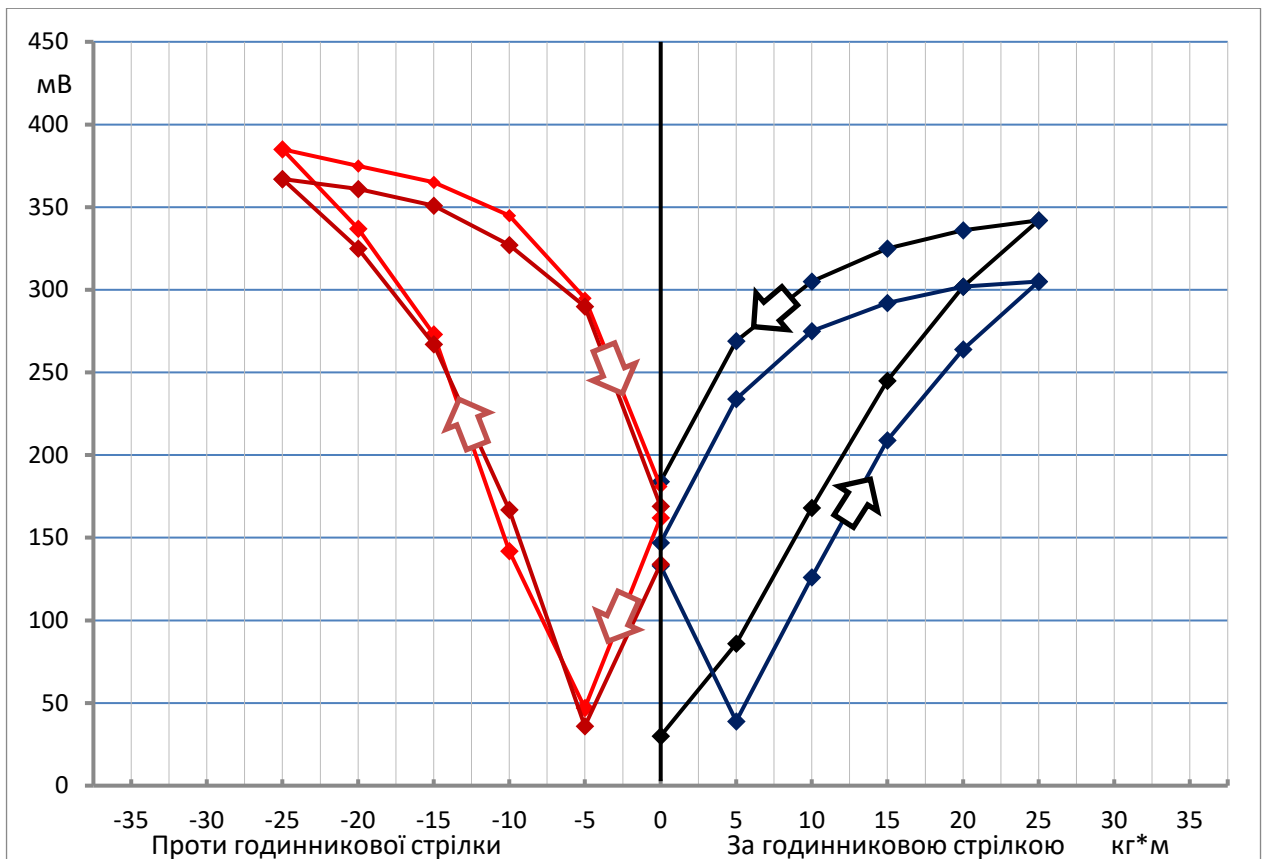


Рисунок 3.7 - Залежність амплітуди сигналу після відпалу.

Таблиця 3.4 – Фаза сигналу після відпалу

кг*м	За годин	ф	Проти годин	ф	За годин	ф	Проти годин
-35							
-30							
-25			258	258		258	258
-20			259	258		259	258
-15			260	258		260	259
-10			260	259		261	259
-5			76	260		284	260
0	0	72	73	262	262	71	72
5	74	71			371	70	
10	73	71			71	70	
15	72	71			71	70	
20	71	70			70	70	
25	71	71			70	70	

