

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ І
МЕХАНОТРОНІКИ

«На правах рукопису»
УДК 644.681/.684

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

на тему: Лабораторний стенд для дослідження характеристик шестеренного насосу

Виконав : студент 6 курсу, групи _____
(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
Механіко-машинобудівний інститут**

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Спеціальність 131 Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О. Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)
« ___ » _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Павлов Вадим Ігорович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Лабораторний стенд для дослідження характеристик шестеренного насосу

- науковий керівник дисертації _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом по університету від « ___ » листопада 2018 р. № _____
2. Термін подання студентом дисертації _____
3. Об'єкт дослідження _____

4. Предмет дослідження _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація загальним обсягом 98 сторінок, містить 51 ілюстрацію, 27 таблиць та 33 джерела за переліком посилань.

У даному проекті було розроблено лабораторний експериментальний стенд для досліджень шестеренного насосу. Ця проблема досить актуальна, так як є обладнання але на жаль воно потребує модернізації.

Існуюче експериментальне обладнання вимагає модернізації, тому ця проблема є досить актуальною, що потребує створення нового лабораторного обладнання на базі компаній «Hydraulic line» та «Hansa-flex» за для створення нового лабораторного обладнання.

Мета і завдання дослідження. Оскільки одним з основних факторів, що відбуваються у шестеренному насосі при проведенні досліджень являються процеси що протікають в рідинах, це кавітація, тому метою магістерської роботи є визначення умов виникнення кавітації та дослідження характеристик шестеренного насоса. Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

- Провести аналіз існуючих стендів та пристроїв;
- Створити гідравлічну схему та стенд для випробувань шестеренного насосу;
- Розробити пуско-налагоджувальні роботи;
- Розробити методичні вказівки для проведення лабораторних робіт;
- Провести експериментальні дослідження згідно методичних вказівок;

Об'єктом дослідження є гідродинамічні явища у шестеренних насосах; аналіз існуючих експериментальних стендів та створення модернізованого лабораторного стенду.

Предмет дослідження – динамічні характеристики шестеренного насосу при різних умовах експлуатації.

Методи дослідження. Моделювання на базі експерименту, обчислювальні та натурні експерименти.

Наукова новизна результатів. Визначення впливу зміни параметрів на роботу системи, визначення процесів, які виникають у період проведення дослідів.

Практичне значення результатів. Створення та перевірка методичних вказівок для проведення лабораторних робіт студентами. Отримані теоретичні та практичні навички дають змогу більш детально вивчити процеси, що виникають в системі. Студенти мають змогу отримати практичні навички для оптимального вивчення гідравлічних агрегатів.

Апробація результатів роботи. Основні положення магістерської дисертації були висвітлені на конференції науково-технічній конференції молодих вчених та студентів "Інновації молоді - машинобудуванню", 2018р.

Публікації. За матеріалами магістерської дисертації було опубліковано тези на міжнародній конференції. «Гідроаеромеханіка в інженерній промисловості», 2018р.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ, ДОСЛІДЖЕННЯ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСУ, КАВІТАЦІЯ, ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД.

ABSTRACT

Master's dissertation with a total volume of 98 pages, contains 51 illustrations, 27 tables and 33 sources in the list of references.

This project was developed laboratory experimental stand for research gear pumps. This problem is very relevant, since there is hardware, but unfortunately it needs to be upgraded.

Existing experimental equipment requires modernization, so this problem is very relevant, which requires the creation of new laboratory equipment based on the companies "Hydraulic line" and "Hansa-flex" for the creation of new laboratory equipment.

The purpose and objectives of the study. Since one of the main factors that occurs in a gear pump during research is the processes occurring in liquids, this is cavitation, so the purpose of the master's work is to determine the conditions for the cavitation and to study the characteristics of the gear pump. To achieve the goal, the following objectives were formulated:

- Analyze existing stands and devices;
- Create a hydraulic circuit and test bench for a gear pump;
- To develop start-up and adjustment measures;
- To develop guidelines for conducting laboratory works;
- Conduct experimental experiments in accordance with the guidelines;

The object of the study is hydrodynamic phenomena in gear pumps; an analysis of existing experimental stands and the creation of a modernized laboratory bench.

Subject of research - dynamic characteristics of a gear pump at different operating conditions.

Research methods. Experiment-based simulation, computational and in-person experiments.

Scientific novelty of the results. Determining the influence of changing parameters on the work of the system, the definition of processes that arise during the period of experiments.

The practical value of the results. Creation and testing of guidelines for laboratory work by students. The obtained theoretical and practical skills allow to study more thoroughly the processes occurring in the system. Students have the opportunity to gain practical skills for optimal study of hydraulic aggregates.

Approval of the results of work. The main provisions of the master's thesis were highlighted at the conference of the scientific and technical conference of young scientists and students "Innovations of youth - machine building", 2018.

Publications. According to the materials of the master's dissertation, the abstracts were published at the international conference. "Hydro aeromechanics in the engineering industry", 2018.

METHODICAL INSTRUCTIONS, SURFACE PUMP RESEARCH,
CALCULATION, LABORATORY STAND.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация общим объемом 98 страниц, содержит 51 иллюстрацию, 27 таблиц и 33 источников по перечню ссылок.

В данном проекте был разработан лабораторный экспериментальный стенд для исследований шестеренного насоса. Эта проблема весьма актуальна, так как есть оборудование, но к сожалению, оно нуждается в модернизации.

Существующее экспериментальное оборудование требует модернизации, поэтому эта проблема является весьма актуальной, что требует создания нового лабораторного оборудования на базе компаний «Hydraulic line» и «Hansa-flex» по для создания нового лабораторного оборудования.

Цель и задачи исследования. Поскольку одним из основных факторов, происходящих в шестеренные насосы при проведении исследований являются процессы, протекающие в жидкостях, это кавитация, поэтому целью магистерской работы является определение условий возникновения кавитации и исследования характеристик шестеренного насоса. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- провести анализ существующих стендов и устройств;
- Создать гидравлическую схему и стенд для испытаний шестеренного насоса;
- разработать пуско-наладочные мероприятия;
- разработать методические указания для проведения лабораторных работ;
- провести экспериментальные опыты согласно методическим указаниям;

Объектом исследования является гидродинамические явления в шестеренных насосах; анализ существующих экспериментальных стендов и создание модернизированного лабораторного стенда.

Предмет исследования - динамические характеристики шестеренного насоса при различных условиях эксплуатации.

Методы исследования. Моделирование на базе эксперимента, вычислительные и натурные эксперименты.

Научная новизна. Определение влияния изменения параметров на работу системы, определение процессов, которые возникают в период проведения опытов.

Практическое значение результатов. Создание и проверка методических указаний для проведения лабораторных работ студентами. Полученные теоретические и практические навыки позволяют более детально изучить процессы, возникающие в системе. Студенты имеют возможность получить практические навыки для оптимального изучения гидравлических агрегатов.

Апробация результатов работы. Основные положения магистерской диссертации были освещены на конференции научно-технической конференции молодых ученых и студентов "Инновации молодежи - машиностроению", 2018р.

Публикации. По материалам магистерской диссертации было опубликовано тезисы международной конференции. «Гидроаэромеханика в инженерной промышленности», 2018р.

Методические указания, ИССЛЕДОВАНИЯ шестеренные насосы, кавитация, лабораторный стенд.

Пояснювальна записка до магістерської дисертації

на тему: «Лабораторний стенд для досліджень характеристик шестеренного насосу»

ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СТЕНДІВ. РОЗРОБКА НОВОГО СТЕНДУ	15
1.1. Аналіз існуючого обладнання та лабораторних комплексів.	16
1.2. Дослідження аналогів.....	19
1.3. Гідравлічна схема подібного стенду.	20
Висновки по розділу.....	22
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ НА ЛАБОРАТОРНОМУ СТЕНДІ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕСТИЕРЕННОГО НАСОСА.....	23
2.1. Схема лабораторного стенду.....	23
2.2. Підбір необхідного обладнання для стенду.	25
2.3. Створений випробувальний стенд.	34
2.4. Пуско налагоджувальні роботи.	36
2.5. Методика проведення лабораторних робіт	43
2.5.1. Проведення лабораторного дослідження дійсної та теоретичної витрати.	43
2.5.2. Проведення лабораторного дослідження впливу регулювання тиску у всмоктувальній лінії.....	46
2.5.3. Проведення лабораторного дослідження впливу зміни тиску на споживану потужність електродвигуном.....	49
2.6. Проведення лабораторних робіт згідно методики.....	56
2.6.1 Проведення лабораторної роботи №1 за методикою.....	56
2.6.2 Проведення лабораторної роботи №2 за методикою.....	62
2.6.3 Проведення лабораторної роботи №3 за методикою.....	68
Висновки по розділу.....	69
РОЗДІЛ 3. СТАРТАП-ПРОЕКТ	78
3.1. Ідея проекту.	80

3.2 Технології застосовані в проекті	82
3.3.Висновки по розділу.....	84
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	86
4.1. Санітарно - гігієнічна характеристика аудиторії.....	88
4.2. Оцінка небезпечних і шкідливих виробничих факторів	90
4.3. Електробезпека	91
4.4. Пожежна безпека	93
4.5. Прогнозування та оцінювання інженерної та пожежної обстановки під час аварії на вибухонебезпечних об'єктах.....	94
4.6. Вказівки щодо роботи за стендом.....	94
4.7. Висновки	95
Список використаних джерел.....	96

ВСТУП

Ефективність підготовки майбутніх фахівців багато в чому залежить від якості освіти, а саме: лекційні заняття, демонстраційні експерименти, лабораторні практикуми з застосуванням навчально-лабораторного обладнання, мультимедійні засоби навчання. Як показує педагогічна практика, досягти високої якості освіти неможливо без використання навчальної техніки і стендового обладнання. Не останню роль в цьому процесі відіграє використання якісного лабораторного обладнання, включаючи лабораторні стенди. Ці стенди призначені показувати, роз'яснювати і вчити логічного розуміння принципів взаємодії складових частин єдиного цілого.[1]

Вважається, що саме стенди представляють собою один з найкращих способів навчання. З їх допомогою проводити практичні та лабораторні заняття стає набагато цікавіше і якісніше. Сучасні лабораторні стенди для вищих навчальних закладів виробляють із застосуванням новітнього обладнання та програмного забезпечення, що дає можливість організувати повноцінне і якісне навчання студентів. Це обладнання дозволяє студентам отримати не тільки теоретичні, а й практичні навички роботи. Тільки за допомогою лабораторних стендів можна безпечно, але максимально реалістично працювати з віртуальними і реальними об'єктами. Крім цього, за допомогою стендів не тільки студентам стає простіше сприймати навчальний матеріал, а й самим викладачам стає зручніше пояснювати і подавати матеріал. На подібному обладнанні дуже зручно проводити найрізноманітніші дослідження та експерименти, не побоюючись за своє здоров'я, адже вони всі відповідають прийнятним нормам безпеки. Іншими словами, лабораторний стенд дозволяє змодельовувати реальну ситуацію, але при цьому без шкоди для здоров'я. [14]

До загальних характеристик навчальних лабораторних стендів можна віднести: зручність у використанні, продумана функціональність, легкість і безпеку використання, можливість дистанційного керування, тривалий термін служби, відмінна ергономіка, багата комплектація, сучасний рівень комп'ютеризації та автоматизації, оптимальне співвідношення між ціною і якістю. Цей вид стендів є

частиною великих лабораторій, де можна проводити різноманітні випробування. Це обладнання є відмінним помічником в поясненні і засвоєнні матеріалу. Вони незамінні і приносять користь, як студентам, так і викладачам. [16]

Метою даної магістерської роботи є: вирішення проблеми з оновленням обладнання за для підвищення кваліфікації випускників ВНЗ.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

- Виконати аналіз існуючих стендів та запропонувати альтернативний варіант вирішення проблеми.
- Проектування схеми.
- Підбір обладнання.
- Створення нового лабораторного стенду.
- Описати пусконаладжувальні роботи.
- Написати методику проведення лабораторних робіт.
- Провести експериментальні дослідження.
- Написати методичні вказівки та створити протоколи.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СТЕНДІВ. РОЗРОБКА НОВОГО СТЕНДУ.

Основним закріпленням теоретичних знань, отриманих студентами під час навчання є практичні заняття та виконання лабораторних робіт. Саме тому всі курси вміщують в своїй програмі лабораторні роботи. З розвитком технологій та інноваційних рішень обладнання яке використовується для проведення лабораторних робіт потребує заміни. Для оновлення матеріально-технічної бази в інституті постійно залучаються інвестиції. На кафедрі прикладної гідроаеромеханіки ведеться велика робота по співпраці бізнес корпорацій для можливості оптимізації навчальних програм під потреби сьогодення. Одним із видів цієї співпраці є оновлення матеріально-технічної бази кафедри. [21]

Проведення лабораторних робіт є суттєвим елементом для закріплення навчального процесу в вузі, в ході якого навчаються студенти фактично вперше стикаються з самостійною практично діяльністю в конкретній області. Лабораторні заняття, як і інші види практичних занять, є середньою ланкою між поглибленою теоретичною роботою студентів на лекціях і застосуванням цих знань на практиці. Ці заняття вдало поєднують елементи теоретичного дослідження і практичної роботи.

Виконуючи лабораторні роботи, студенти краще засвоюють програмний матеріал, так як багато визначення та формули, що здавалися абстрактними, стають цілком конкретними, відбувається зіткнення теорії з практикою, що в цілому сприяє з'ясуванню складних питань науки і становленню студентів як майбутніх фахівців. [19]

Гідравліка є ключовою загально технічною дисципліною, на якій базуються багато інших спеціалізованих дисципліни. У процесі вивчення складних процесів, що відбуваються в ході рухів гідравлічної рідини, роблять узагальнені результати і висновки.

1.1. Аналіз існуючого обладнання та лабораторних комплексів.

Компанія «ULIONMSK» пропонує готовий стенд для проведення лабораторних робіт у Вищих навчальних закладах, за для більш детальних випробувань. Даний стенд представлений на Рис.1.1.

Тому досліджуючи старий лабораторний стенд я мав змогу проаналізувати ті стенди які зараз пропонуються на ринку.



Рис.1.1. Стенд "Гідравліка Г2"

Навчальний лабораторний стенд призначений для проведення лабораторних робіт по курсу "Гідравліка та гідромашини" в середніх спеціальних і вищих навчальних закладах. [3]

Цей стенд дозволяє проводити різні лабораторні дослідження, а саме:

Вимірювання тиску та витрати, визначення режиму течії рідини.

Побудова напірної і п'єзометричної лінії трубопроводу. Вивчення рівняння Бернуллі.

Дослідження коефіцієнтів місцевих гідравлічних витрат.

Знаходження коефіцієнта Дарсі гідравлічного тертя.

Дослідження несталої витрати через рідини через дросель (малий отвір у тонкій стінці). [30]

Дослідження характеристики об'ємного насоса при його роботі разом із запобіжним клапаном.

Дослідження та перепадів витрати характеристики гідро розподільника.

Вивчення будови і дослідження витрати та перепадів характеристики дроселя зі зворотним клапаном. [3]

Знаходження залежності коефіцієнта витрати дроселя в залежності від температури робочої рідини.

Конструктивний склад обладнання:

До складу стенду входять дві конструкції:

Модуль гідравлічних пристроїв, гідро станція, засоби вимірювання та керування.

Зазначені пристрої з'єднані між собою електричними лініями і трубопроводами.

Компанія «Festo» пропонує навчальний стенд по гідроприводу "Festo-didactic"(рис.1.2).



Рис.1.2. Лабораторний стенд " Festo-didactic"

Функції даного стенду:

- Вивчення і практичний тренінг по монтажу гідроапаратів відповідно до розробленої або заданої гідравлічною схемою;
- керування роботою гідроапаратів (ручне або електричне) в реальному часі;
- -візуалізація та реєстрація технологічних параметрів: тиск і витрата робочої рідини, швидкість переміщення штока гідроциліндра. [9]

Навчально-дослідний комплекс "Гідроприводи та гідроавтоматика"(рис.1.3).



Рис.1.3. Навчально-дослідний комплекс "Гідроприводи та гідроавтоматика"

Функції даного стенду:

- Вивчення і практичний тренінг по монтажу гідроапаратів і перевірці працездатності розробленої схеми;

- визначення характеристик і технологічних параметрів з реєстрацією на ПК на базі ліцензійного ПЗ "Zetlab";
- керування роботою гідроапаратів в реальному часі (ручне, електричне, автоматичне). [8]

Сьогодні потребує кваліфікованих працівників, які після отримання вищої освіти підуть працювати на підприємства та заводи. Саме тому потрібно оновлювати не тільки матеріальну базу а й лабораторне обладнання чим я і займався. [12]

1.2. Дослідження аналогів.

Для покращення навчального процесу на кафедрі «Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки» з курсу «Об'ємні гідромашини та гідропередачі», а саме розробка лабораторного стенду, за приклад використовую найбільш подібний стенд, який приведений на Рис.1.4.



Рис 1.4. Стенд для випробування шестеренного насоса

Даний стенд призначений для випробовування шестеренного насосу. На ньому ми можемо детально ознайомитися з насосом, за допомогою показів визначити його кавітаційні характеристики, механічний, загальний та об'ємний ККД. [14]

На випробувальному стенді розташовані випробуваний насос, агрегати та прилади, що забезпечують роботу в різних режимах та вимірах абсолютного тиску у всмоктувальній лінії за допомогою вакуумметра, надлишкового тиску в нагнітальній гідро лінії манометром.

1.3. Гідравлічна схема подібного стенду.

Схема даного стенду представлена на Рис.1.5.

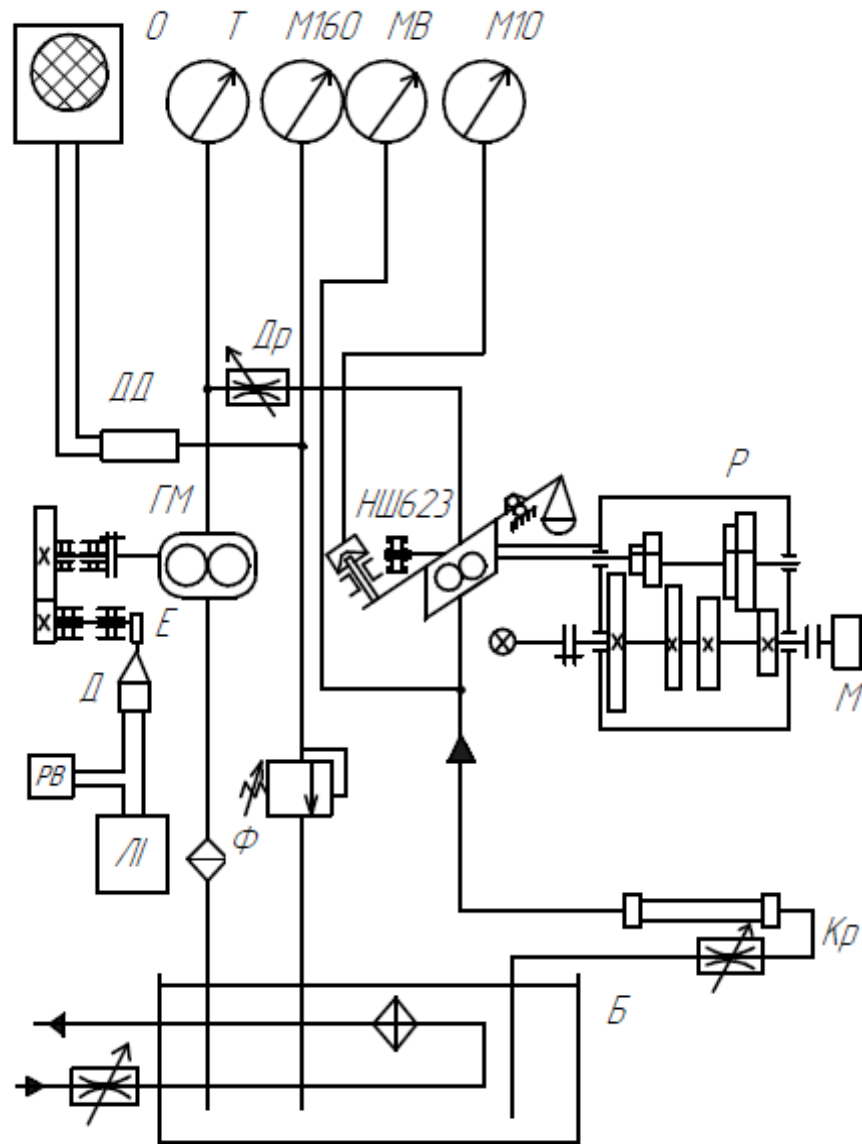


Рис.1 5. Схема стенду

Шестеренний насос НШ623 приводиться до руху електродвигуном А42-4 через коробку передач (Р), що забезпечує чотири ступені швидкості. Всмоктувальна насосом з баку (Б) рідина проходить через дроселюючий кран (Кр) та скляну трубку, в якій можна спостерігати виділення, за рахунок кавітації, бульбашок. Від насоса рідина поступає через регулює мий дросель (Др1) у витратомір та далі через пластинчатий фільтр (Ф) повертається в бак.