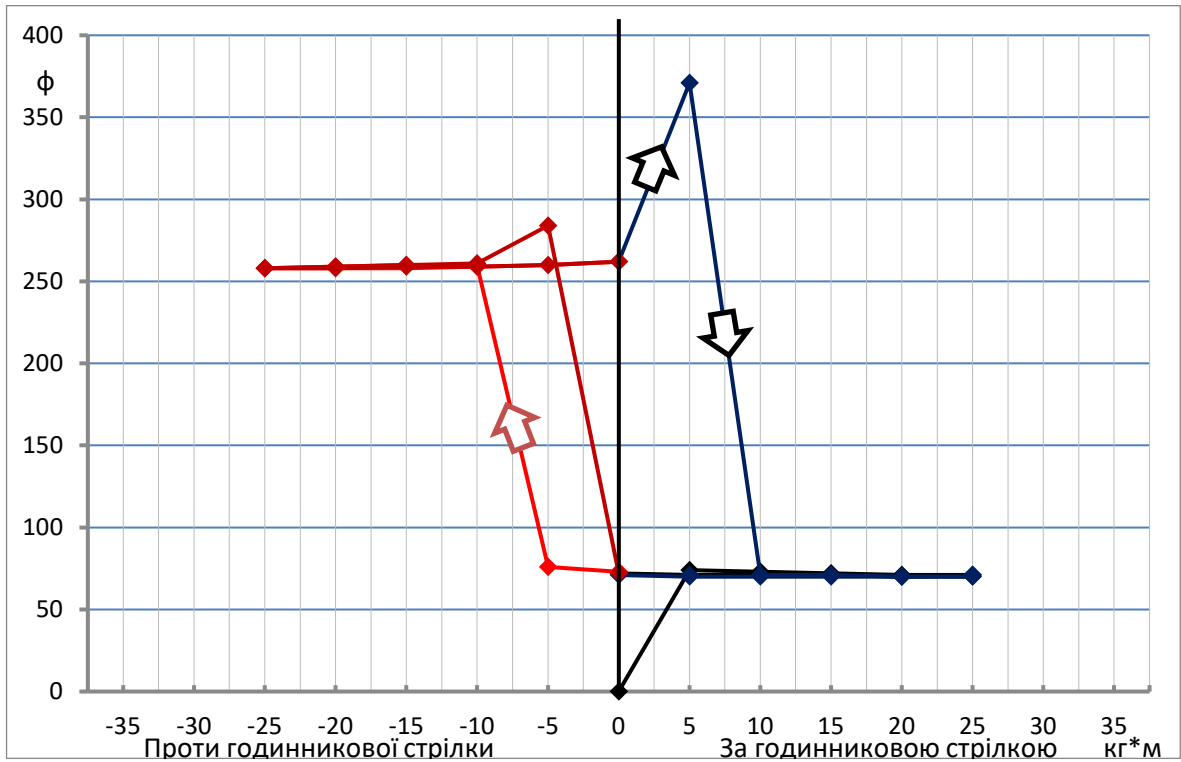


Рисунок 3.8 - Залежність фази сигналу від крутного моменту

На рисунку 3.9 показано амплітуду сигналу при першому навантаженні крученням зразка після відпалу.

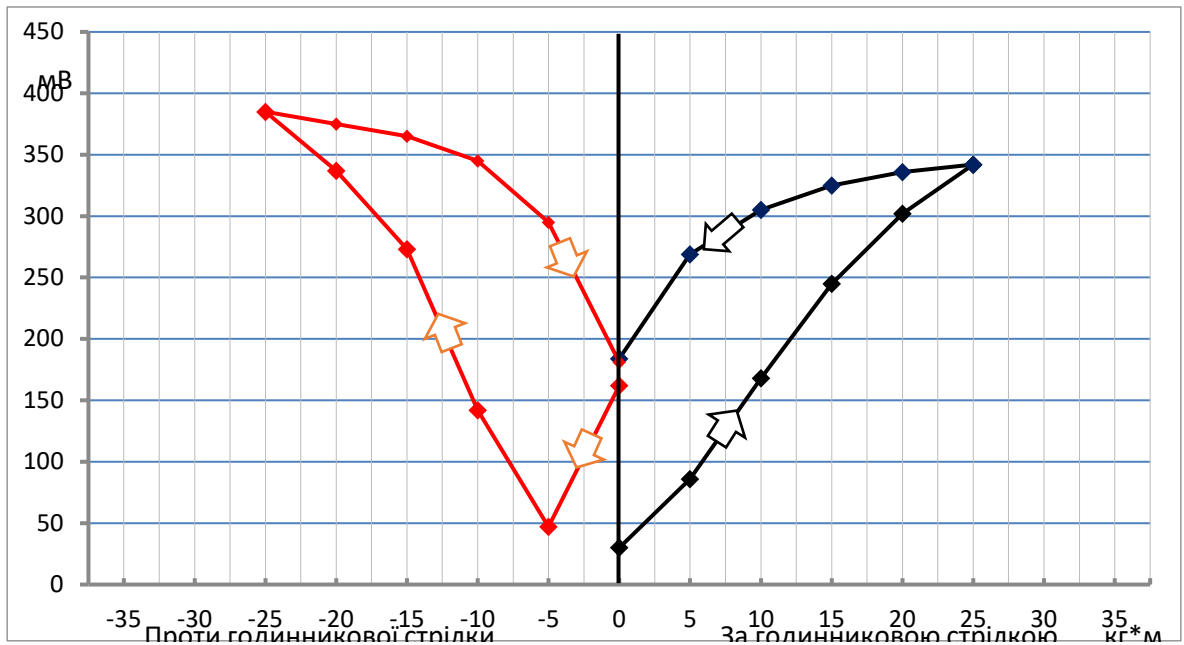


Рисунок 3.9 - Амплітуда при першому циклі навантаження після відпалу за годинниковою та проти годинниковою стрілками.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ЗА-81.03.00.000ПЗ

На рисунку 3.10 показано амплітуду сигналу при другому навантаженні крученням зразка після відпалу.

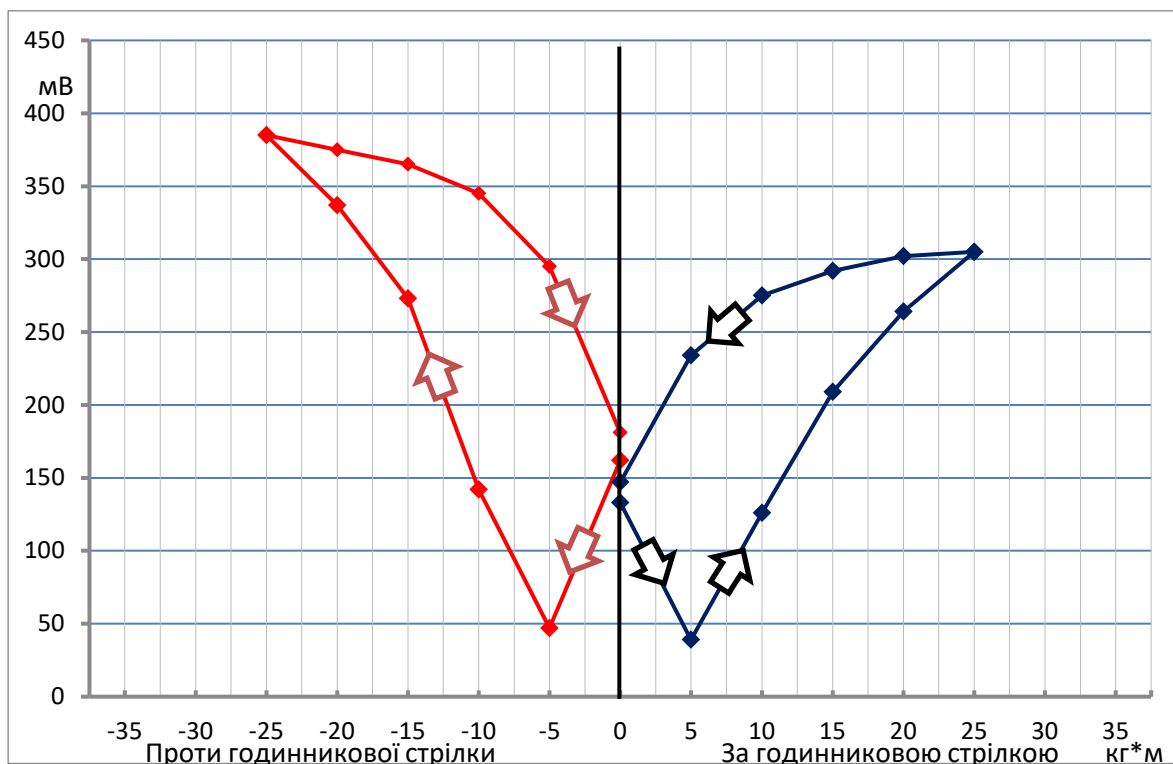


Рисунок 3.10 - Амплітуда при другому циклі навантаження після відпалу за годинниковою та проти годинниковою стрілки.

На рисунках 3.11, 3.12 наведено зміну фази сигналу вихрострумowego перетворювача при крученні відповідно при першому та другому навантаженнях. Видно що фаза сигналу змінюється приблизно на 180 градусів при зміні напрямку кручення. Зміна фази при переході кручення за/проти годинникової стрілки відбувається досить швидко. Ці залежності відповідають теоретичним уявленням.

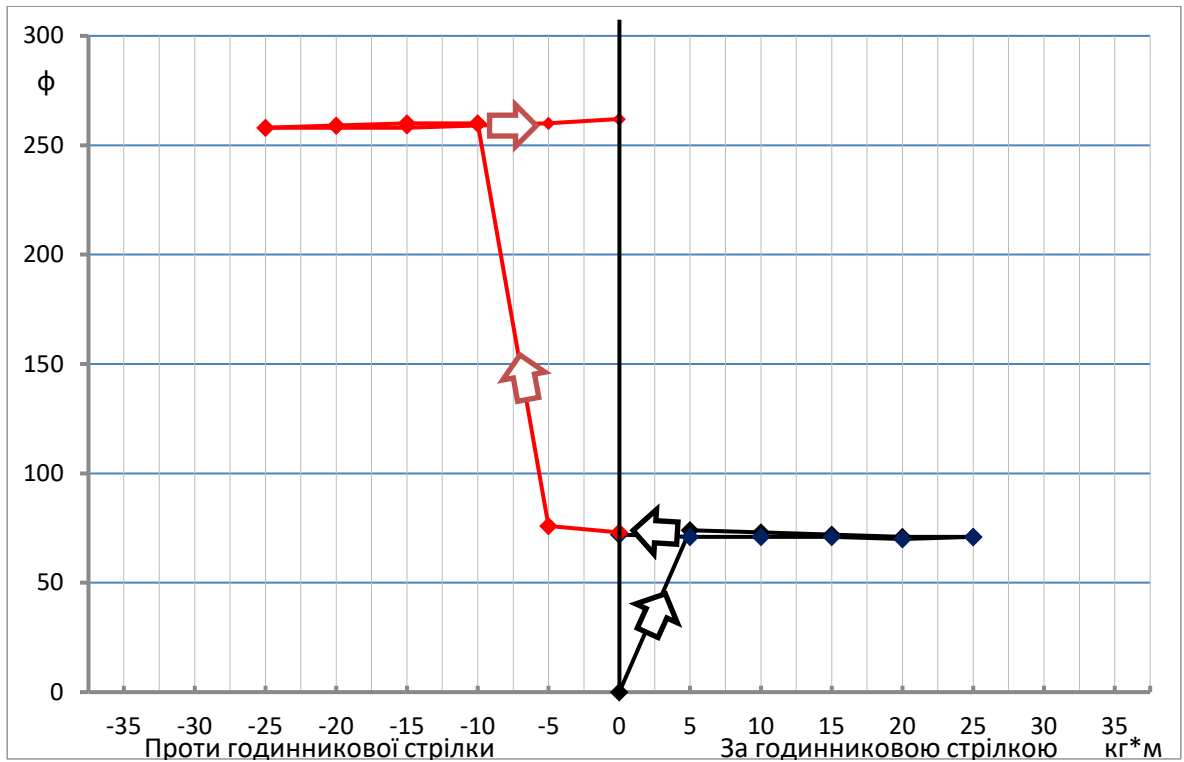


Рисунок 3.11 - Фаза сигналу при першому циклі навантаження після відпалу за годинниковою та проти годинникової стрілки.