На випробувальному стенді розташовані випробуваний насос, агрегати та прилади, що забезпечують роботу в різних режимах та вимірах абсолютного

тиску у всмоктувальній лінії за допомогою вакуумметра, надлишкового тиску в нагнітальній гідролінії манометром; [16]

Витратомір представляє собою комплекс, що складається з шестеренного гідромотора (ГМ), електричного реле часу (РЧ), датчика (Д) та лічильника електричних імпульсів (ЛІ). Лічильник імпульсів включає у себе ексцентрик (Е), зв'язаний через шестерні з валом шестеренного гідромотора, та мікроперемикач типу МП-1, зв'язаний з загальною електромережею. Кількість рідини, що проходить через витратомір, в розрахунку на один імпульс становить $q_p=13,4(\text{см}^3)$.

Реле часу забезпечує одноманітний відлік часу реєстрації імпульсів лічильниками. Час спрацювання реле складає $t_p=3,8$ (с). Гідравлічний динамометр включає в себе важіль, мембранний датчик та манометр МТИ -10.

Для виміру температури робочої рідини у баку встановлені електричний термометр опору, з'єднаний з логометром типу ЛПр-54. [28]

В свою чергу метою магістерської дисертації є оновлення лабораторного обладнання для підвищення кваліфікації студентів. Дане оновлення було б не можливе без спонсорської допомоги, а саме компаніями «HANSA-FLEX» та «HYDRAULIC LINE». Завдяки таким корпораціям та їх ініціативі майбутнім студентам значно доступніше та зрозуміліше спостерігати все можливі дослідження, а викладачам в свою чергу більш легше проводити практичні та лабораторні заняття для показу всіх процесів та явищ які виникають в системах гідроприводу.

Висновок до розділу: в даному розділі було розглянуто актуальність проблеми, зроблено аналіз існуючого обладнання та лабораторних комплексів, досліджено аналоги та розглянуто гідравлічну схему подібного стенду.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ НА ЛАБОРАТОРНОМУ СТЕНДІ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ З МОЖЛИВІСТЮ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА.

Лабораторні заняття - це один з видів самостійної практичної роботи учнів, на якому шляхом проведення експериментів відбувається поглиблення і закріплення теоретичних знань в інтересах професійної підготовки. [1]

Особлива роль в цьому процесі відводиться лабораторного експерименту. Саме в цей момент і потрібні навчальні лабораторні стенди з гідравліки, що дають можливість отримати практичні вміння, при цьому працюючи не тільки самостійно, але і в колективі. Все це вже сьогодні дозволяє вивести різні експерименти і досліді на новий рівень.

Проведення ефективних лабораторних досліджень сьогодні складно уявити без спеціалізованих стендів, до числа яких можна сміливо віднести і навчальні лабораторні стенди з автосправи, авто. За допомогою такого стенду роботи ведуться за допомогою максимально простих установок і комплексів. Простими такі комплекси називають по тій причині, що в них відсутні насоси, мотори, запірні і регулюючі запчастини. Вони чудово підійдуть для проведення експериментів, наприклад, в технічному ВНЗ. [18]

2.1. Схема лабораторного стенду

Так як нам потрібно створити новий стенд для випробування шестеренного насоса, перш за все нам потрібно розробити схему роботи системи.

На рис.2.1 представлена гідравлічна схема випробувального стенду та його основні компоненти.

Отже розглянемо нову схему навчального стенду (рис.2.1):

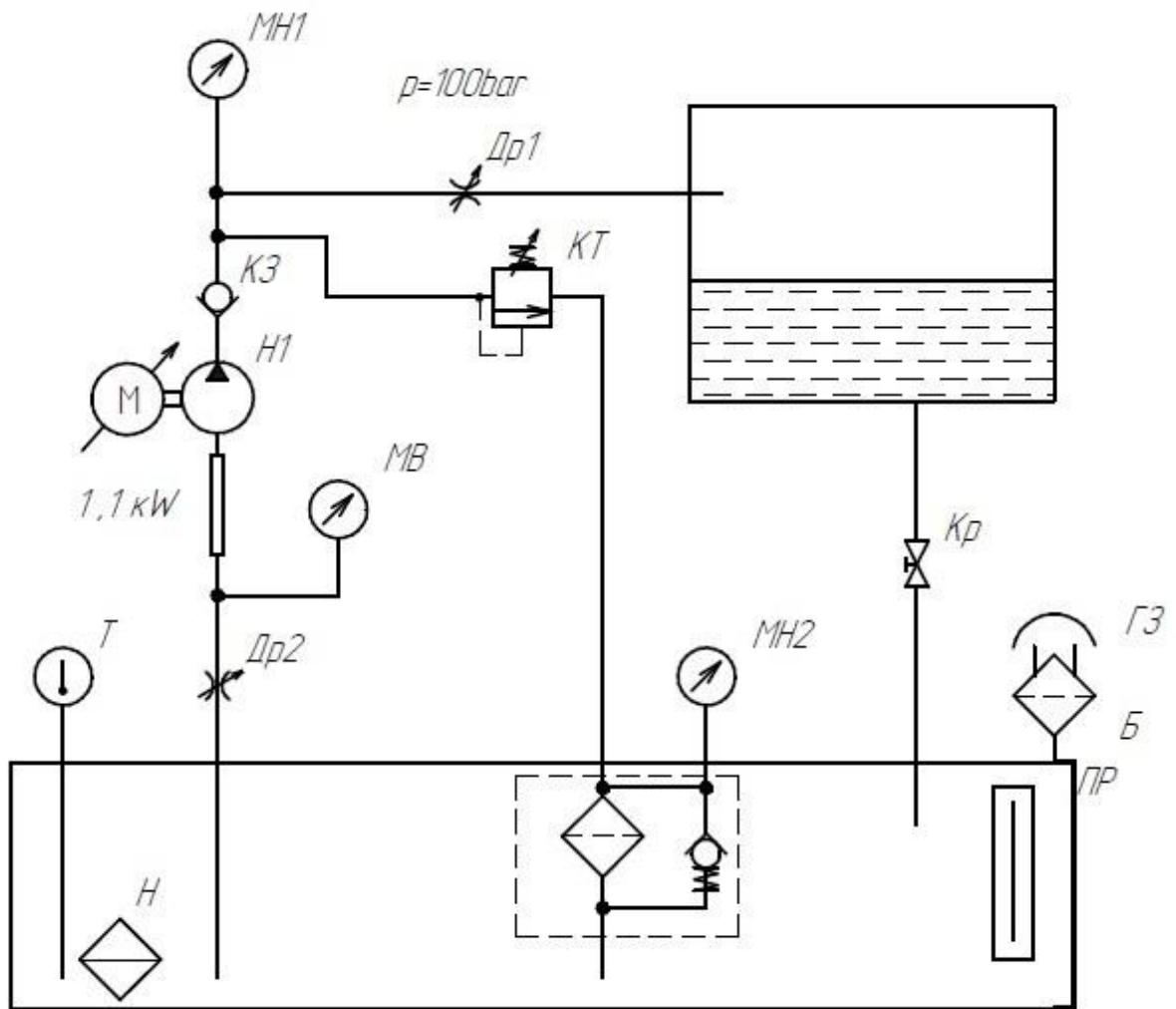


Рис.2.1. Схема нового лабораторного стенду

Умовні позначення: МН1/МН2 – манометр; В – вакуумметр; М-електродвигун; Н1–насос; Н – нагрівач ; КТ- клапан тиску; Т –термометр ; КЗ-клапан зворотній ; Кр–кран; Др1/Др2 – дросель; С – сапун; ГЗ – горловина заливна; Б –бак.

На випробувальному стенді розташовані випробуваний насос, агрегати та прилади, що забезпечують роботу в різних режимах та вимірах абсолютного тиску у всмоктувальній лінії за допомогою вакуумметра, надлишкового тиску в нагнітальній гідро лінії манометром; [20]

Основними досліджуваними об'єктами є шестеренний насос (Н1), електромотор MS803-4 (М). Для створення навантаження в системі використовується дроселі (ДР1 та ДР2).

До направляючої регулюючої апаратури стенду відносяться кран (Кр), запобіжний клапан (КЗ), клапан тиску (КТ).

На рисунку 2.1 представлена гідравлічна схема експериментальної установки з вивчення характеристик шестеренного насоса. Шестеренний насос (Н1) приводиться в рух електродвигуном (М) (на ньому встановлений частотний перетворювач для зміни частоти обертів). До входу насоса підключений вакуумметр МВ, до виходу - манометр (МН1). Клапан тиску (КТ) оберігає насос від перевантажень. При тиску, вище критичного, а саме 95 bar, клапан відкривається, частина рідини йде в бак (Б), тиск падає і клапан закривається. Рідина надходить з бака в насос через регульований дросель (ДР2) та скляну трубку в якій можна спостерігати виділення бульбашок за рахунок кавітації далі рідина проходить через ще один регульований дросель (Др1) потім потрапляє у прозорий бак в якому можна буде спостерігати режим руху рідини (ламінальний або турбулентний) після цього масло зливається в бак (потік регулюється краном (Кр)). У баку встановлений нагрівач рідини (Н) для того, щоб була змога змоделювати різні температурні режими роботи системи. [22]

По даній схемі ми будемо виготовляти новий навчальний лабораторний стенд для дослідження характеристик шестеренного насосу.

2.2. Підбір необхідного обладнання для стенду.

Потім на базі схеми (Рис.2.1.) та за допомоги спонсорської допомоги компаній «HANSA-FLEX» та «HYDRAULIC LINE» ми виготовили стенд.

Лабораторний стенд складається з наступних вузлів:

- асинхронного електродвигуна типу MS803-4 фірми INDUCTION MOTOR, зображеного на рис.2.2.

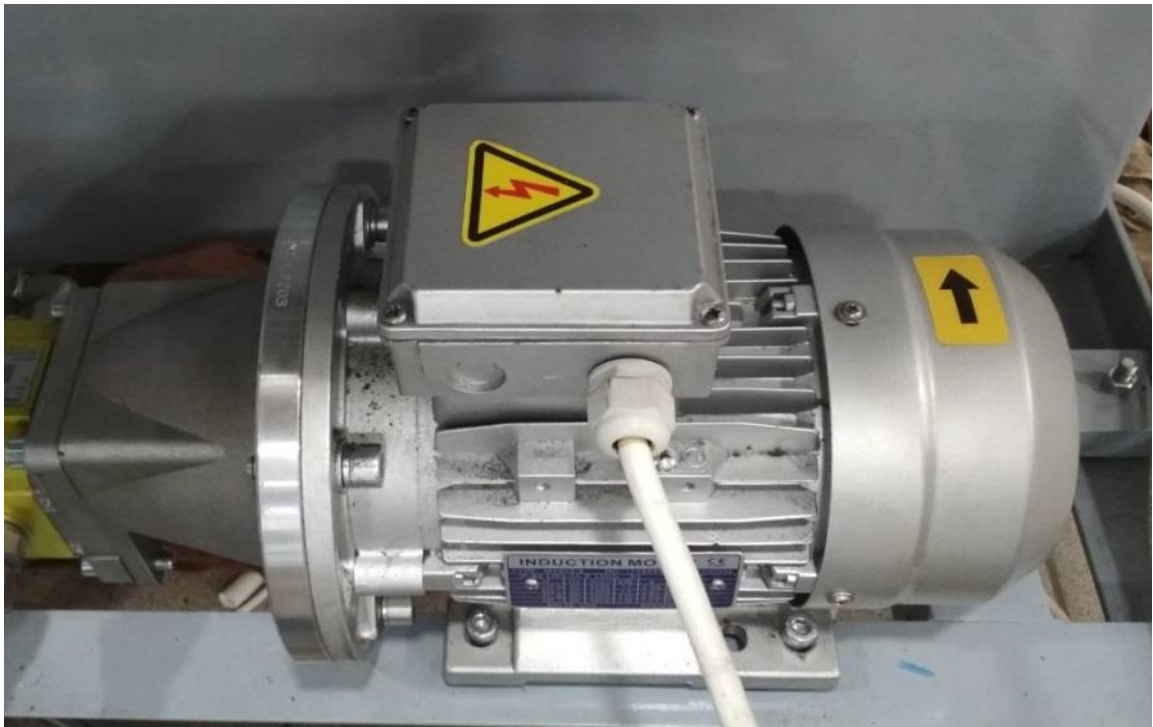


Рис.2.2 Електродвигун типу MS803-4

- нерегульованого шестеренного гідронасосу Н1 типу X2P4102EBBA фірми VIVOLO (рис.2.3).



Рис. 2.3 Шестеренний гідронасос Н1 типу X2P4102EBBA.

Формула для розрахунку QT шестеренного насоса.

$$Q = q \cdot n = 4,5 \cdot 1390 = 5838 \frac{\text{см}^3}{\text{хв}} = 5,8 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

Характеристика насосу представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика та параметри насосу X2P4102EBVA

Характеристика	Параметри
Робочий об'єм	4,2см ³ /об
Макс. робочий тиск	До 260 бар

- запобіжний (переливний) клапан тиску (рис. 2.4).

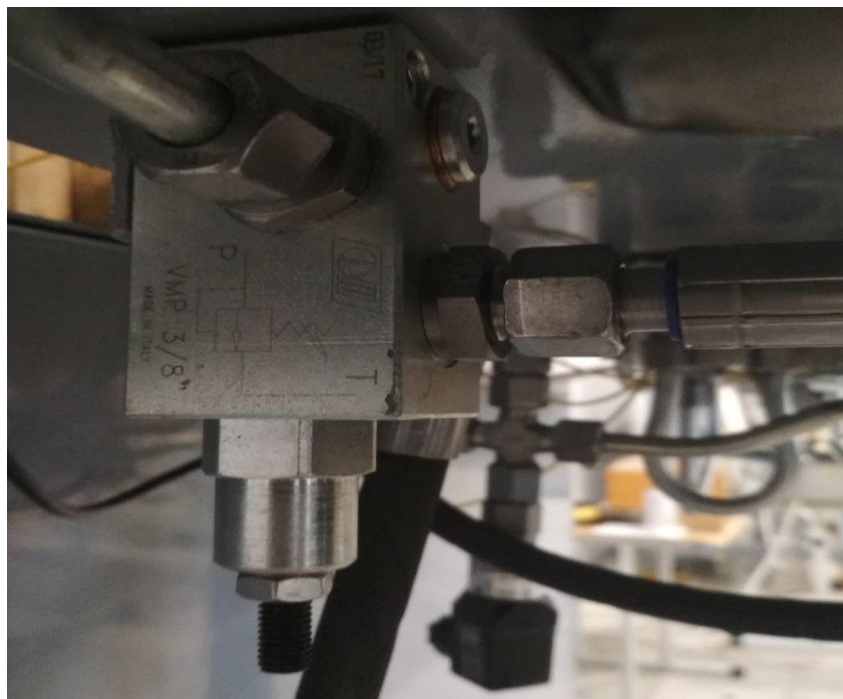


Рис. 2.4 запобіжний клапан КЗ типу НКV01218006 фірми HANSA FLEX
GERMANY

Для контролю за температурою робочої рідини у системі встановлений термометр t° який в свою чергу є і вказівником рівня робочої рідини. (рис.2.5).

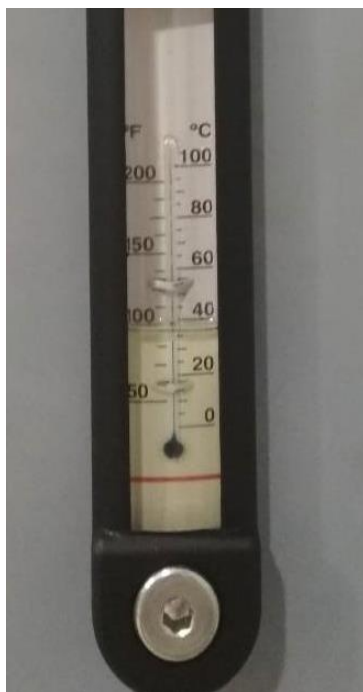


Рис. 2.5 Вказівник рівня мастила та температури.

Характеристика вказівника рівня представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристика та параметри вказівника рівня

Характеристики	Параметри
Довжина	254 мм
З'єднання	2 x M12
Температура max.	100°C
Роб. тиск	макс. 1 бар
Матеріал	Поліамід Ущільнення: БНК

Перепад тиску на всмоктувальній лінії фіксується вакуумметром М1.(рис.2.6)



Рис. 2.6 Вакуумметр М1.

Перепад тиску в напірній лінії фіксується манометром М2.(рис.2.7)



Рис. 2.7 Манометр М2 в нульовому положенні

Манометр М3 встановлений для індикації забруднення в манометричному виконанні для фільтрів зворотного потоку, прийомних і нагнітальних фільтрів. (рис.2.8).



Рис. 2.8 Манометр МЗ

Характеристика манометра представлена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Характеристика та параметри манометра

Характеристики	Параметри
Тонкість фільтрації	25мкм
Номінальна пропускна здатність	86 л/хв.
Робочий тиск	макс.8 бар
Робоча температура	від -25 ° С до + 110°С
Фільтруючі матеріали	Ущільнення: БНК



Рис. 2.9. Фільтр зливний FI RL 086 P10 N V G3/4

Характеристика фільтру представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Характеристика та параметри зливного фільтру

Характеристики	Параметри
Діаметр кришки-сапуна	D=80мм
Вбудований повітряний фільтр	10мкм
Довжина заправного фільтру	L=80мм
Робоча температура	від -25 ° С до + 100°С
Матеріал	хромована сталь



Рисунок 2.10.Горловина зливна FI BL 080 F P10 080

Характеристика заливної горловини представлена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Характеристика та параметри заливної горловини

Характеристики	Параметри
З'єднання	G 1/8"

Для регулювання тиску в системі стоїть дросель Др1 та Др2. Рис. 2.11.



Рис. 2.11. Дросель НКFCVHN 1200S 34 та НКFCVHN 800S12

Характеристика дроселя представлена в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Характеристика та параметри дроселя

Характеристика	Параметри
Максимальний тиск	$P_{\max}=400$ бар
Макс. подача	$Q_{\max}=57$ л/хв.
З'єднання	G 1/2"

Для контролю та підтримування сталої температури в системі стоїть термостат. (рис. 2.12).

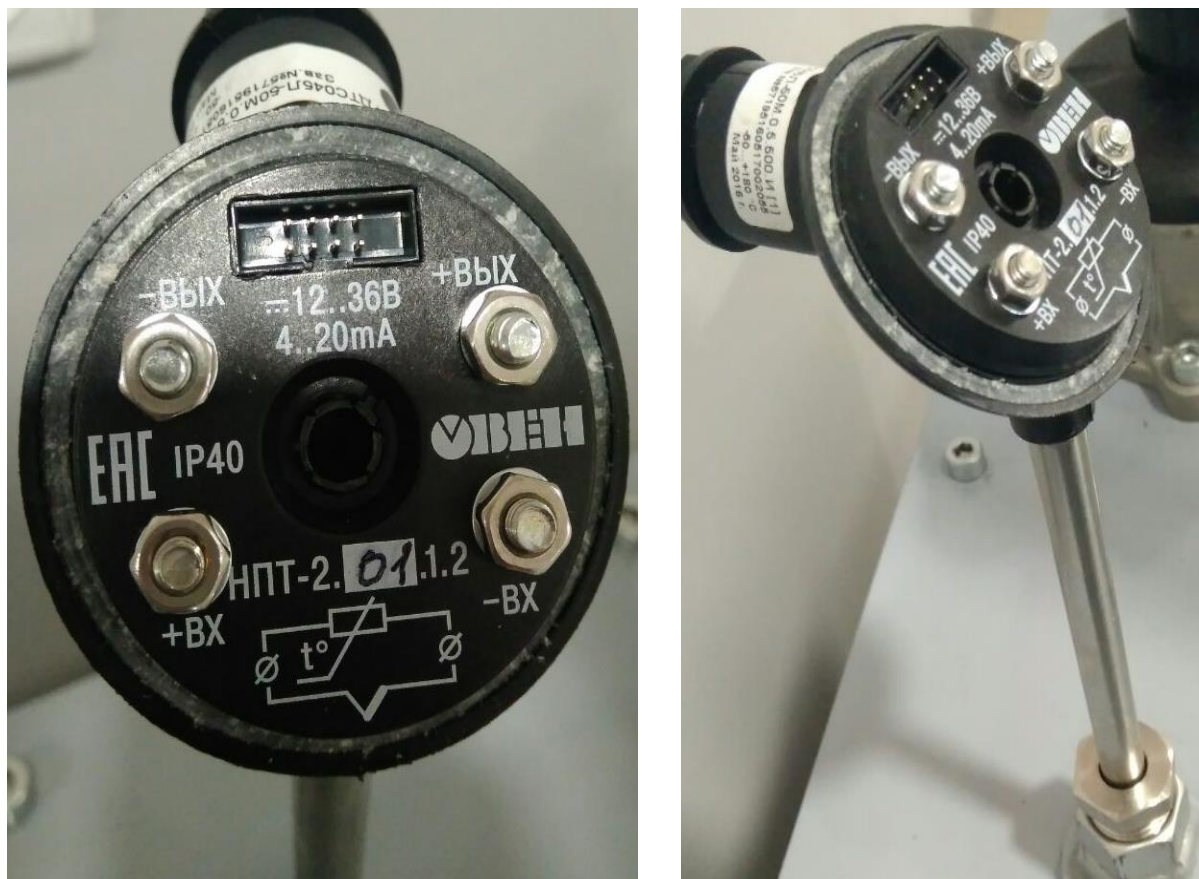


Рис. 2.12 Датчик температури (термостат)

Характеристика датчика температури представлена в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Характеристика та параметри датчика температури

Характеристики	Параметри
Межа міцності по тиску, бар	300
Споживання струму, мА	<50
Діапазон вимірювання, °С	-50...150
Робоча температура	від -25 °С до + 100°С
З'єднання	G 1/4

Для зливу робочої рідини з прозорого баку в системі стоїть шаровий кран (рис.2.14).



Рис.2.14. Кран шаровий ВКР 20nd

Характеристика шарового крану представлена в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Характеристика та параметри шарового крану

Характеристики	Параметри
Тип з'єднання	G 3/4" -14
Робочий тиск	40 бар

2.3. Створений випробувальний стенд.

Завдяки розрахункам та проектуванню ми створили новий лабораторний стенд для вивчення параметрів шестеренного насосу(рис.2.15).

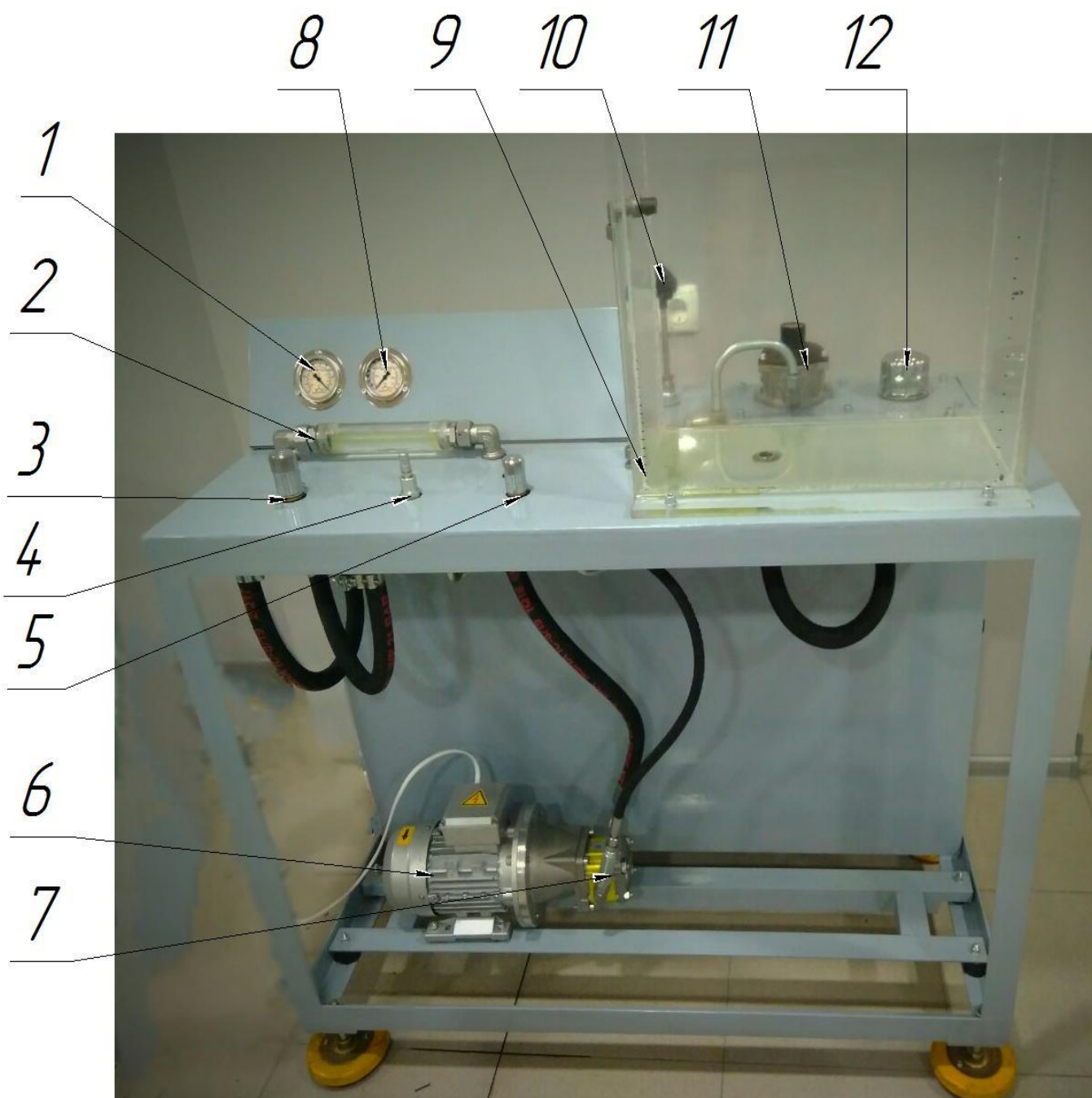


Рис. 2.15 Складові лабораторного стенду для вивчення параметрів шестеренного насосу.

(1- Вакуумметр М1; 2- прозора трубка; 3 – дросель Др2; 4 – запобіжний клапан КЗ; 5 – дросель Др1; 6 – асинхронний електродвигун ЕД; 7 – шестеренний насос НШ; 9 – прозорий бак; 10 – термостат; 11 – зливний фільтр грубої очистки Ф з манометром МЗ; 12 – заливна горловина ЗГ).

2.4.Пуско-налагоджувальні роботи.

Пуско-налагоджувальні роботи полягають у наступному:

1. Ввімкнення живлення в лабораторії.
2. Під'єднання стенду до мережі живлення.
3. Перевірка стенду та додаткового обладнання.
4. Запуск стенду.
5. Проведення лабораторної роботи.
6. Вимкнення живлення та скидання тиску в системі.
7. Злив робочої рідини з ємності в бак.

УВАГА!!! Перед початком роботи в лабораторії потрібно: прослухати інструктаж з питань охорони праці;

Згідно з методикою спочатку потрібно увімкнути живлення в лабораторії, а саме:

- 1.Перемикач живлення перевести в положення «Ввімкнено».

Шафа з перемикачем зображена на рис.2.16.



Рис. 2.16 Загальний вигляд шафи живлення.

Положення перемикача та його значення зображено на рис.2.17.



а)



б)

Рис.2.17 Положення перемикача шафи живлення
а) вимкнено; б) ввімкнено;

2. Для під'єднання лабораторного стенду до мережі 380В потрібно під'єднати розетку живлення, що зображена на рис.2.18.



а)



б)

Рис.2.18 Під'єднання стенду до живлення
а) вимкнено; б) ввімкнено;

3. Перевірка обладнання стенду та додаткового обладнання:

3.1. Перевірка та налаштування правильності положення ручки дроселя зображеного на рис.2.19.



 Невірно



 Вірно

Рис.2.19 Правильність налаштування дроселів.

4. Запуск стенду з панелі керування.

Для запуску лабораторного стенду з панелі запуску потрібно:

- Рубильник «Стенд 1» на панелі (Рис.2.20) перевести в положення «Ввімкнено»

УВАГА!!! Перш за все потрібно здійснити короткочасний запуск стенду для того щоб впевнитись в правильності роботи системи.

Якщо система налаштована вірно: резервуар почне заповнюватись робочою рідиною, вакуумметр М1 (Рис. 2.6; Рис. 2.1; Рис. 2.15) покаже значення -1.4 Ваг; Манометр М2(Рис. 2.7; Рис. 2.1; Рис. 2.15) покаже значення 0 Ваг.

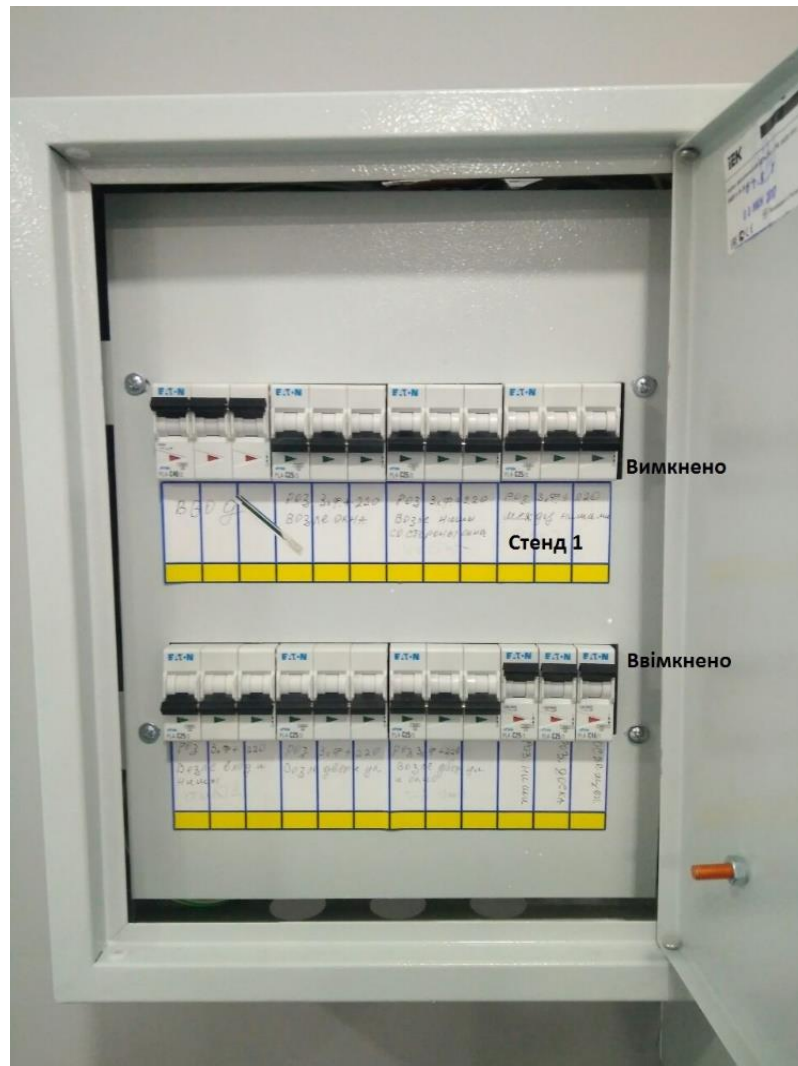


Рис.2.20 Загальний вигляд панелі запуску лабораторного стенду.

Якщо система налаштована вірно:

- Манометр М1 буде показувати значення «-1.8 bar» вакуумметричного тиску .
- Манометр М2 буде показувати значення «0 bar».
- Прозорий бак буде наповнюватись робочою рідиною.
- Відсутній підвищений шум в роботі системи.

Правильна робота системи зображена на Рис.2.21.



Рис.2.21 Правильно налаштувань система.

Якщо система налаштована не вірно (Рис. 2.22) : робоча рідина не буде надходити до проміжного резервуару, підвищений шум: більше ніж 73 Дцб. , потрібно негайно вимкнути систему і повернутись до пункту 3.



а)



б)



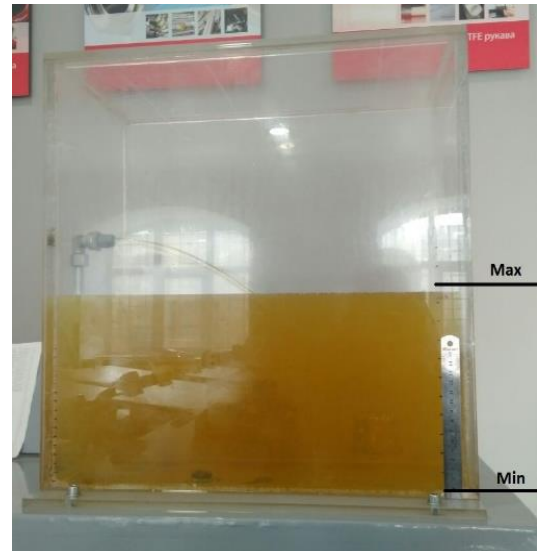
в)

Рис.2.22 Неправильно налаштована система.

а) відсутнє заповнення баку робочою рідиною; підвищений шум.

б) максимальні покази манометра М1. в) максимальні покази манометра М2

Проведення лабораторної роботи обумовлює собою порожній прозорий бак, на рисунку 2.23 зображено а) система готова до роботи; б) максимальний рівень робочої рідини, потрібно відкрити кран КР1 і злити масло в бак. [17]



а) готово до роботи



б) потрібно злити мастило

Рис.2.23 Рівень наповненості прозорого баку.

При проведенні лабораторної роботи, потрібно спостерігати за вказівником рівня мастила у баці, адже коли прозорий бак заповнений мастилом, то робоча рідина відсутня в показнику рівня (рис.2.24).



а) готово до роботи



б) потрібно злити мастило з прозорого баку.

Рис.2.24 Рівень наповненості вказівника рівню.

Для того щоб з прозорого баку, злити робочу рідину, потрібно відкрити кран КР1, показаного на рис.2.25.



а)

б)

Рис.2.25 Положення ручки крана.

а) закритий кран; б) відкритий кран.

2.5.Методика проведення лабораторних робіт.

2.5.1. Проведення лабораторного дослідження дійсної та теоретичної витрати.

Визначення теоретичної, дійсної витрати та об'ємного ККД шестеренного насосу при регулюванні тиску дроселем.

Мета: Визначення впливу зміни тиску на роботу системи. Визначити Q_d та Q_T витрати в системі. Побудувати графіки залежності дійсної витрати від зміни тиску в системі. Зробити апроксимацію. Побудувати графік залежності зміни ККД.

Методика проведення досліджу:

1. Ввімкнути живлення системи.
2. Закрити кран КР1.

3. Для вимірювання витрати через дросель Др2 необхідно відкрити дросель Др1 на максимум.

4. змінювати положення ручки дроселя для задання тиску в системі, отримані значення занести в таблицю 2.9

Для визначення дійсної витрати Q_d система обладнана прозорим баком, параметри баку 248*457*515 мм. На ньому є шкала поділок, об'єм в одній поділці дорівнює 2,3 л. Визначившись з ціною поділки та після налаштування тиску в системі ми можемо заміряти за який час набереться одна поділка і скориставшись формулами порахувати дійсну витрату Q_d .

5. При проведенні лабораторної роботи необхідно фіксувати значення тиску в системі, яке відображається на манометрі М1; отримані значення занести в таблицю 2.9

6. Порахувати теоретичну, дійсну витрату та об'ємного ККД шестеренного насосу при регулюванні тиску дроселем.