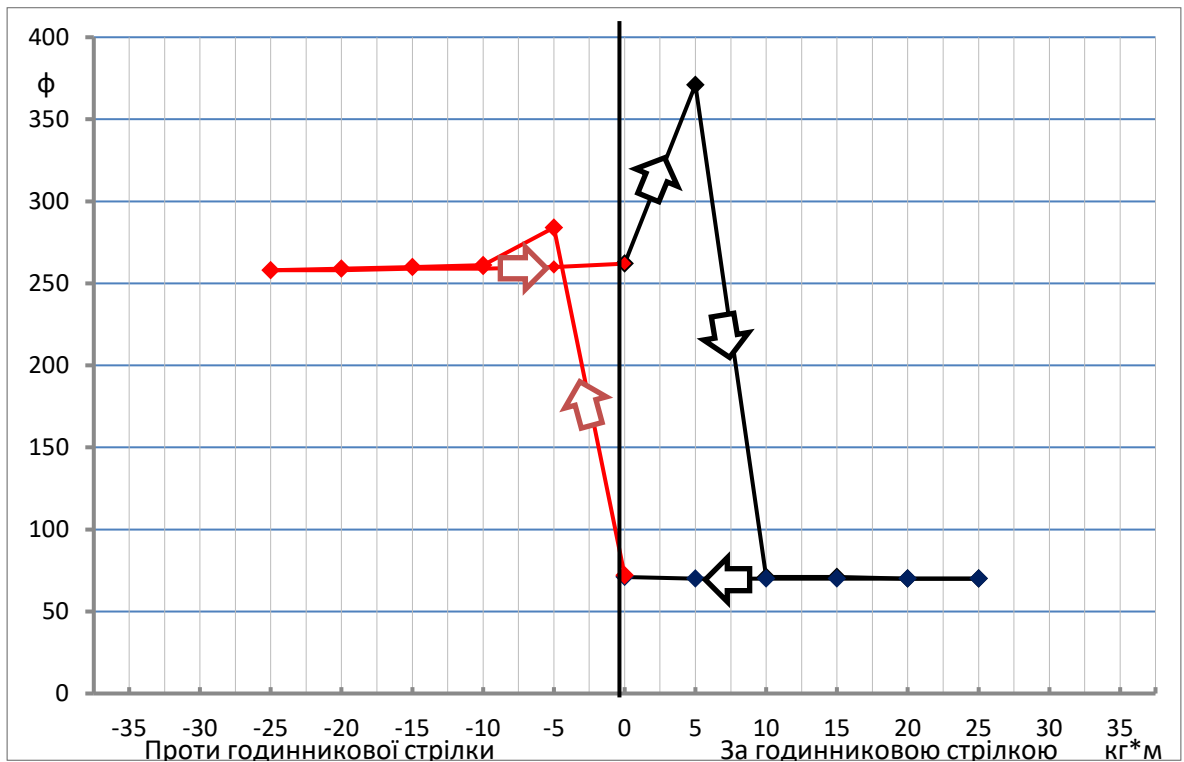


Рисунок 3.12 Фаза сигналу при другому циклі навантаження після відпалу за годинниковою та проти годинникової стрілки.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата/Да

ЗА-81.03.00.000ПЗ

Висновок по розділу 3:

Дані досліди що з графіків видно зміну залишкових напружень при крученні зразка за годинниковою стрілкою що також підтверджує припущення про наявність залишкових напружень при виготовленні цільнотянутої труби.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Опис ідеї проекту

Даний розділ маж на меті розробку стартап проекту, який має нести в собі впровадження нових технологічних ідей у будь-якій сфері діяльності людини. Дані провадження можуть бути як у малому, середньому так і великому бізнесу. Основну ідею мого стартап проекту наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розробка датчиків для дослідження напруги кручення магнітоанізотропним методом	1.Машинобудування	Можливість відстежувати розвиток пластичних деформацій при дії крутного моменту на валу чи трубі в зоні зварного з'єднання.
	2.Будівництвотрубопроводів	
	3.Автомобілебудування	
	4. Наукові та дослідницькі лабораторії	

В табл. 4.2 наведені порівняння з конкурентними датчиками для визначення крутного моменту, які мають свої переваги та в більшій мірі недоліки для нашої установки та умов, в яких ми їх використовуємо. Під 1 конкурентом мається на увазі датчики крутного моменту KYOWA, під конкурентом 2 – енкодери EcoTurn, а під 3 конкурентом - магніторезистивні датчики фірми NXP Semiconductors.

					<i>ЗА-81.03.00.000073</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Економічний розділ		
<i>Розроб.</i>		<i>Михайленко В.В.</i>					
<i>Перевір.</i>					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						55	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Чорний А.В.</i>			<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона,</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Смирнов І.В.</i>					

Таблиця 4.2 – Визначення та порівняння основних характеристик ідеї з конкурентними

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкурент 1	Конкурент 2	Конкурент 3			
1	Призначення	Визначення крутного моменту	Визначення крутного моменту	Визначення крутного моменту	Визначення крутного моменту		+	
2	Можливість підключення до цифрових систем	так	так	так	так			+
3	Можливість працювати в статичному та динамічному режимі	так	так	ні	ні			+
4	Можливість безконтактного підключення	+	-	-	-			+
5	Безпечність у використанні	+	+	-	+		+	

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В даному підрозділі проведено аудит використаної технології, за допомогою якої було здобуто результативності ідеї нашого проекту. Технологічність та здатність реалізації ідеї визначається в табл. 5.3, в якій

					<i>ЗА-81.03.00.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

1	Кількість головних конкурентів, од	3
2	Середні кількості продаж, грн/ум.од	На етапі впровадження невідомий
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає

На даний момент часу ринок для реалізації проекту доволі привабливий для його освоєння та також висока рентабельність.

Таблиця 4.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№	Потреба формуючі ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Можливість безконтактного визначення крутного моменту та визначення пластичних деформацій на валах чи трубах	Державні інститути, університети, дослідні лабораторії, малі, середні чи великі виробництва	-	Легкість, простота в використанні; точність та одночасність отримання даних

Проаналізувавши групи потенційних клієнтів проведено дослідження ринкового середовища. Наведено табл. факторів, які сприятимуть впровадженню на ринку, та факторів, які перешкоджають реалізації. Фактори, наведені в табл., розташовано в порядку зменшення важливості та значимості.

									Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата/міс.	ЗА-81.03.00.0000ПЗ				58

Таблиця 4.8 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	Причина проявлення дана характеристика	Заходи для впливу на діяльність для набуття конкурентоспроможності
1. Вказати тип конкуренції - чиста	На ринку діють невелика кількість основних виробників	Збільшення переважних функцій, які надають корисності та не збільшують суттєво собівартість товару
2. За рівнем конкурентної боротьби - національний	Можливість виходу на міжнародну арену та здійснювати реалізацію на міжнародному рівні	Спочатку встановити лідируючу позицію на національному ринку і поступово витіснити конкурентів на міжнародній арені
3. За галузевою ознакою внутрішньогалузева	Конкуренція відбувається в межах однієї галузі	Зменшувати кінцеву вартість, впровадження новітніх технологій і т.д.
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Конкуренція між товарами одного виду	Покращення якості та технологічності товару
5. За характером конкурентних переваг: нецінова	Конкуренція полягає в різновиді функціональних особливостей товару	Впровадження технологій та кількості корисних функцій товару порівняно з конкурентом
6. За інтенсивністю немарочна	Роль торгової марки є незначною, але відомі марки присутні на ринку	Проведення рекламного просування продукту серед потенційних клієнтів

Таблиця 4.9 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товаризамітники
	Див. табл. 4.2	Немає	Дослідні лабораторії, малі, середні виробництва	Дослідні лабораторії, малі, середні та великі виробництва	Замінники відсутні
Висновки:	Інтенсивність конкуренції є достатньо високою	Потенційних конкурентів немає	При збільшенні вартості виробництва, збільшується вартість продукту	Легкість, простота в використанні; точність та велика різноманітність можливого встановлення	Обмежень немає

Таблиця 4.10 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактори конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Ціна	Ціноутворення є меншим за конкурентів
2	Простота застосування	Продукт має можливість простого встановлення, що забезпечує простоту у використанні
3	Безпечність	При використанні продукту немає ризиків появи небезпечних ситуацій для життя людина та навколишнього середовища
4	Можливість проведення статичного та динамічного вимірювання	Великою перевагою є те, що вимірювання можна проводити в статичному і динамічному режимі навантаження

Таблиця 4.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з моїм проектом						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Ціна	15				+			
2	Простота застосування	17					+		
3	Безпечність	14			+				
4	Можливість безконтактного з'єднання	18	+						

Таблиця 4.12 - SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Можливість безконтактного встановлення	Слабкі сторони: на етапі впровадження проекту ціна
Можливості: Зниження собівартості виробництва та стартової ціни на товарі	Загрози: Збільшення витрат на виробництві і початкової вартості виробу

Таблиця 4.15 - Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	2	За рахунок функціональних особливостей, що надають перевагу за конкурентів	Ціна на виробництво продукту, простота, точність, можливість одночасного збору даних та безпечність застосування	диференціація

Таблиця 4.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Ні	Так	Ні	Зайняти лідируючу ланку

Таблиця 4.17 - Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Точність, простота та безпечність використання	Стратегія концентрованого зростання	Ціна на виробництво, точність, простота, можливість безконтактного з'єднання	Співвідношення ціна/якість, мінімізація затрат на виробництво, співпраця з університетами та науковими лабораторіями

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 4.18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Можливість одночасного збору даних в будь-яких умовах	Більш якісний продукт з більшим функціоналом у порівнянні з конкурентами	Можливість встановлення на феромагнітній поверхні, через дію безконтактного спрацювання

Таблиця 4.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Використання магнітоанізотропного методу для дослідження напружень крутного моменту		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Відносно низька ціна	М	Вр
	2. Безпечність застосування	М	Тх
	3. Простота використання	М	Тх
	4. Можливість використання в будь-яких умовах	М	Тл
Якість: кожний виріб проходить тестування після виробництва			
Пакування: коробка			
III. Товар із підкріпленням	До продажу: гарантія		
	Після продажу: обслуговування та доставка		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: дослідний зразок			

Таблиця 4.20 - Визначення меж встановлення ціни

№	Рівень цін на товаризамінники	Рівень цін на товарианалоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	2500 – 10 тис. грн/од.	4000 грн/од	50 тис. грн і вище	2000-10000/од

Таблиця 4.21 - Формування системи збуту

№	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Замовлення через вебсайт виробника або через контакт-офіс	Встановлення контакту, інформування, зберігання, доставка, підтримка	Канал нульового рівня	Виробник безпосередньо реалізує продукцію власного виробництва

Висновок:

Проаналізувавши ринковий стан в необхідній нам сфері, можна зробити висновок щодо можливості позитивної реалізації та впровадження даного проекту. Впровадивши функціональні відмінності від конкурентів дозволять досягти суттєвої переваг, о може повисити шанси для займання лідируючої ніші на ринку, спочатку України, а потім і світу.

					<i>ЗА-81.03.00.0000ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Враховуючи сучасний розвиток технологій та виробничих потужностей сучасного виробництва, значною мірою змінюються процеси та матеріали, що використовуються. Також при зміні попередніх факторів і змінюються предмети праці, інструменти та знаряддя працівників.

Кожне виробництво, будь-якої сфери діяльності, не може бути в повній мірі застережене від ситуацій, які якоюсь мірою впливають на навколишнє середовище та робітників. Такий вплив може бути як шкідливим так і небезпечним в різній мірі на те чи інше становище. Саме через це, на кожному підприємстві, малому чи масштабному, порушується питання охорони праці. Дане питання є дуже важливим і в повній мірі актуальним при будь-якій розробці технологічних процесів та й при проектуванні і плануванні виробництва в цілому.

Завдання на бакалаврську роботу є розробка установки для дослідження напружень кручення вихрострумовим методом.