Таблиця 2.9

Результати досліджень

№ n/n	Експериментальні дані				
	$P(\text{bar})$	QT	Q_d	$t (\text{с/под})$	η
1					
2					
3					

Після проведення лабораторної роботи потрібно побудувати графік залежності дійсної витрати робочої рідини через дросель Др2 в залежності від заданого тиску в системі в програмі Microsoft Excel:

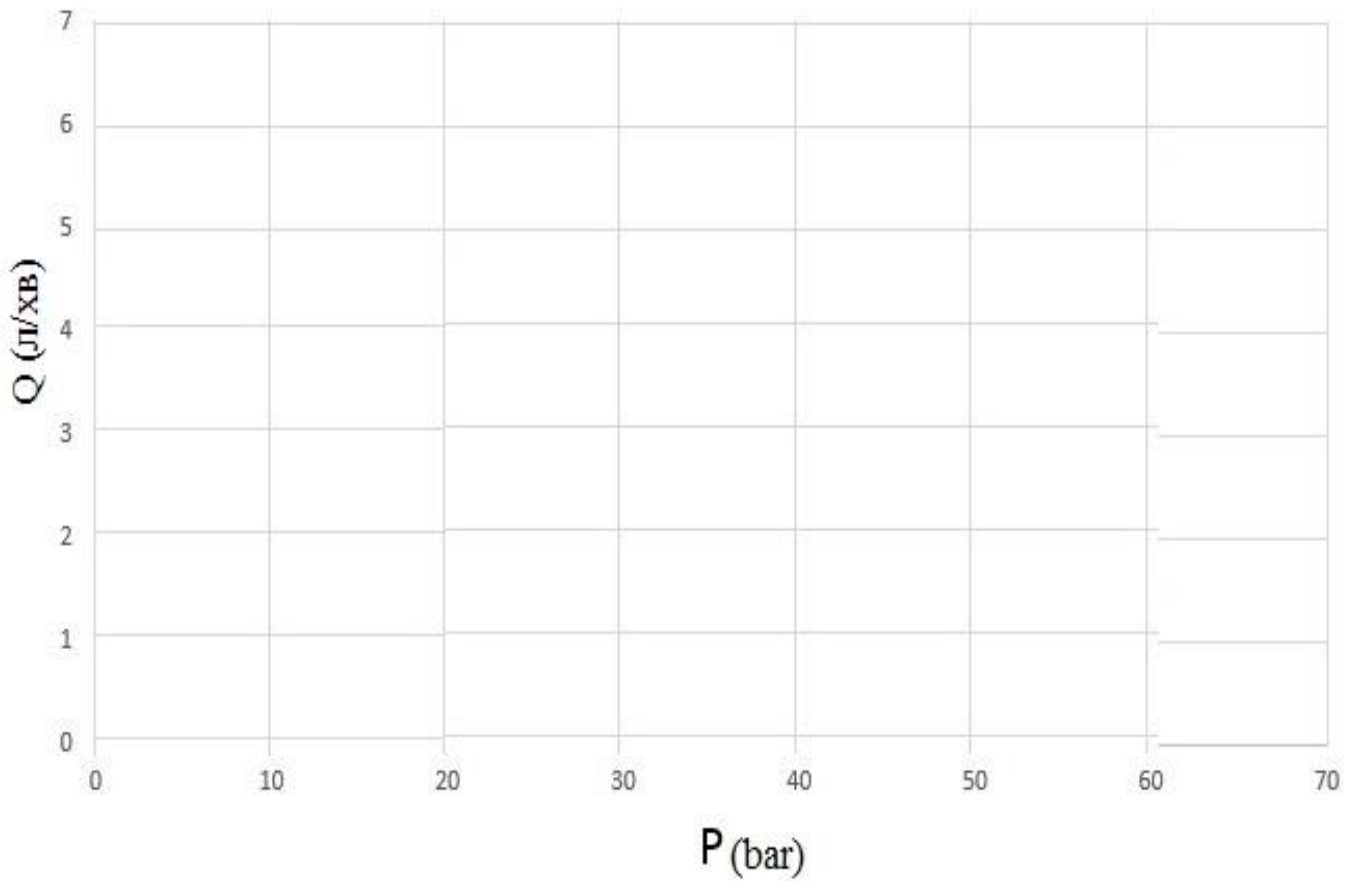


Рис.2.26 Шаблон графіка залежності зміни витрати від тиску у напірній лінії.

Для того щоб побудувати графік зміни КПД в залежності від тиску та для більшої точності отримання результатів, потрібно провести дослід декілька разів і побудувати даний графік 1.2.

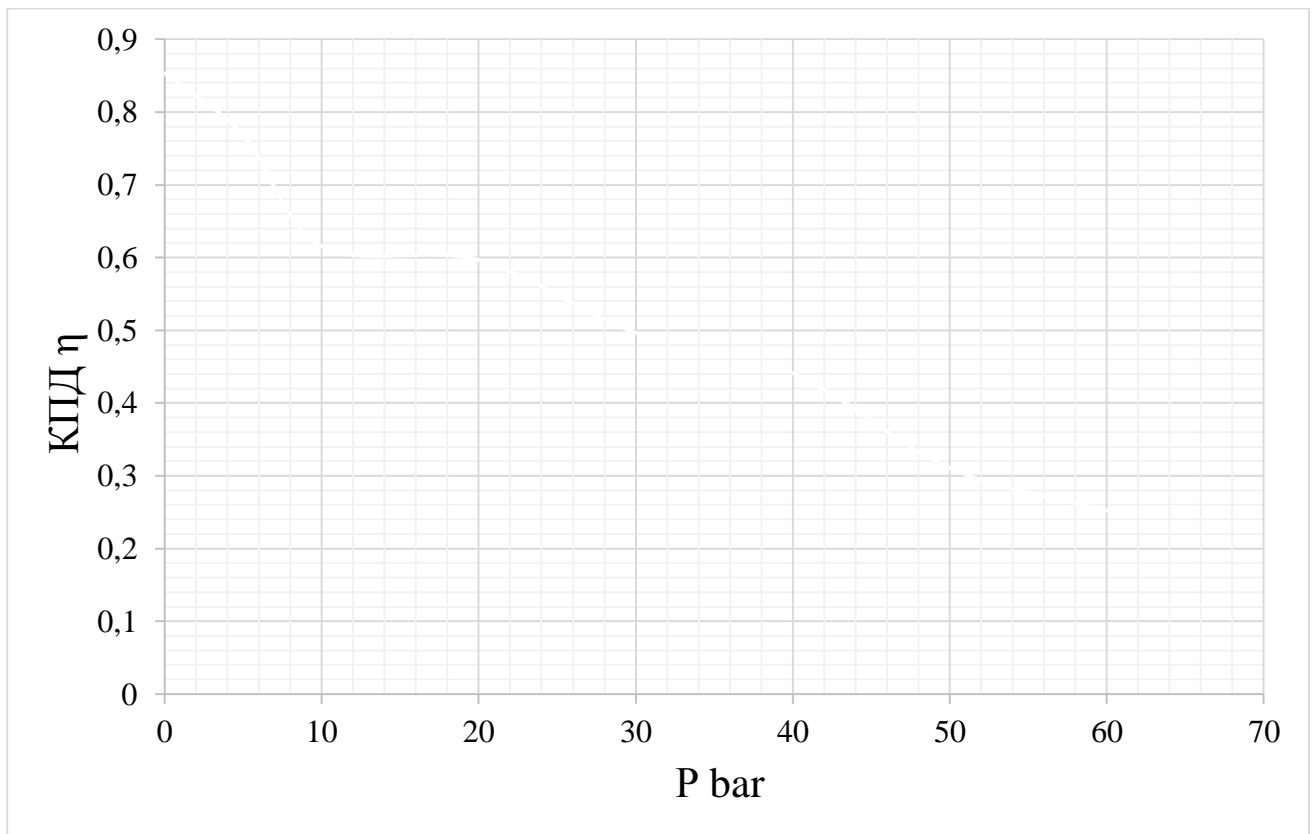


Рис.2.27 Шаблон графіка залежності зміни КПД зі зміною тиску в системі.

Висновок по лабораторній роботі: _____

_____.

2.5.2 Проведення лабораторного дослідження впливу регулювання тиску у всмоктувальній лінії.

Визначення впливу при регулюванні тиску дроселем на лінії всмоктування робочої рідини на шестеренний насос. В даній лабораторній роботі буде спостерігатись та досліджуватись явище кавітації, при якому тиску виникає і що взагалі відбувається в системі.

Після проведення лабораторної роботи студенти більш точно та детальніше розглянуть дане явище і зрозуміють його вплив на систему загалом.

Мета: дослідити вплив регулювання тиску на всмоктувальній лінії, які явища виникають, які спостерігаються зміни в роботі системи.

Методика проведення досліду:

1. Ввімкнути живлення системи.
2. Закрити кран КР1.
3. Для вимірювання витрати через дросель Др1 необхідно відкрити дросель Др2 на максимум.
4. змінювати положення ручки дроселя Др1 для задання тиску в системі, отримані значення занести в таблицю 2.10

Для більш детального показу змін в роботі системи запропоновано: при проведенні досліду змінювати не тільки тиск на лінії всмоктування, а ще й змінювати тиск на лінії нагнітання Др2, отриманні значення занести в таблицю 2.10.

Для визначення дійсної витрати Q_d система обладнана прозорим баком, параметри баку 248*457*515 мм. На ньому є шкала поділок, об'єм в одній поділці дорівнює 2,3 л. Визначившись з ціною поділки та після налаштування тиску в системі ми можемо заміряти за який час набереться одна поділка і скориставшись формулами порахувати дійсну витрату Q_d .

5. При проведенні лабораторної роботи необхідно фіксувати значення тиску в системі, яке відображається на манометрі М1; отримані значення занести в таблицю 2.11.

Результати досліджень

№ n/n	Експериментальні дані				
	$P_1(\text{bar})$	$t_1(\text{с/нод})$	$t_2(\text{с/нод})$	$t_3(\text{с/нод})$	$t_4(\text{с/нод})$
1					
2					
3					

Таблиця для дійсної витрати Q_d .Результати досліджень Q_d .

№ n/n	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
1				
2				
3				

Завдяки тому що наша система обладнана прозорим баком та трубкою, при проведенні лабораторної роботи ми можемо спостерігати процеси що відбуваються в системі, а саме: _____

Після проведення дослідів потрібно побудувати графік залежності зміни витрати від зміни тиску в системі.

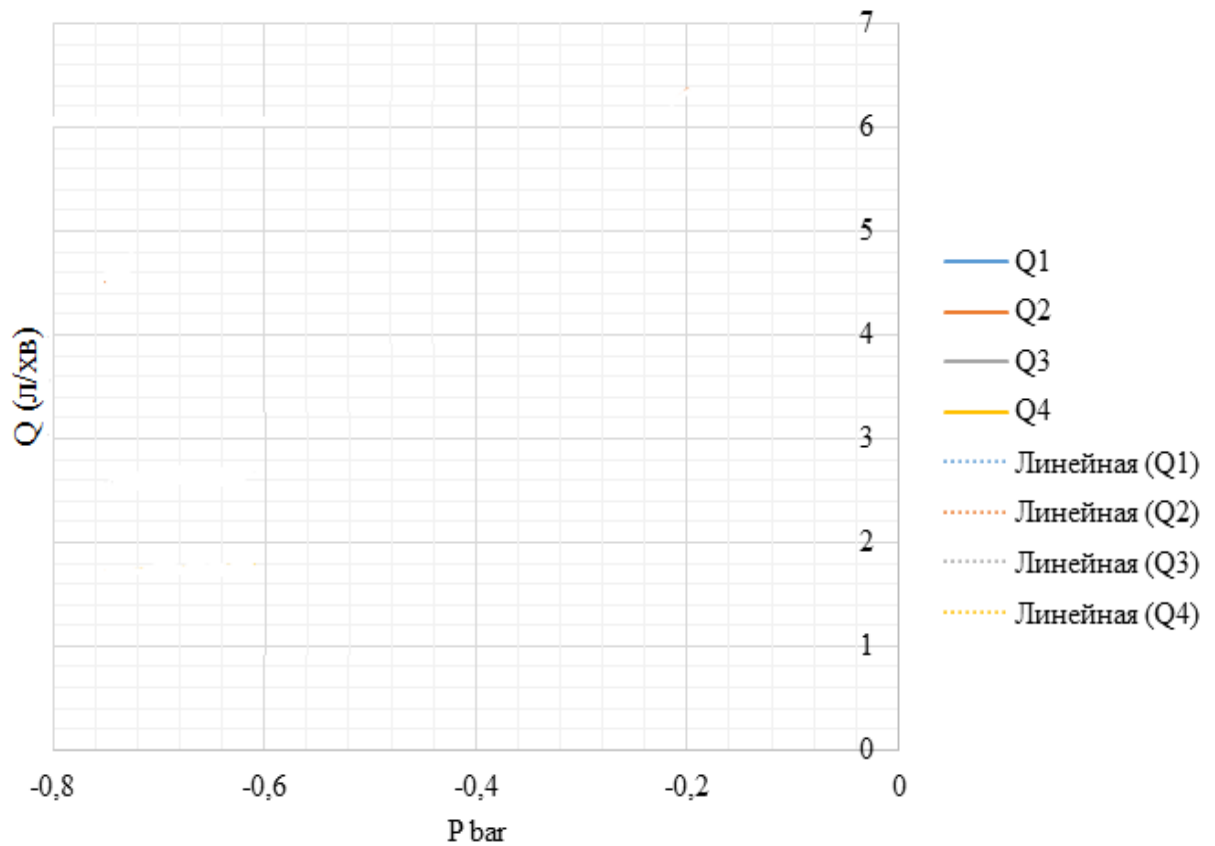


Рис.2.28 Шаблон графіка залежності зміни витрати від вакуумметричного тиску.

Зафіксувати дані процеси та описати їх, дати визначення та оцінку роботи системи.

Висновок по лабораторній роботі _____

2.5.3.Проведення лабораторного дослідження впливу зміни тиску на споживану потужність електродвигуном.

Визначення зміни споживання потужності електродвигуном на кожній фазі при регулюванні тиску дроселем в нагнітальній лінії.

Мета: дослідити вплив збільшення тиску в системі на споживання потужності електродвигуном.

Методика проведення досліду:

1. Ввімкнути живлення системи.
2. Відкрити кран КР1.
3. Для вимірювання потужності яку споживає система в даний час скористаємось вимірювальним пристроєм К50.

Даний пристрій нам дозволяє знімати покази вольтметра, амперметра та ватметра на кожній фазі окремо в реальному часі.

4. змінювати положення ручки дроселя для задання тиску в системі.

5. Переключити регулятор в положення першої фази А, покази вольтметра, амперметра та ватметра занести в таблицю 2.12 для другої В та третьої С фази аналогічно повторити та провести заміри. Для того щоб вірно зняти покази потрібно: на вимірювальних пристроях слід дивитись не на стрілку, а на її віддзеркалення.

Таблиця 2.12

Результати досліджень

Фаза (Тиск(Bar))	Експериментальні дані								
	V	V*3	A	A*10-2*5	W (Вт)	W*15(Вт)	cos φ	I*Uφ	W∂ *cosφ
A10									
B10									
C10									

Додаткове обладнання та його налаштування:



Рис.2.29 Вимірювальний комплекс К50.

Даний пристрій призначений для вимірювання V, A, W на кожній фазі в реальному часі.

Вимірювальний комплект К-50 може передбачати вимір кілька характеристик струму одночасно. Сила струму, потужність і напруга - всі ці параметри можна виміряти. Використовуючи лише цей вимірювальний комплект.

Прилад К-50 може використовуватися і для проведення вимірювань в побуті, і в спеціалізованих лабораторіях і на виробництві. Даний комплект включає в себе пристрої, які займаються різними типами вимірювань, що дозволяє проводити цілі комплекси вимірювань по будь-яким заданим параметрам

без втрати точності. Вимірювальний комплект К-50 відрізняється також низькою похибкою підсумкових показників вимірювань.

Даний вимірювальний комплект зручний в тих випадках, коли потрібно оперативно провести кілька вимірів в польових умовах. Високий рівень технічних характеристик виділяє вимірювальний комплект К-50 з ряду інших комплектів як російських, так і зарубіжних виробників.

Для коректної роботи з вимірювальним приладом його потрібно налаштувати згідно інструкції.

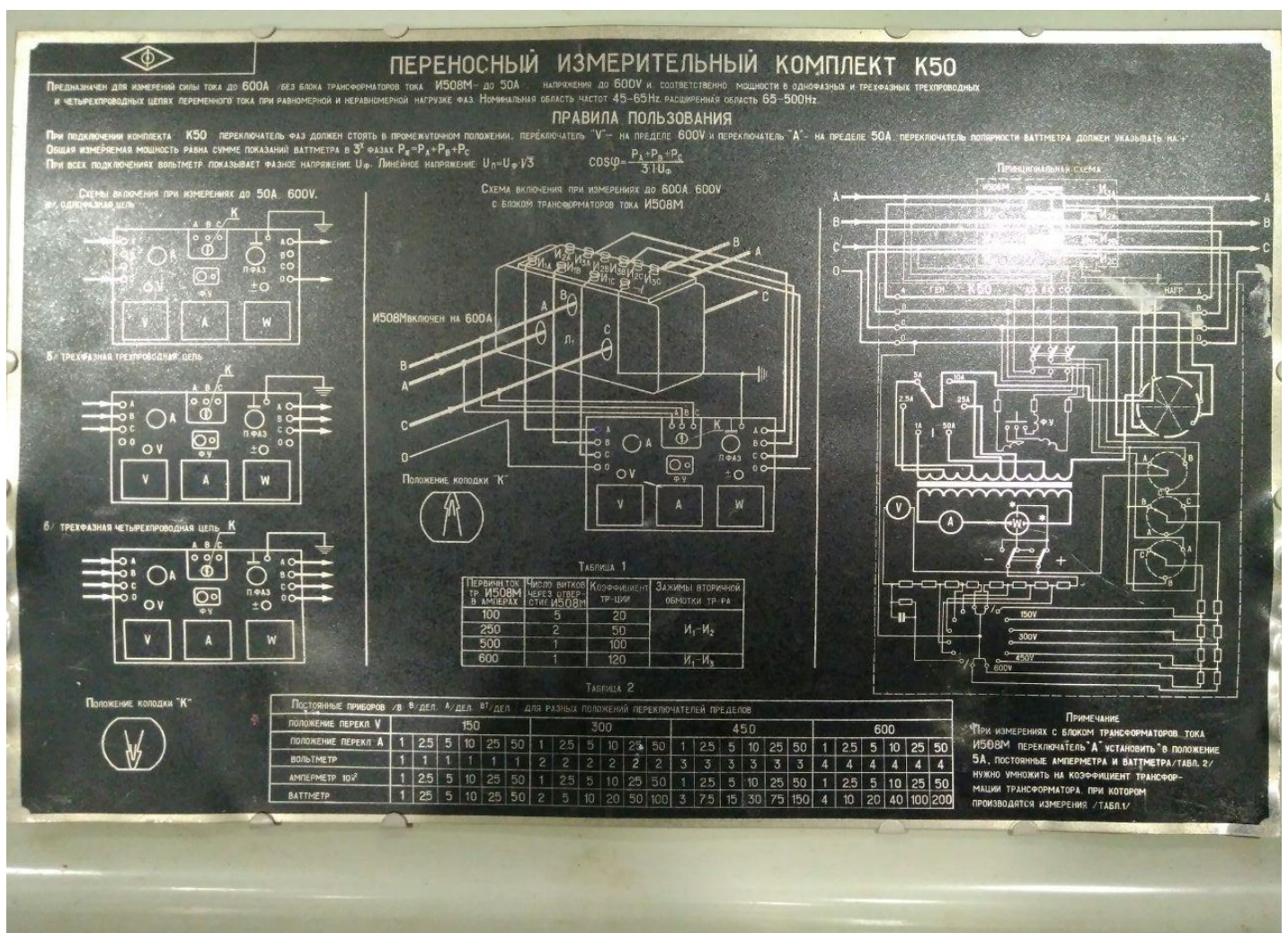


Рис.2.30 Інструкція налаштування вимірювального комплексу К50.

Схема підключень зображена на Рис.2.31.



а)

ПРИМЕЧАНИЕ
 При измерениях с блоком трансформаторов тока И508М переключатель А установить в положение 5А, постоянные амперметра и ваттметра /табл. 2/ нужно умножить на коэффициент трансформации трансформатора, при котором производится измерения /табл.1/

б)

Рис.2.31 Вказівки налаштування вимірювального комплексу К50.

а) підключення 3 фаз через пристрій; б) примітка.

Виставлення регуляторів згідно інструкції для подальшої роботи з вимірювальним пристроєм.

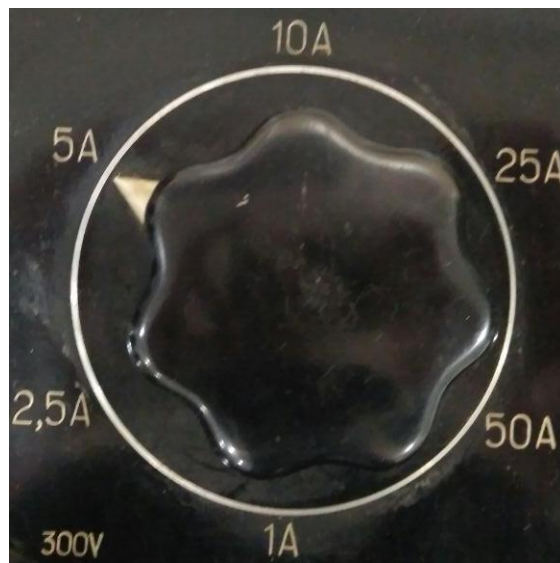


Рис.2.32 Налаштування положення ручки Амперметра згідно інструкції.



Рис.2.33 Налаштування положення ручки Ватметра згідно інструкції.



Рис.2.34 Налаштування положення ручки Вольтметра згідно інструкції.

Для вимірювання V, A, W на кожній фазі потрібно змінити положення ручки на вимірювальному пристрої та зняти покази.



а)

б)

в)

Рис.2.35 Положення регулятора для зняття показів з фаз.

а) фаза А; б) фаза В; в) фаза В.



Рис.2.36 Вольтметр загальний вигляд.



Рис.2.37 Амперметр загальний вигляд.



Рис.2.38 Ватметр загальний вигляд.

Висновок по лабораторній роботі: _____

2.6.Проведення експериментів згідно методики.

2.6.1 Експериментальне дослідження дійсної та теоретичної витрати.

Користуючись пуско-налагоджувальними роботами, які вказана в пункті 2.5 та методикою проведення лабораторної роботи 2.5.1 ми проводимо наш дослід.

8. Вмикаємо живлення в лабораторії з шафи живлення. (Рис.2.16; рис.2.17.)

9. Під'єднаємо стенд до мережі живлення за допомогою розетки живлення.
(Рис.2.18)

10.Перевірка стенду та додаткового обладнання.

3.1. Перевіряємо положення ручки дроселя.(Рис. 2.19)

3.2. Запускаєм стенд з панелі керування.

Для запуску лабораторного стенду з панелі запуску потрібно:

- Рубильник «Стенд 1» на панелі (Рис.2.20)перевести в положення «Ввімкнено»

УВАГА!!! Перш за все потрібно здійснити короткочасний запуск стенду для того щоб впевнитись в правильності роботи системи.

Якщо система налаштована вірно: резервуар почне заповнюватись робочою рідиною, вакуумметр М1 (Рис. 2.6; Рис. 2.1; Рис. 2.15) покаже значення -1.4 Ваг; Манометр М2(Рис. 2.7; Рис. 2.1; Рис. 2.15) покаже значення 0 Ваг.

Користуючись методикою проводимо дослід.

1.Вмикаємо систему.

2.Кран КР1 (Рис.2.25;рис.2.1;рис.2.15) переводимо в положення «Закрито».

3. Дросель Др2 (Рис.2.11;рис.2.1;рис.2.15) необхідно відкрити дросель Др1 (Рис.2.11;рис.2.1;рис.2.15) на максимум.

4. Змінюємо положення ручки дроселя для задання тиску в системі, отримані значення заносимо в таблицю 1.2.

Для визначення дійсної витрати Q_d система обладнана прозорим баком, параметри баку 248*457*515 мм. На ньому є шкала поділок, об'єм в одній поділці дорівнює 2,3 л. Визначившись з ціною поділки та після налаштування тиску в системі ми можемо заміряти за який час набереться одна поділка і скориставшись формулами порахувати дійсну витрату Q_d .

Для більш точних результатів даний дослід було проведено декілька разів за для того, щоб добитись більш точних середніх значень і ними побудувати графік залежностей.

Згідно з проведеними експериментами було виміряно дійсну витрату рідини в системі при роботі з дроселем (у 8 положеннях ручки). Результати дослідів записані в таблицю 2.9

Таблиця 2.9

№ n/n	Експериментальні дані (середні значення).				
	$P(\text{bar})$	QT	Q_d	$t (\text{с/под})$	η
1	0 bar	5,838	4,982	20,7	0,8534
2	5 bar	5,838	4,482	21,2	0,7677
3	10 bar	5,838	3,592	22,7	0,6153
4	20 bar	5,838	3,482	23,5	0,5964
5	30 bar	5,838	2,897	24,6	0,4962

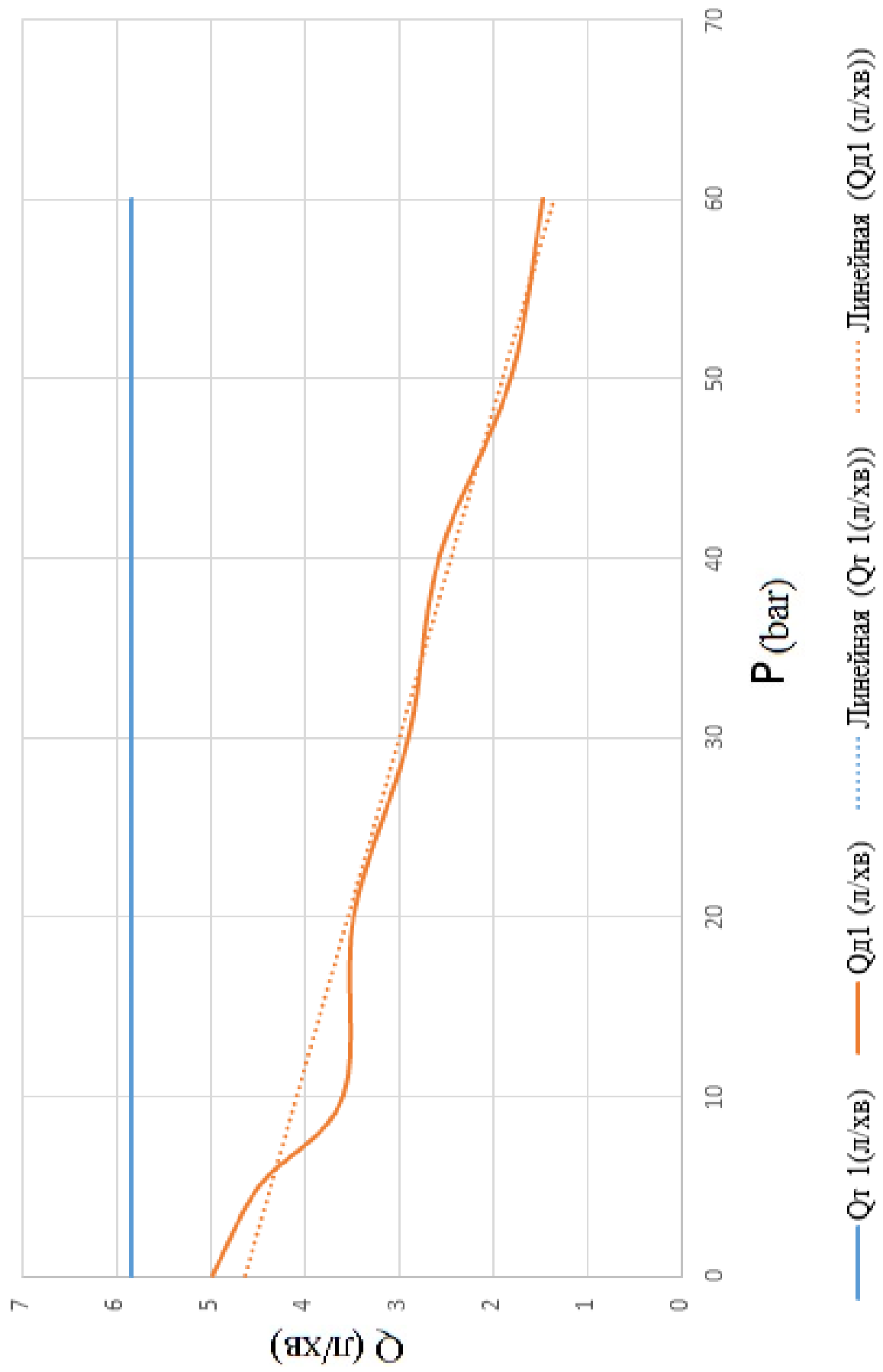
6	40 bar	5,838	2,574	25,1	0,4409
7	50 bar	5,838	1,811	25,9	0,3102
8	60 bar	5,838	1,469	26,4	0,2516

Будуємо графік залежності в програмі Microsoft Excel:

Графік 2.5

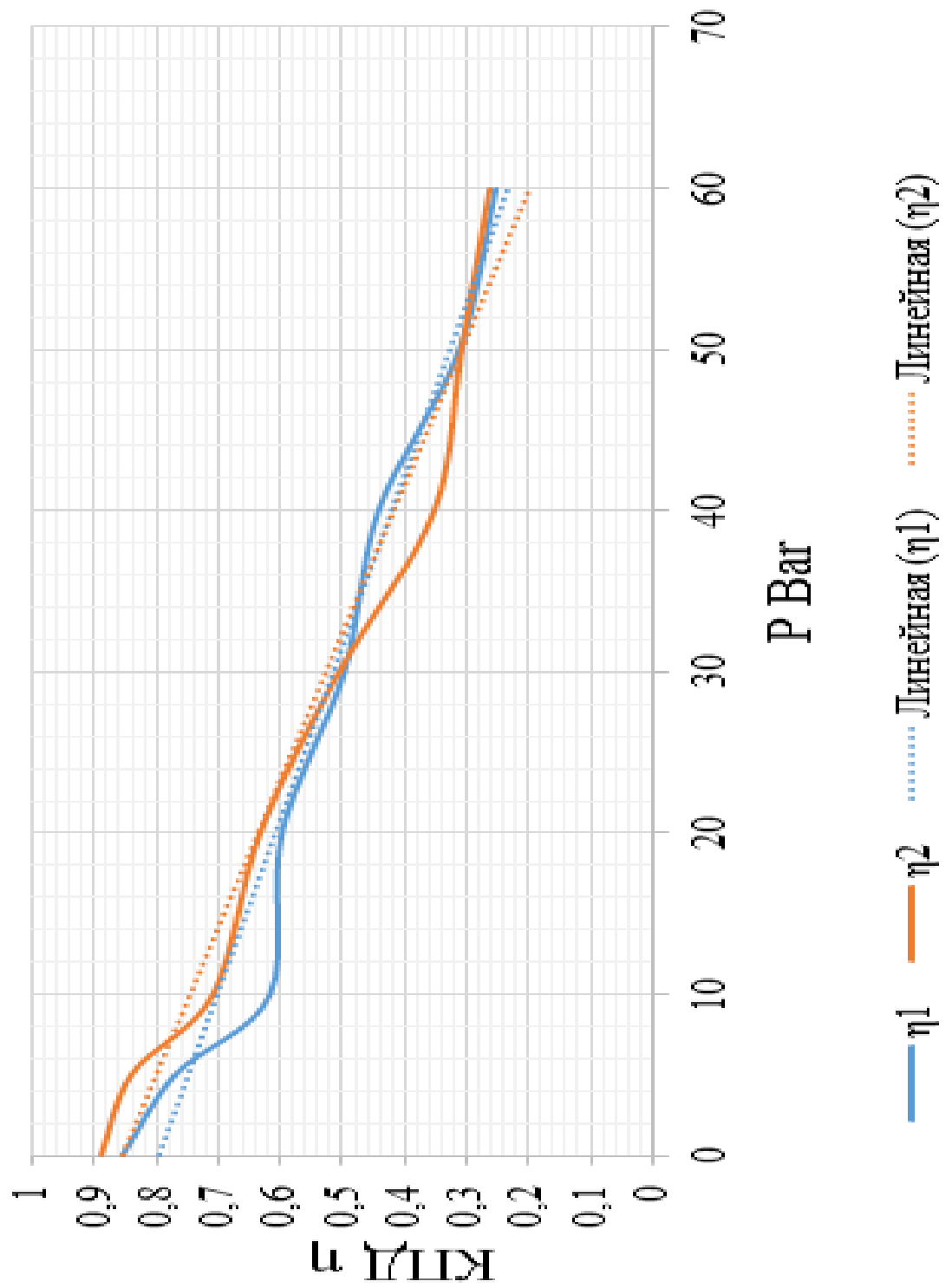
Для того щоб побудувати графік зміни КПД в залежності від тиску та для більшої точності отримання результатів я провів дослід декілька разів і побудував даний графік 2.6

Залежність зміни витрати від тиску у напірній лінії



Графік 2.6.

Залежність зміни КПД зі зміною тиску в системі



Для розуміння роботи системи представлено рис.2.39.

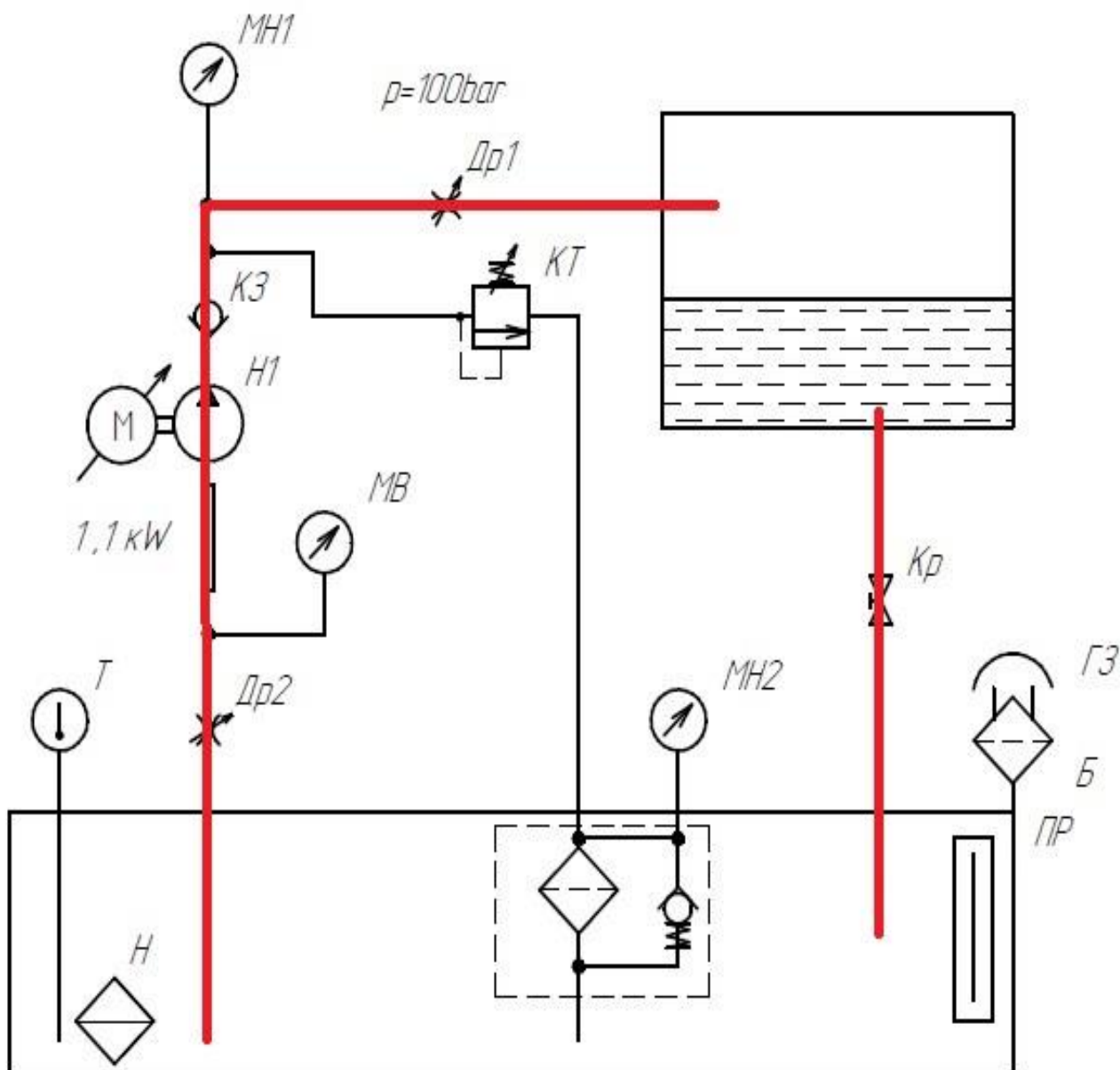


Рис.2.39 Робота схеми при проведенні лабораторної роботи

Висновок: в даній лабораторній роботі ми знайшли дійсну та теоретичну витрати, побудували графік залежності зміни дійсної витрати при збільшенні тиску в системі. Зробили апроксимацію. Побудували графік залежності зміни КПД. Дослідили що відбувається в системі зі збільшенням тиску, а саме зі збільшенням тиску в системі Q_d зменшується адже, за рахунок перетікання робочої рідини в насосі, збільшуються витрати, зменшується КПД.

2.6.2. Проведення лабораторної роботи №2 за методикою.

Користуючись пуско налагоджувальними роботами, які вказана в пункті 2.5 та методикою проведення лабораторної роботи 2.5.2 ми проводимо наш дослід.

11. Вмикаємо живлення в лабораторії з шафи живлення. (Рис.2.16; рис.2.17.)

12. Під'єднаємо стенд до мережі живлення за допомогою розетки живлення.
(Рис.2.18)

13. Перевірка стенду та додаткового обладнання.

3.1. Перевіряємо положення ручки дроселя. (Рис. 2.19)

3.2. Запускаємо стенд з панелі керування.

Для запуску лабораторного стенду з панелі запуску потрібно:

- Рубильник «Стенд 1» на панелі (Рис.2.20) перевести в положення «Ввімкнено»

УВАГА!!! Перш за все потрібно здійснити короткочасний запуск стенду для того щоб впевнитись в правильності роботи системи.

Якщо система налаштована вірно: резервуар почне заповнюватись робочою рідиною, вакуумметр М1 (Рис. 2.6; Рис. 2.1; Рис. 2.15) покаже значення -1.4 Ваг; Манометр М2 (Рис. 2.7; Рис. 2.1; Рис. 2.15) покаже значення 0 Ваг.

Користуючись методикою проводимо дослід.

1. Вмикаємо систему.

2. Кран КР1 (Рис.2.25; рис.2.1; рис.2.15) переводимо в положення «Закрито».

3. Дросель Др1 (Рис.2.11; рис.2.1; рис.2.15) необхідно відкрити, дросель Др2 (Рис.2.11; рис.2.1; рис.2.15) закрити на максимум.

4. Змінюємо положення ручки дроселя для задання тиску в системі, отримані значення заносимо в таблицю 2.2.

При проведенні дослідів ми Др1 задаємо тиск $P_1(\text{bar})$ у всмоктувальній лінії, але нам потрібно ще задати тиск $P_2(\text{bar})$ Др2 у нагнітальній лінії і провести дослід.

Для визначення дійсної витрати Q_d система обладнана прозорим баком, параметри баку 248*457*515 мм. На ньому є шкала поділок, об'єм в одній поділці дорівнює 2,3 л. Визначившись з ціною поділки та після налаштування тиску в системі ми можемо заміряти за який час набереться одна поділка і скориставшись формулами порахувати дійсну витрату Q_d .

Для більш точних результатів даний дослід було проведено декілька разів за для того, щоб добитись більш точних середніх значень і ними побудувати графік залежностей.

Згідно з проведеними експериментами було виміряно дійсну витрату рідини в системі при роботі з дроселем (у 8 положеннях ручки). Результати дослідів записані в таблицю 2.10.