Метою і завданням на даний розділ – це розробка комплексу заходів з охорони праці при роботі із зварювальним обладнанням та електронними пристроями для надання нормальних умов безпеки праці, для уникнення травматичних ситуацій, також пожеж, аварій, вибухів тощо.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Михайленко В.В.</i>			Охорона праці	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Мінаков А.С.</i>					64	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Чорний А.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Смирнов І.В.</i>						
						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона,</i>		

Примітка: xx - інтенсивний фактор; x - помірний фактор; (-) - незначний фактор чи його відсутність.

При використанні механізованого дугового зварювання в середовищі захисних газів і також при користування установкою для лазерного різання металу необхідно дотримуватись таким нормам:

- Вимоги до відповідного звукового тиску на робочому місці ДСН 3.3.6.037-99 [2];
- Вимоги та норми при використанні установок ДСТУ 2817-94 [3];
- Вимоги стандартам для захисту від впливу вібрацій ДСТУ 12.1.012:2008 [4];
- Загальні вимоги до безпеки робочих місць та ДСТУ 12.2.061:2009 [5];
- Експлуатація балон із стисненим газом повинна відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.07-94 [6];
- Використання лазерних технологій повинно задовольняти НПАОП 28.52-1.31-13 [7].

Для захисту персоналу від лазерного випромінювання необхідно встановлювати захисні екрани або кожухи, що перешкоджають потраплянню випромінювання на робочі місця; розміщувати пульт керування лазерною установкою в окремому приміщенні (вигородці) з телевізійною або іншою системою спостереження за ходом процесу, тощо [8]. Одним з важливих етапів проектування технологічних процесів зварювання є розробка та проектування заходів та засобів відповідних норм для колективного захисту від небезпечного впливу для одного чи іншого факторів виробничих процесів. Наприклад, одним з таких заходів можна обрати, встановлення пристрою для місцевої вентиляції з можливістю очистки видаленого повітря від шкідливих аерозолів та газів.

					<i>ЗА-8103.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

5.2 Інженерні рішення для забезпечення безпеки праці

Встановленні вимоги до виробничих приміщень (рис. 5.1) на підприємстві повинні в повній мірі відповідати чинним нормам будівельного та технологічного проектування зварювальних цехів ДБН В.2.2-28:2010 [9].



Рисунок 5.1 - Робочі місця зварювальних постів.

При проектуванні зварювальних постів слід враховувати те, що вони повинні захищатись стаціонарними або переносними огорожами, які виробляються з незгоряючих, світлонепроникних матеріалів і висота таких огорож не повинна бути нижчою ніж 2,5 метри. При проектуванні робочих місць слід зазначити, що підлогу слід виконувати з матеріалів, які не піддаються горінню та мають малу теплопровідність. Також, підлога не має бути слизькою та повинна бути рівною по всій своїй площині. Проходи по всьому периметру робочої зони зварювання, стенда і взагалі робочих частин зони посту повинні буди не менше ніж 1 м.

Вимоги до вентиляції встановлюються згідно ДСТУ 2456-94 [10]. Промислова вентиляція, як відомо з назви, використовується на виробничих підприємствах. Коротко її призначення можна сформулювати так: вентиляція необхідна, щоб видалити з робочої зони відпрацьоване повітря та замінити його чистим. На практиці промислова вентиляція вирішує чотири основні завдання:

									Арк.
									73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЗА-81.03.00.0000ПЗ

1. Забезпечує постійне подання чистого повітря у виробничі приміщення.
2. Видаляє забруднюючі повітря газ, пил, пори, токсичні речовини.
3. Зменшує ймовірність аварій на виробництві внаслідок спалахів або вибухів.
4. Допомагає підтримувати зручну температуру та вологість у виробничих приміщеннях.

Особливістю при проектуванні системи вентиляції (рис. 5.2) зварювального цеху є необхідність досягнення високих результатів очищення повітряних мас при відносно низьких витратах енергії. Крім того, процес вентиляції виробничого приміщення повинен бути безперебійним - тому, крім основної вентиляційної системи, передбачається монтаж додаткової (аварійної вентиляції), яка повинна функціонувати так само ефективно та продуктивно, як і основна. Також, вентиляційна система повинна забезпечувати та підтримувати чистоту та параметри мікроклімату на необхідному рівні відповідно до ДСН 3.3.6.042-99[11].



Рисунок 5.2 - Система вентиляції зварювального поста

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		74

Також при проектуванні систем вентиляції необхідно дотримуватись деяких загальних правил. Не можна допускати утворення в цеху мертвих ділянок (з яких повітря не видаляється), особливо в кутах. Вони застоюватися повітря, що має у своєму складі велику кількість шкідливих речовин. Відстань від стіни з припливом до стіни з витяжкою не може бути більшою за 100 метрів – це заборонено. При більшій відстані відбуватиметься акумуляція відпрацьованого повітря у центральній зоні приміщення. Вентиляційна цехова система повинна облаштовуватися, починаючи з установки загальнообмінної припливно-витяжної системи. Коли її монтаж завершено, переходять до влаштування місцевої системи вентиляції.

Мікроклімат виробничих приміщень – це стан внутрішнього середовища даного приміщення. Цей стан безпосередньо впливає на організм людини навколишньою температурою, рівнем вологості та руху повітря, а також температурним станом поверхнею які оточують робоче середовище. Мікроклімат повинен відповідати встановленим параметрам та вимогам ДСН 3.3.6.042-99 [12].