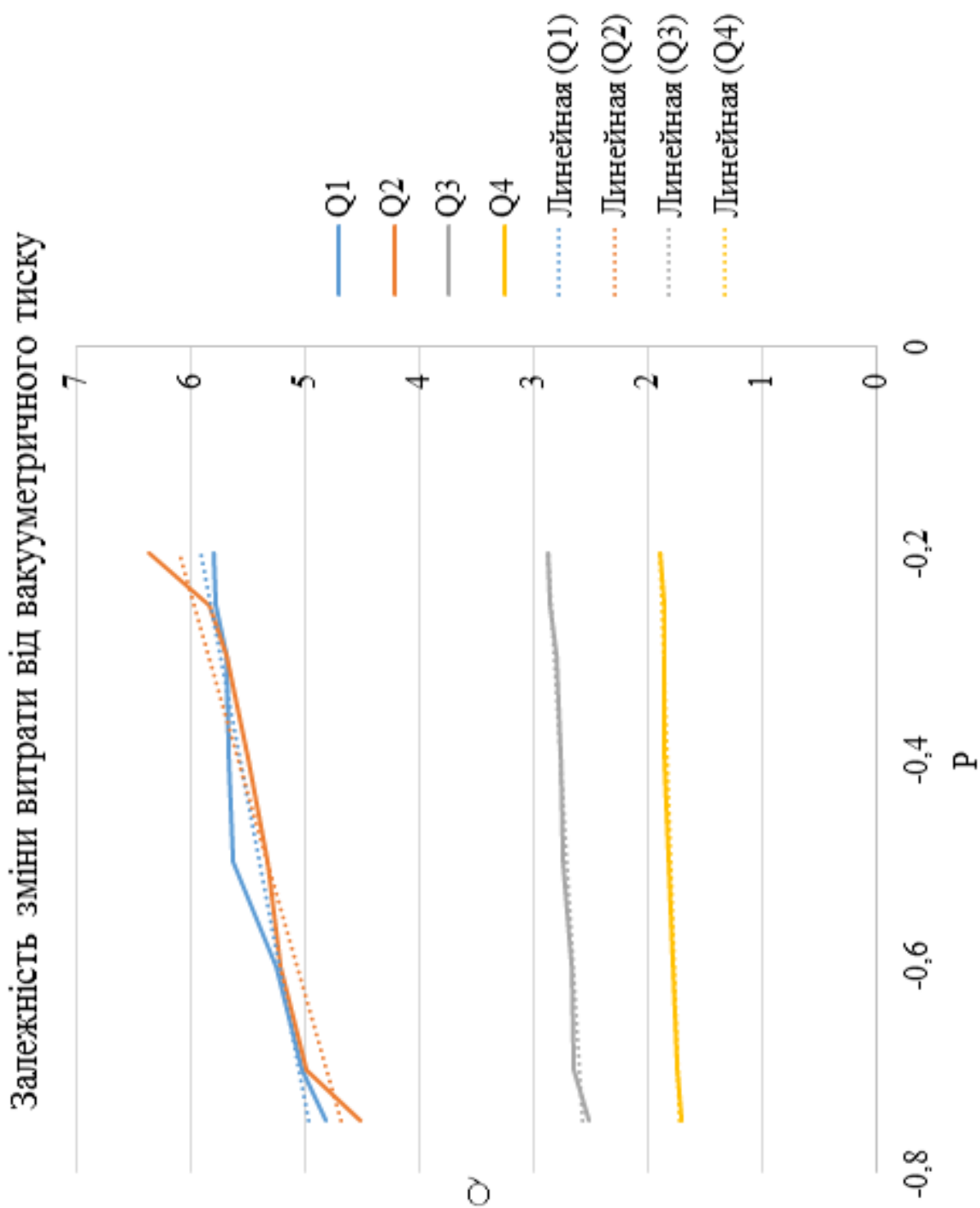
Таблиця 2.10

№ <i>n/n</i>	Експериментальні дані				
	$P_1(\text{bar})$	$t_1(\text{с/под})$	$t_2(\text{с/под})$	$t_3(\text{с/под})$	$t_4(\text{с/под})$
1	- 0,2	11,85	10,81	23,89	36,48
2	- 0,25	11,88	11,8	24,14	36,92
3	- 0,3	12,08	12,1	24,6	37,13
4	- 0,4	12,14	12,5	24,84	37,21
5	- 0,5	12,22	12,9	25,06	37,64
6	- 0,6	13,1	13,2	25,83	38,46
7	- 0,7	13,67	13,8	26,05	39,31
8	- 0,75	14,25	15,2	27,43	40,28
$P_2(\text{bar})$		$P_2 0(\text{bar})$	$P_2 20(\text{bar})$	$P_2 40(\text{bar})$	$P_2 60(\text{bar})$

Таблиця для дійсної витрати Q_d

<i>№</i> <i>n/n</i>	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
1	5,8075949	6,3663275	2,8807	1,887
2	5,7929293	5,8322034	2,8509	1,864
3	5,6970199	5,6876033	2,7976	1,8535
4	5,6688633	5,5056	2,7705	1,8495
5	5,6317512	5,3348837	2,7462	1,8284
6	5,2534351	5,2136364	2,6643	1,7894
7	5,0343819	4,9869565	2,6418	1,7507
8	4,8294737	4,5276316	2,5089	1,7085

Будуємо графік 2.7 залежності в програмі Microsoft Excel:



Завдяки тому що наша система обладнана прозорим баком та трубкою, при проведенні лабораторної роботи ми можемо спостерігати процеси що відбуваються в системі, а саме: при підвищенні тиску у всмоктувальній лінії відбувається

спінення мастила, підвищення шуму роботи системи, пульсація рідини. В насосі відбувається процес кавітації- порушення суцільності рідини, в системі починає з'являтися повітря, яке негативно впливає на роботу системи. [26]



а)



б)



в)

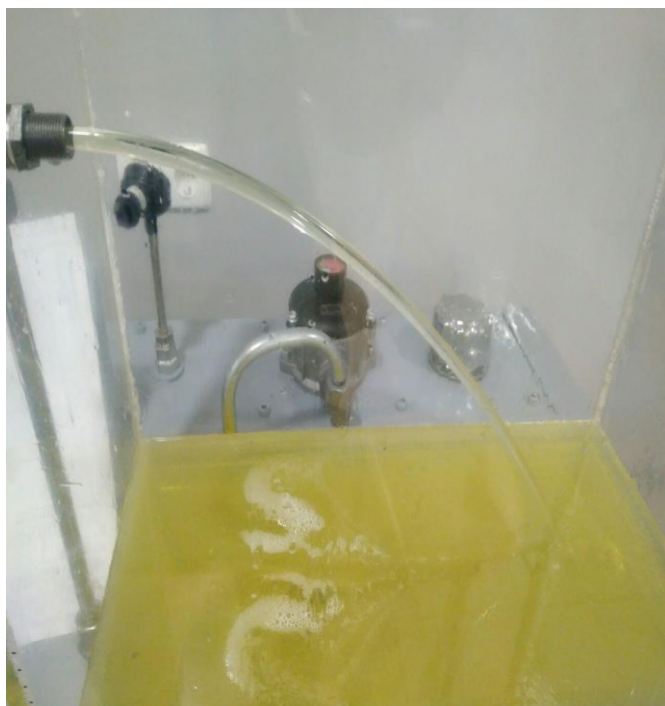


г)

Рис.2.40Процес спінення мастила в системі, як наслідок кавітації

а) тиск -0.2 bar; б) тиск -0.6 bar; в) тиск -0.7 bar; г) тиск -0.8 bar.

При збільшенні вакуумметричного тиску в системі з'являються пульсації. Рис.2.41.



а)



б)



в)



г)

Рис.2.41 Процес пульсацій мастила в системі.

а) тиск -0.2 bar; б) тиск -0.6 bar; в) тиск -0.7 bar; г) тиск -0.8 bar.

Висновок: при проведенні даної лабораторної роботи та побудові графіка залежності, стає зрозуміло що при підвищенні тиску у всмоктувальній лінії негативно впливає на роботу системи а саме, в системі виникають негативні процеси такі як кавітація, з'являється повітря, змінюється витрата, КПД зменшується, збільшуються витрати в системі.

2.6.3.Проведення лабораторної роботи №3.

Визначення зміни споживання потужності електродвигуном на кожній фазі при регулюванні тиску дроселем в нагнітальній лінії.

Користуючись пуско-налагоджувальними роботами, які вказана в пункті 2.5 та методикою проведення лабораторної роботи 2.5.3 ми проводимо наш дослід.

1. Вмикаємо живлення в лабораторії з шафи живлення. (Рис.2.16; рис.2.17.)
2. Під'єднаємо стенд до мережі живлення за допомогою розетки живлення. (Рис.2.18)
3. Перевірка стенду та додаткового обладнання.
 - 3.1. Перевіряємо положення ручки дроселя.(Рис. 2.19)
 - 3.2. Запускаєм стенд з панелі керування.

Для запуску лабораторного стенду з панелі запуску потрібно:

- Рубильник «Стенд 1» на панелі (Рис.2.20)перевести в положення «Ввімкнено»

УВАГА!!! Перш за все потрібно здійснити короткочасний запуск стенду для того щоб впевнитись в правильності роботи системи.

Якщо система налаштована вірно: резервуар почне заповнюватись робочою рідиною, вакуумметр М1 (Рис. 2.6; Рис. 2.1; Рис. 2.15) покаже значення -1.4 Bar; Манометр М2(Рис. 2.7; Рис. 2.1; Рис. 2.15) покаже значення 0 Bar.

Користуючись методикою проводимо дослід:

1. Ввімкнути живлення системи.

2. Кран КР1 (Рис.2.25;рис.2.1;рис.2.15) переводимо в положення «Закрито».

3. Дросель Др1 (Рис.2.11;рис.2.1;рис.2.15) закрити на максимум, дросель Др2 (Рис.2.11;рис.2.1;рис.2.15) необхідно відкрити і налаштувати тиск в системі.

4. Змінюємо положення ручки дроселя Др2 для задання тиску в системі, отримані значення заносимо в таблицю 3.

При проведенні досліду ми Др1 відкриваємо на максимум, а дроселем Др2 ми задаємо $P(\text{bar})$ (за для зручності ми будемо позначати тиск разом з фазою наприклад «А10» -це фаза А тиск в системі 10 bar) у нагнітальній лінії і проводимо дослід.

5. Для вимірювання потужності яку споживає система в даний час скористаємось вимірювальним пристроєм К50.

Даний пристрій нам дозволяє знімати покази вольметра, амперметра та ватметра на кожній фазі окремо в реальному часі.

6. змінювати положення ручки дроселя для задання тиску в системі.

7. Переключаємо регулятор в положення першої фази А, покази вольметра, амперметра та ватметра заносимо в таблицю 3 для другої В та третьої С фази аналогічно повторюємо досліди та проводимо заміри.

ПРИМІТКА: Для того щоб вірно зняти покази потрібно: на вимірювальних пристроях слід дивитись не на стрілку, а на її віддзеркалення.

Налаштовуємо вимірювальний пристрій згідно інструкції:

Додаткове обладнання та його налаштування:

Зняття показів з вимірювального комплексу

Фаза (Тиск(Bar))	Експериментальні дані								
	V	V*3	A	A*10-2*5	W (Вт)	W*15(Вт)	cos φ	I*Uφ	Wδ *cosφ
A10	76	228	38	1,9	11	165	0,37	433,2	61,05
B10	78	234	39	1,95	10	150	0,35	456,3	52,5
C10	76	228	40	2	11	165	0,35	456	57,75
A20	76	228	40	2	12	180	0,43	456	77,4
B20	77	231	42	2,1	14	210	0,41	485,1	86,1
C20	76	228	40	2	16	240	0,54	456	129,6
A30	76	228	41	2,05	15	225	0,52	467,4	117
B30	76	228	42	2,1	18	270	0,51	478,8	137,7
C30	76	228	41	2,05	19	285	0,6	467,4	171
A40	75	225	43	2,15	18	270	0,58	483,75	156,6
B40	76	228	45	2,25	20	300	0,55	513	165
C40	76	228	44	2,2	22	330	0,64	501,6	211,2
A50	76	228	44	2,2	20	300	0,64	501,6	192
B50	76	228	47	2,35	23	345	0,6	535,8	207
C50	76	228	47	2,35	25	375	0,69	535,8	258,75
A60	77	231	49	2,45	24	360	0,69	565,95	248,4
B60	78	234	48	2,4	26	390	0,67	561,6	261,3
C60	78	234	49	2,45	28	420	0,75	573,3	315
A70	77	231	50	2,5	27	405	0,74	577,5	299,7
B70	77	231	51	2,55	29	435	0,72	589,05	313,2
C70	75	225	51	2,55	30	450	0,76	573,75	342
A80	78	234	52	2,6	30	450	0,76	608,4	342

<i>B80</i>	78	234	52	2,6	30	450	0,76	608,4	342
<i>C80</i>	77	231	54	2,7	31	465	0,75	623,7	348,75

Вимірювальний комплекс зображений на рис.2.42.



Рис.2.42 Вимірювальний комплекс К50.

Даний пристрій призначений для вимірювання V, A, W на кожній фазі в реальному часі.

Вимірювальний комплект К-50 може передбачати вимір кілька характеристик струму одночасно. Сила струму, потужність і напруга - всі ці параметри можна виміряти. Використовуючи лише цей вимірювальний комплект.

Прилад К-50 може використовуватися і для проведення вимірювань в

побути, і в спеціалізованих лабораторіях і на виробництві. Даний комплект включає в себе пристрої, які займаються різними типами вимірювань, що дозволяє проводити цілі комплекси вимірювань по будь-яким заданим параметрам без втрати точності. Вимірювальний комплект К-50 відрізняється також низькою похибкою підсумкових показників вимірювань.

Даний вимірювальний комплект зручний в тих випадках, коли потрібно оперативно провести кілька вимірів в польових умовах. Високий рівень технічних характеристик виділяє вимірювальний комплект К-50 з ряду інших комплектів як російських, так і зарубіжних виробників.

Для коректної роботи з вимірювальним приладом його потрібно налаштувати згідно інструкції(рис.2.43).

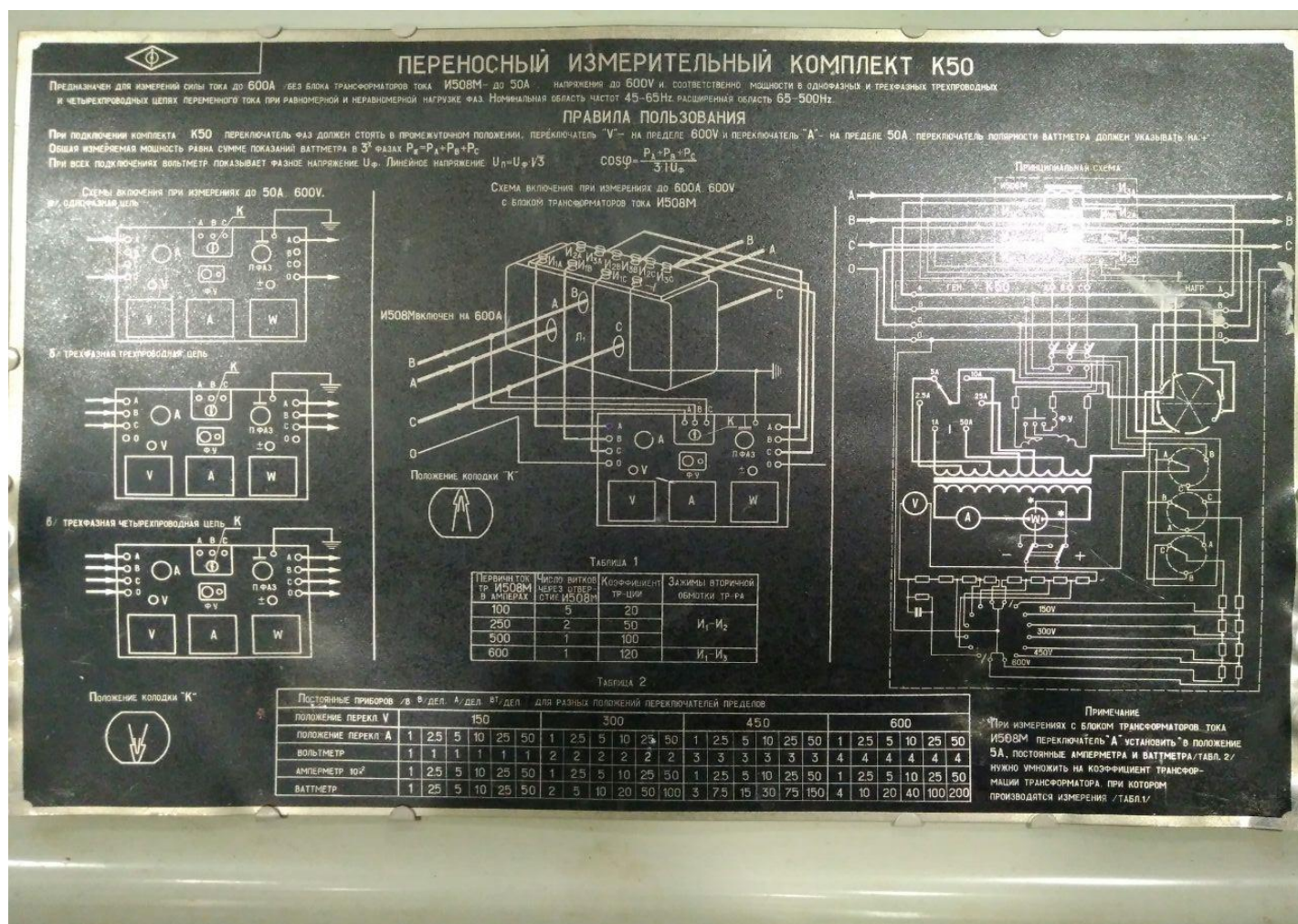
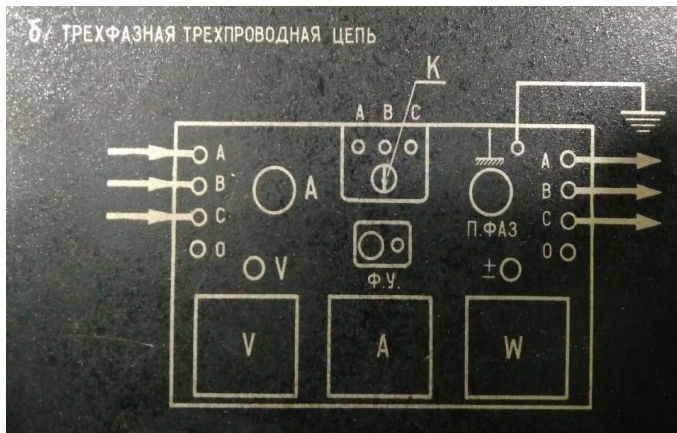


Рис.2.43 Інструкція налаштування вимірювального комплексу К50.

Схема підключень зображена на Рис.2.44



а)

ПРИМЕЧАНИЕ
 При измерениях с блоком трансформаторов тока И508М переключатель А установить в положение 5А, постоянные амперметра и ваттметра /табл. 2/ нужно умножить на коэффициент трансформации трансформатора, при котором производятся измерения /табл.1/

б)

Рис.2.44 Вказівки налаштування

а) Підключення 3 фаз через пристрій; б) примітка

Виставлення регуляторів згідно інструкції для подальшої роботи з вимірювальним пристроєм.(рис.2.45-2.48).