Мікроклімат, а саме температура визначається кількома показниками, а саме навколишньою температурою і виділяемою тепловою енергією в приміщенні. Джерелами теплової енергії, що виділяється, є люди, освітлювальні прилади та в більшій мірі електроустаткування. Також, зовнішніми джерелами тепла становить сонячна радіація у продовж світлого часу доби. Оптимальні значення параметрів мікроклімату зазначені у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Параметри мікроклімату

Сезони року	Параметри мікроклімату					
	Оптимальні			Фактичні		
	Температура, С°	Вологість, %	Швидкість повітря, м/с	Температура, С°	Вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Теплий	23-25	40-60	0,1	23-25	40-5!	0,1
Холодний	22-24	40-60	0,1	22	40-5!	0,1

Вимоги до освітлення приміщень та робочих місць – це дві взаємопов'язані

складові. І змінюються вони лише в залежності від характеру виконуваних робіт, а також в залежності від навколишнього оточення робочого місця.

Тому, щоб розглянути норми освітленості на робочих місцях, нам доведеться розібратися в цілому з питанням освітлення на виробництві, і вже потім розглядати параметри, що нормуються для кожного окремого робочого місця.

Для того щоб зрозуміти вимогу до освітлення робочих місць, спочатку розберемо які види освітлення приміщень взагалі бувають. Це дозволить більш грамотно надалі перейти безпосередньо до їхнього освітлення. Першим і одним із найважливіших вважається природне освітлення. Воно формується за рахунок світлових прорізів у даху та стінах будівлі. Природне освітлення є абсолютно безкоштовним, але може бути використане лише у світлий час. У нічний час використовується штучне освітлення. Воно формується за рахунок джерел світла з різними лампами та світильниками. За рахунок цього добиваються різних кутів розсіювання та світлових потоків від таких джерел.

Для освітлення цехів слід використовувати, як правило, газорозрядні джерела світла: лампи ДРЛ, ДРІ; для освітлення високих цехів (до 4 м) великої площі – люмінесцентні лампи. Допускається застосування ламп розжарювання. Для місцевого освітлення рекомендуються світильники з непрозорими відбивачами, що мають захисний кут $\geq 30^\circ$. Якщо світильники розташовані нижче очей зварювальника, то захисний кут може бути в межах 10 ... 30 °.

Природне та штучне освітлення слід виконувати та встановлювати згідно ДБН В.2.5-28:2018 [13].

Для зниження шуму у виробничих приміщеннях застосовують різні методи: зменшення рівня шуму у джерелі його виникнення; звукопоглинання та звукоізоляція; встановлення глушників шуму; раціональне розміщення обладнання; застосування засобів індивідуального захисту.

Найбільш ефективним є боротьба з шумом у джерелі його виникнення. Шум механізмів виникає внаслідок пружних коливань як всього механізму, і

					<i>ЗА-8103.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

окремих його деталей. Причини виникнення шуму - механічні, аеродинамічні та електричні явища, що визначаються конструктивними та технологічними особливостями обладнання, а також умовами експлуатації. У зв'язку з цим розрізняють шуми механічного, аеродинамічного та електричного походження. Для зменшення механічного шуму необхідно своєчасно проводити ремонт обладнання, замінювати ударні процеси на ненаголошені, ширше застосовувати примусове змащування поверхонь, що труться, застосовувати балансування обертових частин.

Засобами індивідуального захисту від шуму є вушні вкладки, навушники та шоломофони. Ефективність індивідуальних засобів захисту залежить від матеріалів, конструкції, сили притискання, правильності носіння. Вушні вкладки вставляють у слуховий канал вуха. Їх виготовляють з легкого каучуку, еластичних пластмас, гуми, ебоніту та ультратонкого волокна. Вони дозволяють знизити рівень звукового тиску на 10...15 дБ. В умовах підвищеного шуму рекомендується застосовувати навушники, які забезпечують надійний захист органів слуху. Так, навушники ВЦНИОТ знижують рівень звукового тиску на 7...38 дБ у діапазоні частот 125...8000 Гц. Для запобігання впливу шуму із загальним рівнем 120 дБ і вище рекомендується застосовувати шлемофони, які герметично закривають всю привушну область і знижують рівень звукового тиску на 30...40 дБ у діапазоні частот 125...8000 Гц [14].

Захист від шуму повинен відбуватись згідно ДСТУ 7239:2011 [15] та захист від вібрацій повинен встановлюватись та виконуватись по ДСТУ 2300-93 [16].

Електробезпека - це система організаційних, технічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики. Приміщення, в якому виконуються зварювальні роботи, належить до класу підвищеної небезпечності по ступеню враження людини електричним струмом.

Одними з основних причин враження людини електричним струмом є:

					<i>ЗА-8103.00.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

недостатня навченість персоналу, що обслуговує електроустановки; випадковий дотик до неізолюваних струмоведучих частин електроустановки; неправильне розташування пускової апаратури та розподільних пристроїв, захаращеність підходів до них; порушення правил виконання робіт у охоронних електричних зонах; порушення правил експлуатації електрозахисних засобів або виконання робіт без індивідуальних засобів електрозахисту; тощо.

Кваліфікацію персоналу при роботі з електрообладнанням слід проводити згідно НПАОП 40.1-1.21-98 [17]. Всі електротехнічні вироби для надання належної безпеки праці повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 [18] та ДНАОП 0.00-1.32-01 [19].

При використанні зварювального обладнання слід враховувати правила і вимоги, які мають повністю відповідати вимогам ДСТУ 2456-94 [20]. Напруга при підключенні джерела живлення до роздільних електричних мереж має становити не вище 600 В. Захисне заземлення, при проведенні будь-яких зварювальних робіт та виниканні граничних допусків напруги та струму, повинне відповідати вимогам ПУЕ-2017 [21].

При проведенні зварювальних робіт слід враховувати правила пожежної безпеки для промислових підприємств і повинні відповідати ДСТУ Б В.2.2-29:2011 [22]. Протипожежна безпека, при проведенні зварювальних робіт, повинна бути сконструйована з елементів по II категорії мінімального ступеню вогнестійкості. Дана категорія передбачає, що межа вогнестійкості деяких елементів приміщення становить: колони – 2 год.; зовнішні стіни – 1 год.; перегородки – ¼ год.; площадки сходів – 1 год.

Працівники, які виконують зварювальні роботи, мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту згідно норм, у відповідності від дії небезпечних і шкідливих факторів виробництва і мусять відповідати ДСТУ 7239:2011 [23].

5.3 Пожежна безпека

Основними причинами пожеж з виробництва є: порушення технологічного регламенту (процесу); порушення вимог пожежної безпеки під час проведення

					<i>ЗА-8103.00.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

електрогазоварювальних та інших вогневих робіт; порушення правил зберігання, використання, виготовлення та транспортування речовин та матеріалів; порушення правил монтажу, влаштування та експлуатації електромереж та електрообладнання; конструктивні недоліки електрообладнання, теплогенеруючих агрегатів та пристроїв; порушення правил пристрою, монтажу та експлуатації теплогенеруючих агрегатів та пристроїв; необережне поводження з вогнем; куріння у невстановлених місцях.

За для забезпечення стану пожежної безпеки у приміщенні встановлюють датчики, які сигналізують при загрозі виникнення пожежі. Також дані датчики можуть бути налаштовані на ручне вмикання. Для ліквідації місцевих пожеж до приїзду бригади МЧС на кожному робочому місці встановлюють вогнегасники порошкового типу чи вуглекислого. Їх кількість передбачається площею приміщення та кількістю робочих місць, в яких є небезпека виникнення пожежі.

Висновок: При написанні даного розділу було проаналізовано вплив можливих шкідливих та небезпечних факторів на виробництві. Аналізуючи дані фактори було встановлено вимоги до виробничих приміщень, а саме освітлення, мікроклімат, пожежна безпека та правила безпечної роботи з електроустаткуванням.

					<i>ЗА-8103.00.000ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		79

ВИСНОВКИ

Розроблена версія установки дозволяє проводити дослідження використовуючи зразки з різних матеріалів та невеликим діапазоном діаметрів. Також, ця установка спроектована так що при наданні напружень крутного моменту на зразок не діють поперечні навантаження на згин, що дозволяє набагато точніше робити висновки з проведених експериментів. Для надання навантаження кручення на зразки різних діаметрів, було зроблено пересувний важіль.

При написанні розділу охорони праці було проаналізовано вплив можливих шкідливих та небезпечних факторів на виробництві. Аналізуючи дані фактори було встановлено вимоги до виробничих приміщень, а саме освітлення, мікроклімат, пожежна безпека та правила безпечної роботи з електроустаткуванням.

Проаналізувавши ринковий стан в необхідній нам сфері, можна зробити висновок щодо можливості позитивної реалізації та впровадження даного проекту. Впровадивши функціональні відмінності від конкурентів дозволять досягти суттєвої переваг.

					3А-81.03.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Новиков В.Ф. Влияние упругой деформации на коэрцитивную силу и локальную остаточную намагниченность конструкционных сталей / В.Ф. Новиков, В.А. Захаров, А.И. Ульянов, С.В. Сорокина, М.Е. Кудряшов// Дефектоскопия. – 2010. - №7. – С.57-68.
2. Ершов Р.Е. Контроль термообработки ферромагнитных изделий методом вихревых токов/ Р.Е. Ершов // Изв. вузов.Физика. -1966. -№4. - С.52-60.
3. Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц -М. : Наука. -1982. -620 с.
4. А. с. 111331 СССР , МКИ2 G01N27/86. Датчик магнитной анизотропии /Ю.Я.Мехонцев (СССР).- 2 с.
5. Белокур И.П., Жданов И.М., Батюк В.В. Контроль технического состояния сварных конструкций. Киев, Знание, 1980. 23 с.
6. Беловицкий Е.М., Юрченко В.А. К обоснованию определения уровня остаточных напряжений магнитоупругим методом: сб. научн. трудов [Методы и приборы автоматического и неразрушающего контроля. Электромагнитные методы. Рига, Риж. Политехн. ин-т, 1986, 172с.
7. Мінаков С.М. Визначення напруженого стану зварних магістральних трубопроводів магнітоанізотропним методом: автореферат дис.. на здобуття науков. ступеня канд.. технічних наук спеціальності 05.03.06 - «Зварювання та споріднені процеси і технології»/С.М. Мінаков. – НТУУ «КПІ»- Київ. 2012. – 23с.
8. Способ определения механических напряжений в изделиях из ферромагнитных материалов и устройство для его реализации. пат. Украина №17181А UA МКИ5 G01I/12. /С.К. Фомичев, С.Н. Минаков, А.Я. Недосека, М.А. Яременко, Г.А. Ланчаков, А.Н. Кульков, А.И. Степаненко, С.П. Зарицкий. Опубл. 31.10.97, Бюл. №5.

					3А-81.03.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

безпека. Загальні вимоги.

21. ДСТУ 12.2.061:2009. Система стандартів безпеки праці. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки до робочих місць

22. ДНАОП 0.00-1.07-94. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

23. НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів.

24. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях: рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» (зварювальні та споріднені спеціалізації) / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О. Г. Левченко. – Електронні текстові дані (1 файл: 110 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 30 с.39. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

25. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки адміністративного та побутового призначення.

26. ДСТУ 2456-94. Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки.

27. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

28. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

29. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.

30. ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація

31. ДСТУ 2300-93. Вібрація. Терміни та визначення.

32. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок

					<i>ЗА-8103.00.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

споживачів.

33. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.

34. ПУЕ-2017. Правила улаштування електроустановок. Київ: Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.

35. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будівлі підприємств. Параметри.

36. ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.

37. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки.

					<i>ЗА-81.03.00.000ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		84

ДОДАТКИ