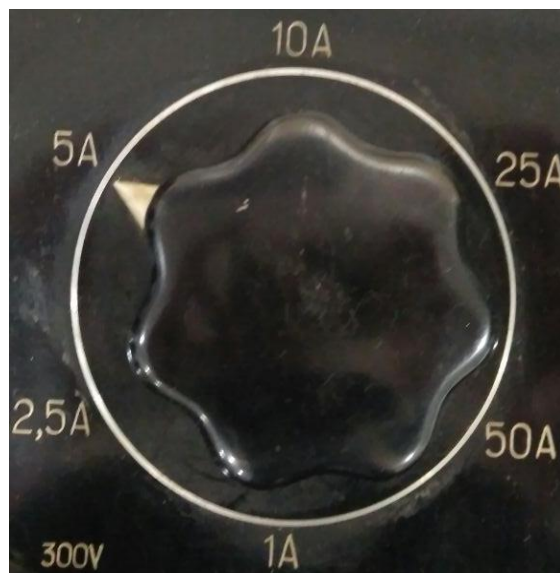


Рис.2.45 Налаштування положення ручки Амперметра згідно інструкції.



Рис.2.46 Налаштування положення ручки Ватметра згідно інструкції.



Рис.2.47 Налаштування положення ручки Вольтметра згідно інструкції.

Для вимірювання V, A, W на кожній фазі потрібно змінити положення ручки на вимірювальному пристрої та зняти покази.

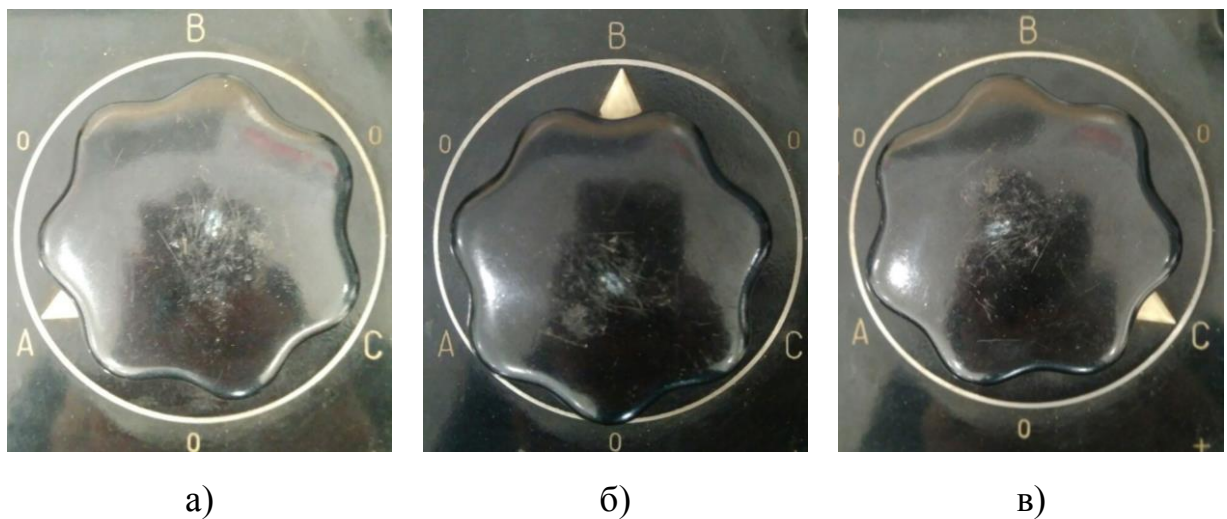


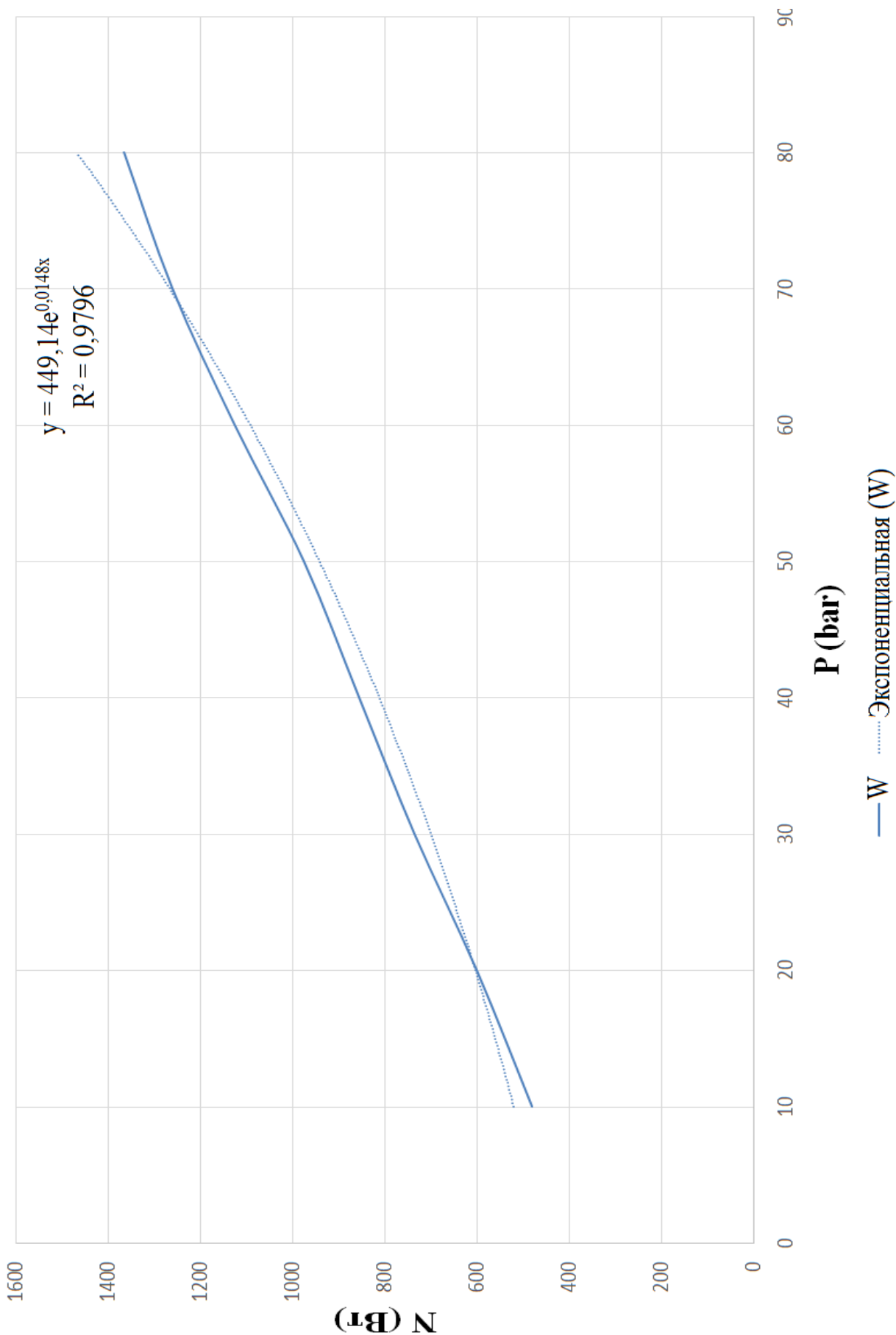
Рис.2.48 Положення регулятора для зняття показів з фаз.

а)фаза А; б)фаза В; в)фаза С.

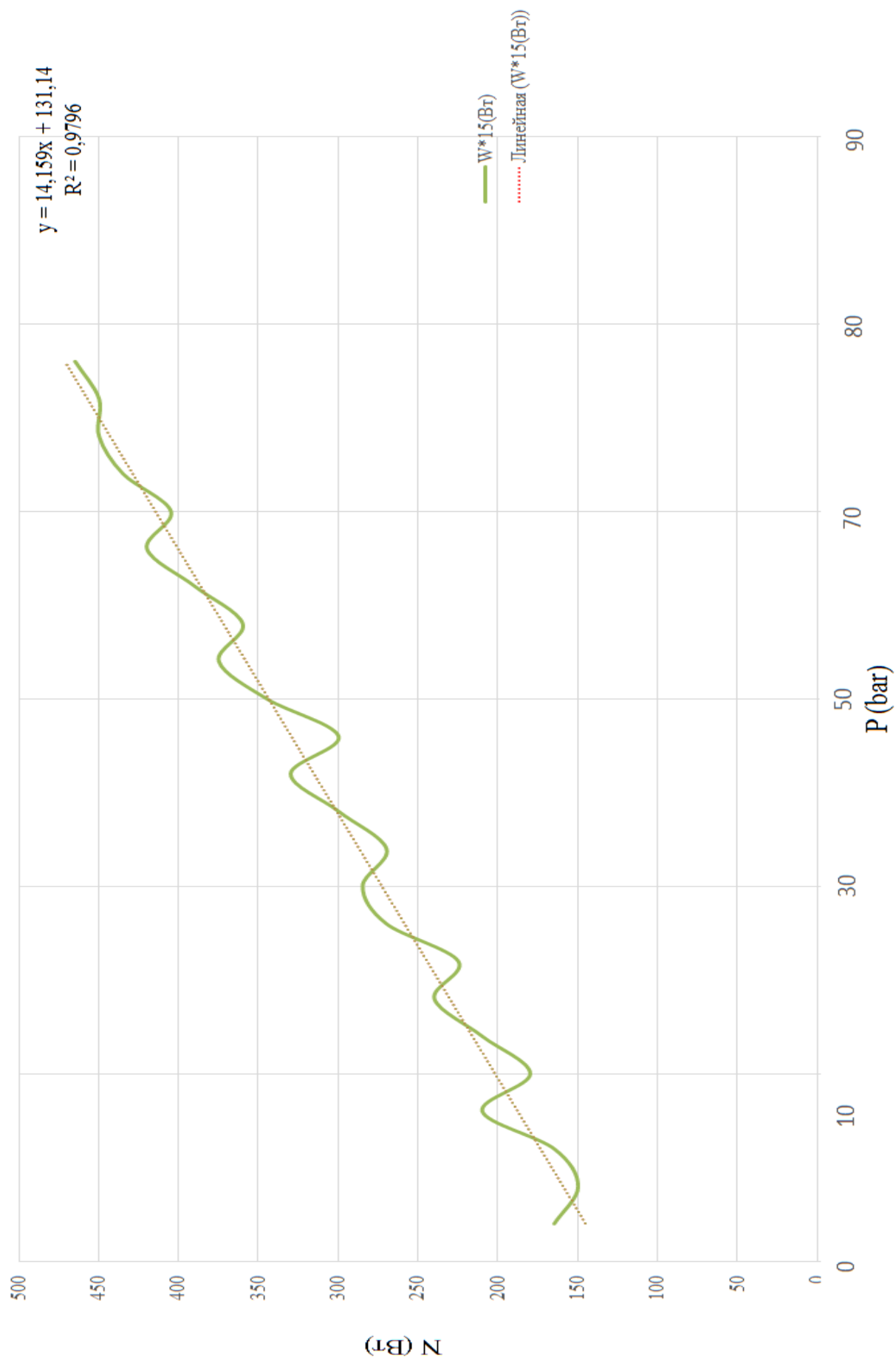
Згідно отриманих значень в таблиці 3, будуюмо графік 3.1 залежності зміни споживання потужності електродвигуном на кожній фазі при регулюванні тиску дроселем в нагнітальній лінії та апроксимуємо та будуюмо графік 3.2 усереднених апроксимованих значень будуюмо їх в програмі Microsoft Exel:

Графік 2.8

Залежність зміни споживання потужності від тиску в системі



Залежність зміни споживання потужності від тиску в системі середнє значення.



Висновок по лабораторній роботі: провівши дану лабораторну роботу ми визначили зміну споживання потужності електродвигуном на кожній фазі при регулюванні тиску дроселем в нагнітальній лінії. Побудували графіки залежності.

Висновок до розділу: в даному розділі було розроблено пуско-налагоджувальні заходи, створено гідравлічну схему та стенд для випробувань шестеренного насосу, розроблено методичні вказівки для проведення лабораторних робіт, проведено експериментальні дослідження згідно методичних вказівок.

РОЗДІЛ 3. СТАРТАП-ПРОЕКТ

Для того, що знання були міцними, а розуміння досліджуваного матеріалу - вірним, учням технічних навчальних закладів необхідні наочні посібники. Як показує багаторічна педагогічна практика, досягти високої якості освіти неможливо без використання навчальної техніки і стендового обладнання.

Сучасний навчальний комплекс- це обладнання, лабораторні стенди, присвячені як для вивчення теоретичних дисциплін, так і найбільш затребуваним галузях професійної діяльності.

Сконструйовані в точній відповідності з законами сприйняття інформації, навчально-лабораторні стенди органічно вписуються в обладнання навчальних кабінетів. Покликані роз'яснювати, показувати, вчити логічного розуміння принципів взаємодії складових частин в рамках єдиного цілого, лабораторні стенди приносять неоціненну користь навчального процесу. [24]

Глибоке розуміння теорії, що лежить в основі роботи будь-якої схеми; відточування практичних навичок поводження з приладами і технікою; набуття впевненості в діагностиці несправності і налагодження роботи машин і механізмів - ось що дають лабораторні стенди учням.

Гідравліка є ключовою загальтехнічної дисципліною, на якій базуються багато інших спеціалізованих дисципліни. У процесі вивчення складних процесів, що відбуваються в ході рухів рідини в гідравліки, роблять узагальнені результати і висновки.

Особлива роль в цьому процесі відводиться лабораторного експерименту. Саме в цей момент і потрібні навчальні лабораторні стенди з гідравліки, що дають можливість отримати практичні вміння, при цьому працюючи не тільки самостійно, але і в колективі. Все це вже сьогодні дозволяє вивести різні експерименти і досліди на новий рівень.

Проведення ефективних лабораторних досліджень сьогодні складно уявити без спеціалізованих стендів, до числа яких можна сміливо віднести і навчальні лабораторні стенди з автосправи, авто. За допомогою такого стенду роботи ведуться за допомогою максимально простих установок і комплексів. Простими такі комплекси називають по тій причині, що в них відсутні насоси, мотори, запірні і регулюючі запчастини. Вони чудово підійдуть для проведення експериментів, наприклад, в технічному ВНЗ. [32]

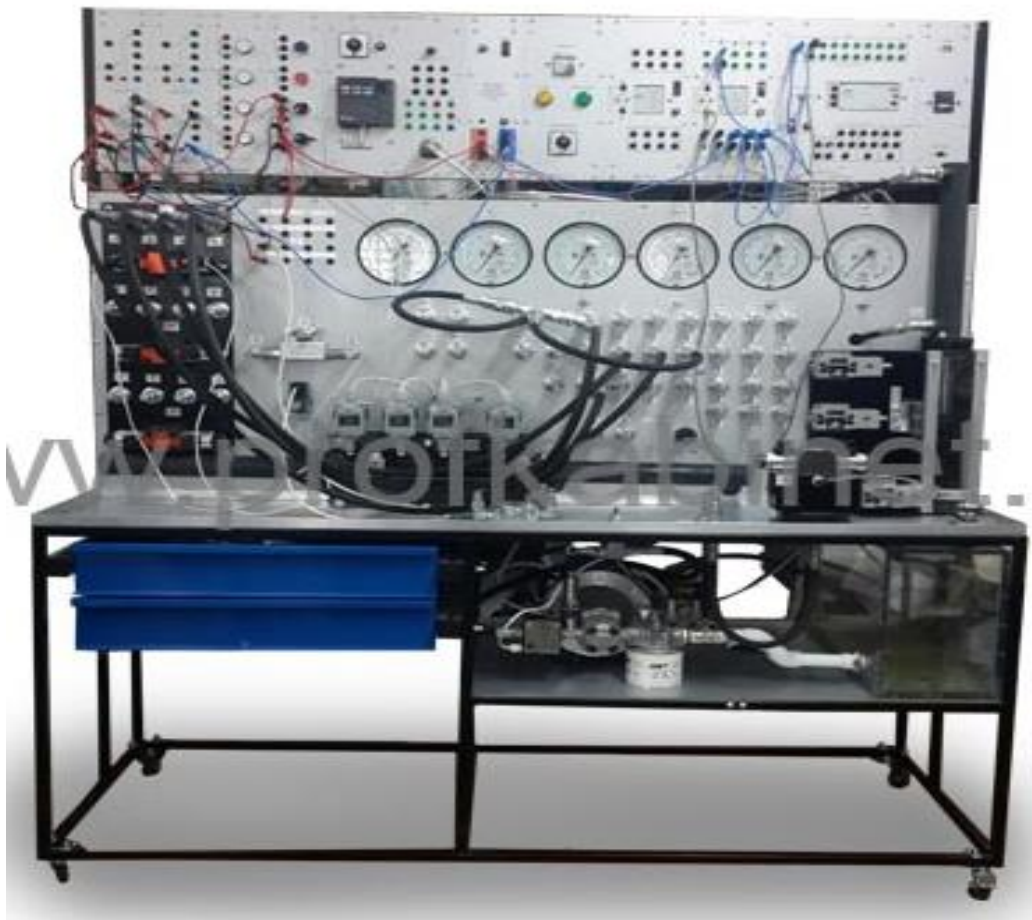


Рис.3.1 Стенд Гідро-пневматичний стенд.

Зазначений вище стенд має розширювальний бак. Запчастини коштують досить недешево і є занадто важкими, при цьому залишаючись частиною технічної схеми гідравліки. Зазвичай система насоса харчується зарядним пристроєм автомобільного акумулятора, яким передбачено регулювання напруги. Саме від нього і залежать властивості насоса. Визначити напругу і потужність

робочого струму можна за допомогою недорогих контрольних приладів - аналогового амперметра або цифрового вольтметра.

Ще однією важливою характеристикою стенду сміливо назвати установку його трубопровідної частини з області гнучко трубки, виконаної з полівініл хлориду, з використанням швидкоз'єднань трійниками зі сталі. Саме тому гідравлічну частину стенду вважають настільки необхідною. Також вона може змінюватися, якщо того вимагають умови тієї чи іншої лабораторної роботи. В ході випробувань стенду вдалося з'ясувати, що результати досліджень повністю збігаються з попередніми розрахунками.

На окрему увагу заслуговує вартість таких стендів, а також доступність доставки в різні регіони нашої країни, що робить їх ще більш привабливими для потенційних покупців, зацікавлених в проведенні якісних і достовірних досліджень.

Даний стенд коштує 750 000 грн., що є не дешево для вищого навчального закладу, тому я пропоную альтернативу яка може конкурувати по ціні та по характеристикам, який зображений на рис. 3.2 .

3.1. Ідея проекту.

Головною ідеєю проекту є створення нового стенду який представлений на рис.3.2.



Рис.3.2 Стенд для випробування шестеренного насосу.

Таблиця 3.1.

Ідея проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Замінити застаріле обладнання у Вищих навчальних закладах на нове, за для покращення навчального процесу та підвищення рівня освітченості.	Оновлювати матеріально технічну базу	Підвищення кваліфікації майбутніх спеціалістів

До сильних сторін запропонованого проекту можна віднести:

- Універсальність

- Ефективність – ККД системи порядку 0.8, що є надзвичайно великий показник, проти старих систем, де найвищий ККД досягав 0.32.

- Компактність

Однак система має і слабкість:

- Складність монтажу.
- Велика маса та габарити.

3.2 Технології застосовані в проекті

Найголовніша технологія, що була використана в проекті, - це технологія захисту обладнання яке може працювати при різних навантаженнях. Це робиться за допомогою продуманості системи та пеердбачення всіх можливих ситуацій.

Таблиця 3.2.

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	Більше 20
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	400 млн. грн.
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Спадає на 3.3% за рік
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Відсутні

За таблиці 3.2 видно, що за попереднім оцінюванням є ринок привабливим для входження.

Проведімо аналіз ринкового середовища: складемо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. 3.3). Фактори в таблицях подані в порядку зменшення значущості.

Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Іноваційність	Можуть виникати непередбачені проблеми у процесі впровадження	Відмова від переходу на новий тип обробки або додаткове фінансування
2	Нестійкість політичної та економічної ситуації в країні	Можлива криза внаслідок якої припиниться фінансування	Зупинка фінансування, закриття проекту
3	Підвищення ефективності циклу переробки	Скоротити витрати на оренду приміщень та використання обладнання.	Повний перехід закладу на новий тип лабораторного стенду.

Надалі проводимо аналіз пропозиції: визначаємо загальні риси конкуренції на ринку, також за різними ймовірними типами конкуренції визначаємо ймовірний вплив на діяльність підприємства та на діяльність взаємодіючих структур, визначаємо реакційні дії та можливий сценарій розвитку подій. Із цього робимо прогнозування ймовірних ризиків виходячи із різних типів конкуренції та результуючих дій. [25]

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з даним проектом						
		-3	-2	-1	0	1	2	3
Іноваційність	4							X
Ціна							X	
Репутація виробника							X	
Маркетинговий бюджет					X			
Ризики		X						

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін .

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Таблиця 3.4

SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
1. Інноваційність;	1. Не відпрацьованість
2. Покращення техніко-економічних показників підприємства	технології
3. Висока ефективність	
4. Висока якість продукту	

На основі SWOT-аналізу обираємо SO стратегію виходу на ринок. Це обумовлене великою кількістю сильних сторін та можливостей.

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів.

3.3.Висновки по розділу

Було проведено аналіз можливості ринкової комерціалізації проекту. За результатами аналізу було виявлено, що технологічна реалізація проекту можлива, визначені його сильні та слабкі сторони, конкурентні позиції на ринку виготовлення лабораторних стендів.

Даний ринок є привабливим для входження. З огляду на потенційні групи клієнтів, незначні бар'єри входу на ринок та високий рейтинг у порівнянні з товарами конкурентів, даний проект можна вважати перспективним для впровадження.

Для ринкової реалізації була обрана альтернатива вибіркового проникнення на ринок, яка дозволяє мінімізувати ризики пов'язані з інноваційною складовою та отримати додаткове фінансування зважаючи на те, що сумарний обсяг інвестицій становить 248 000тис. грн.

Отже, має місце доцільність подальшої імплементації проекту.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі аналізуються умови праці при експлуатації гідравлічних систем на навчальних стендах що розміщенні в учбових аудиторіях. При виконанні експлуатаційних робіт студенти та викладачі піддаються впливу різних шкідливих факторів, які виникають на ділянці, а також взаємодіють з різними джерелами небезпеки.

4.1. Санітарно - гігієнічна характеристика аудиторії.

Загальна площа приміщення представлена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Загальна площа приміщення

Розміри ділянки	8м x 9м
Площа	72 м ²
Кількість робочих місць	4
Природне освітлення	4 вікна
Штучне освітлення	10 ламп FR-100
Опалення	Центральне водяне
Стіни	Цегляні, обшиті гіпсокартоном, покриті сірою водоемульсійною фарбою
Підлога	Бетон, плитка
Стеля	Покритий білою водоемульсійною фарбою
Вікно	1,8x1,2 скло подвійне
двері	2,2 м x 1,5м

Таблиця 4.2

Обладнання ділянки аудиторії.

Найменування	Характеристика	Кількість
Система енергопостачання стенду	Потужність 60 кВт	1
Щитова	1,5 м x 1,5 м x 0,2 м	1
Стіл робочий	1,2 м x 0,8 м	4
Стілець	0,6 м x 0,6 м x 0,9 м	2
Повітропровід	D = 350 мм	1

Площа: S аудиторії = 72 м²

Об'єм: V аудиторії = 72 x 3 = 216 м³

Площа приміщення на одну людину розраховується за формулою:

$$S_{\text{л}} = 72/4 = 18 \text{ м}^2.$$

Об'єм, що припадає на кожного працюючого розраховується за формулою:

$$V_{\text{л}} = 216/4 = 54 \text{ м}^3.$$

Фактичні і нормативні дані по ДНАОП 0.00-1.31-99 наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Дані розмірів ділянки на одного працівника.

Параметр	Нормативне значення	Фактичне значення
Площа	Не менш 4.5 м ²	18 м ²
Об'єм	Не менш 15 м ³	54 м ³
Висота	Не менш 3 м	3 м

Таблиця 4.4

Заходи для нормалізації показників ділянки.

Вид захисту		Засоби подолання небезпеки
Технічні заходи	В обладнанні	Установка устаткування на допустимій відстані один від одного 100%
	У приміщенні	Зміна розміщення робочих місць 100%
Організаційні заходи		<ul style="list-style-type: none"> • Організація робочого місця відповідно до вимог 100%. • Режим праці і відпочинку 100% • Дотримання правил технічної безпеки • Проведення планово-попереджувальних оглядів 100%.

4.2. Оцінка небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори відповідно до ГОСТ 12.0.003-74, що є в даній лабораторії наведені в таблиці 4.5. [2]

Таблиця 4.5

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори.

Вид небезпеки	Джерело безпеки
хімічні	Відсутні
Фізичні	<ul style="list-style-type: none"> • Шум. • Електронебезпека • Пожежонебезпека
Психофізіологічні	<ul style="list-style-type: none"> • Нервові перевантаження, стрес

Шум

Значення рівнів звуку і шуму по ДСН.3.3.6.037-99 наведені в таблиці 4.6

Таблиця 4.6

Джерела шуму та їх наслідки.

Джерело	Наслідки	
	Для людини	Для обладнання
Робота обладнання	<ul style="list-style-type: none">• Зниження концентрації• Дратівливість• Втома Відсутні	Відсутні
Кондиціонери		
Витяжки та вентиляція		

Таблиця 4.7

Нормативні і фактичні значення рівнів звуку і шуму.

Тип	Реальні значення	Нормативні значення
Рівень шуму	75-80	до 80

Максимальний рівень шуму в приміщенні нижче допустимого.

Таблиця 4.8

Заходи та засоби захисту від шуму.

Вид захисту		Засоби подолання небезпеки
Технічні заходи	У цеху	Звукоізоляція вібропоглиначем пінистим поліетиленом, 100%
	У приміщенні	Звукоізолююча конструкція вікон і звукопоглинальні покриття на стінах
Організаційні заходи		Дотримання правил експлуатації обладнання. Режимів праці.

4.3.Електробезпека

Дане приміщення за рівнем безпеки ураження електричним струмом відноситься до приміщень підвищеної безпеки. Всі прилади, які підключені до мережі відповідно НПАОП 40.1-1.21 заземлені. Ручки включення і управління обладнання виготовлені з діелектричних матеріалів.

Можливі джерела і їх небезпека ураження струмом наведені в таблиці 4.9

Таблиця 4.9

Джерела і небезпека ураження струмом.

Джерело	Наслідки	
	Для людини	Для обладнання
Устаткування	При недотриманні правил техніки безпеки може призвести до ураження струмом, спричинить за собою: <ul style="list-style-type: none">• Опіки живих тканин• Поранення	Вихід з ладу, псування внутрішніх елементів і деталей корпусу
Вентилятор		
Розетки та вимикачі		

Таблиця 4.10.

Параметри споживачів напруги

Найменування електроприладу	Робочі умови застосування	Потужність, кВт
Технологічне обладнання	Мережа змінного струму напруги 220 ± 20 В частотою 50 ± 0.5 Гц	4.75
Джерела освітлення		0.9

Заходи і засоби від ураження струмом

Вид захисту		Засоби подолання небезпеки
Технічні заходи	В обладнанні	Послуги з ізоляції устаткування у відповідності з нормами. Підключення устаткування виконане відповідно до вимог ПБЕ та ПУЕ, 100%
	В приміщенні	Підключення приладів тільки з використанням змінною напругою 220 в, 50Гц. Ізоляція електричних кабелів, 100%

Дане приміщення відповідає вимогам з електробезпеки ДНАОП 0.00-1.32.

4.4. Пожежна безпека

Цех відповідно до ОНТП 24-86 можна віднести до категорії «Г» з вибух пожежної небезпеки, робоча зона приміщення згідно з ПУЕ відноситься до класу П-ІІ за пожежною безпекою.

Таблиця 4.12

Джерела і наслідки пожежної небезпеки.

Джерело	Небезпечний фактор	Наслідки
Технологічне обладнання	Коротке замикання	<ul style="list-style-type: none"> • Виникнення пожежі • Пошкодження важливих матеріалів і документів • Загроза життю людей
Розетки, вимикачі	Перевантаження, коротке замикання	

Мінімальний час евакуації відповідає вимогам ДБН В.2.2-9-99 ($t = 1,25$ хв), а максимальна дальність робочих місць від евакуаційних виходів ($l = 10$ м) відповідає вимогам ДБН В.2.2-9-99.

Кількість вогнегасників на пожежному щиті відповідає вимогам ISO 3941-87, якими передбачене обов'язкова наявність двох вогнегасників ОУ-5, ВВК-3,5 на 40 м^2 .

4.5. Прогнозування та оцінювання інженерної та пожежної обстановки під час аварії на вибухонебезпечних об'єктах

Умовою виникнення НС є те, що на відстані 1 км від цеху знаходиться газова заправка.

1. Відстань від цеху до міста аварії (вибуху) - 1000м

2. Маса пропану - 200т

3. Характеристики елементів цеху:

Будівля - зі збірного залізо бетону

Верстати - важкі

Кабельні лінії - наземні

Контрольно-вимірювальна апаратура-наявна

Границі вогнетривкості несучих стін - 2.5 год.

Границі вогнетривкості перегородок - 0.5 год.

4. Категорія виробництва з пожежної безпеки-

5. Щільність забудови об'єкту-

Розрахункова частина:

1.1. Зона I : $r_1=102.34$ м.

1.2. Зона II: $r_2=174$ м.

Висновок: об'єкт опиниться за межами цих зон, тобто у зоні повітряної ударної хвилі (зона III)

$$\Delta P_{\Phi} = \frac{262}{\sqrt{1+7.66 \times 10^{-5} \frac{L}{Q}} - 1} = \frac{262}{\sqrt{1+7.66 \times 10^{-5} \frac{1000}{200}} - 1} = 13 \text{кПа} \quad (4.1)$$

4.5. Ступінь руйнування будівлі – слабкі.

Характеристика руйнувань будівлі:

Руйнування заповнень дверних та віконних прорізів, зривання покрівлі даху.

- Ступінь руйнування верстатів – середні.

Характеристика руйнувань промислового обладнання:

Пошкодження та деформація основних деталей, електропроводки, приладів автоматики, тріщини в трубопроводах.

- Ступінь руйнування контрольно-вимірювальної апаратури – сильні.
- Ступінь руйнування кабельних ліній – слабкі.
- Ступінь ураження людей від прямої дії УХ - від прямої дії – слабкі.
- Характеристика уражень людей:
- Ступінь вогнестійкості - II
- Очікувана пожежна обстановка:

для виробництва категорії пожежної небезпеки Д, ступеня вогнестійкості будівель – II, при надмірному тиску 14 кПа і щільності забудови більше 20% можна очікувати в перші 30 хвилин окремі пожежі з переростанням за 1...2 години в суцільну.

Небезпечна кількість вибухової речовини для уникнення руйнувань будівлі - 100т.

Загальні висновки і рекомендації:

Висновки

На відстані 1000 м від цеху стався вибух пропану, що призвело до руйнувань будівлі, елементів ділянки, постраждали люди. В першу чергу треба

сповістити про надзвичайну ситуацію керівництво та працівників, та надати першу допомогу при необхідності.

4.6. Вказівки щодо роботи за стендом

-

Випробувальний стенд повинен забезпечувати безпеку персоналу при монтажі

(демонтажі) масла насоса компресора, проведенні випробувань.

- Стенд в частині пожежної безпеки повинен відповідати вимогам ГОСТ 12.1.004.
- Санітарно-гігієнічний стан стенду повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005.
- До роботи на стенді допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки, ознайомлені з роботою стенду і його пристроєм, знають методику випробування і технологію її проведення. Їх знання повинні бути перевірені і засвідчені.
- Стенд повинен бути оснащений необхідними установками, приладами, інструментом і пристосуваннями, які повинні бути справні і мати відповідні паспорти, сертифікаційні документи, клейма про перевірку.
- Стенд і сам процес проведення випробування повинні відповідати вимогам техніки безпеки, передбаченими наступними нормативними документами:

- «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»;

- «Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТБ) »;

- «Правила поводження з паливно-мастильними матеріалами»;

- НПАОП 0.00-1.13 «Правила будови і безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок, повітропроводів і газопроводів».

- Слід негайно зупинити стенд при появі стуку і стороннього шуму в масло насоса. Повторний пуск дозволяється тільки після виявлення і усунення причини несправності.
- Забороняється проводити будь-які випробувальні та ремонтні роботи при включених електродвигунах стенду.
- Забороняється експлуатація стенду при відсутності заземлення.
- Перед кожним випробуванням виробляти візуальний огляд стенда.
- Перед пуском стенду в роботу необхідно переконається в надійності кріплення елементів муфти.
- Перед включенням стенда перевірити рівень масла в маслобаку. Включати стенд в роботу забороняється з рівнем масла в маслобаку нижче тенів.
- При зупинці стенду більш ніж на 15 хв, необхідно відключити тени підігріву масла.
- Щодня необхідно контролювати рівень масла в коробці швидкостей.
- Робота на стенді з відкритими дверцятами електрошафи категорично забороняється.
- До експлуатації допускаються випробувальні стенди, визнані придатними за результатами атестації.

4.7. Висновки

Провівши аналіз умов праці в лабораторії , можна зробити висновки:

- Показники рівня шуму відповідають нормативним вимогам;
 - Передбачені всі заходи безпеки роботи електрообладнання;
 - У робочому приміщенні виконуються усі вимоги по пожежній безпеки відповідно до вимог НАПБ.А.01.001 95 «Правила пожежної безпеки».
- Робимо висновок, що умови праці в лабораторії є оптимальними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Костюк Д.В. Дисертація підвищення ефективності роботи шестеренного насоса шляхом зниження кавітаційних явищ в його робочих порожнинах; Міністерство освіти і науки України Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УДК 621.6.078 Київ – 2017 - 171 с.
2. Сиротюк, М. Г. Кавитация. — М.: Наука, 2008. — 211 с.
3. Стенд Гидравлик Г2 [Електронний ресурс] <http://uilomsk.ru/about/>.
4. Стенд ULIONMSK [Електронний ресурс] http://uilomsk.ru/internet_magazin/product. (дата звернення 13.11.2018).
5. Інтелектуальні промислові системи [Електронний ресурс] http://inpromsys.com.ua/ua/catalog/teaching_and_laboratory_benches/ntts-11-00-gidravlika/ntts-11-17-2-gidravlika-m2.html(дата звернення 19.11.2018).
6. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] <http://medbib.in.ua/laboratornyiy-praktikum-kak-raznovidnost.html> (дата звернення 05.11.2018).
7. Лабораторне устаткування [Електронний ресурс] http://inpromsys.com.ua/ua/catalog/teaching_and_laboratory_benches (дата звернення 05.11.2018).
8. Комплект вимірювальний [Електронний ресурс] <http://zapadpribor.com/ua/k50/>(дата звернення 13.10.2018).
9. Електровимірювальні прилади [Електронний ресурс] <http://zapadpribor.com/ua/k540/>(дата звернення 10.10.2018).
10. Учебные и лабораторные стенды для ВУЗов, [Електронний ресурс] <http://www.denar-prof.ru/catalog/79/>(дата звернення 05.09.2018).
11. Шестеренные насосы с асимметричной линией зацепления шестерен. (теория, конструкция и расчет) : [монографія] / Ю.В. Кулешков [и др.] ; Мино образования и науки Украины, Кировоградский нац. техн. ун-т. - Кировоград : КОД, 2009. - 257 с.
12. ОАО «Гидропривод» [Електронний ресурс] www.gidroel.lipetsk.ru

13. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для вузов. М.: «Машиностроение», 1974. – 606 с.
14. Башта Т.М. Расчеты и конструкция самолетных гидравлических устройств. Изд. 3-у перераб. и доп. Гос. научно-технич. издат. Оборонгиз. М.: 1961 – 475 с.
15. Башта Т.М., Зайченко И.З., Ермаков В.В., Хаймович Е.М. Объёмные гидравлические приводы. М., «Машиностроение», 1969, 628 с.
16. Лурье З.Я., Коваленко И.В. Математическая модель качающего узла шестеренного насоса, как объекта многокритериальной оптимизации.// Вибрации в технике и технологиях.- № 3 (29).- 2003. – С.9-13.
17. Осипов А.Ф. О долговечности шестеренных насосов высокого давления// Вестник машиностроения. 1962. №6. -С. 18-20.
18. Осипов А.Ф. Объемные гидравлические машины коловратного типа. М.: Машиностроение, 1971. - 208 с.
19. Рыбкин Э.А., Усов А.А. Шестеренные насосы для металлорежущих станков. – Г.: Машгиз, 1960. – 189 с.
20. Кузнецов В.С. Испытания шестеренного насоса. МГТУ 2014г. 1989.- 271с.
21. Караулов А.Н., Кабов С.Ф., Клепцов М.Я., Стряпкин Л И . Универсальный лабораторный стенд: Методические указания к лабораторной работе - М.: МИИТ, 2012.-53 с.
22. Кравченко В.И., Коваленко И.В. Методи обробки результатів . 2017, 180 ст.
23. Бевз О. В. Підвищення технічних характеристик шестеренних насосів типу НШ шляхом усунення компресії робочої рідини в затиснутому об'ємі: Дис. канд. техн. наук: 05.05.17 / Кіровоградський держ. технічний ун-т. — Кіровоград, 2004. — 230арк. : рис. — Бібліогр.: арк. 180-187.

24. Technologieanalyse Von der Kavitation zur Sonotechnologie, Technologiefrüherkennung (Band 32) Hrsg.: VDI-Technologiezentrum im Auftrag des BMBF, 2000, ISSN 1436-5928 .

25. Ohl C.D., Philipp A., Lauterborn W. Cavitation bubble collapse studied at 20 million frames per second, Ann. Physik 4, 1995. - 26-34 p.

26. Ohl C.D., Philipp A., Lauterborn W. Aufnahme des Kollapsvorganges laserinduzierter Kavitationen mit 20 Millionen Bildern pro Sekunde. DAGA 94. - s. 817-820.

27. Перник А.Д. Проблемы кавитации. – Л.: Судостроение, 1966. – 438 с.

28. V.A. Ivanov, G.D. Gasparyan - «Cavitation mathematical simulation in the process of barking in aqueous media» - Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia.

29. Інтернет видавництво «Економічна правда» [Електронний ресурс] URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2018/04/19/636162/> (дата звернення 10.10.2018).

30. Інтернет видавництво «Helpics» [Електронний ресурс] URL: <http://helpiks.org/3-29393.html> (дата звернення 07.05.2018).

31. В. П. Головенкін. За заг. ред. акад. Ю. І. Якименка. Рекомендації щодо змісту та структури магістерських дисертацій. – К.: ВПК «Політехніка», 2010. – 28 с.

32. Інтернет видавництво «Інновації молоді - машинобудуванню» [Електронний ресурс] URL: <http://s-konf.mmi.kpi.ua/imm2018> (дата звернення 11.10.2018).

33. Інтернет видавництво «Інновації молоді - машинобудуванню» [Електронний ресурс] URL: <http://s-konf.mmi.kpi.ua/imm2017/paper/view/7823> (дата звернення 13.10.2018).