

**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: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Виконав : студент 6 курсу, групи МА-72Мп  
(шифр групи)

Поковба Іван Васильович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник Гришко Ігор Анатолійович \_\_\_\_\_  
(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**

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Лабораторний стенд для дослідження характеристик в аксіально-поршневному насосі \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

науковий керівник дисертації \_\_\_\_\_ ,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «15» березня 2018 р. № 934-с

2. Термін подання студентом дисертації \_\_\_\_\_

3. Об'єкт дослідження \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Предмет дослідження \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Перелік завдань, які потрібно розробити \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## **Пояснювальна записка до магістерської дисертації**

на тему: «Лабораторний стенд для вивчення роботи аксіально-поршневої машини з автоматичною підримкою тиску в системі»

---

---

Київ – 2018 року

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація загальним обсягом 134 сторінки, містить 53 ілюстрації, 57 таблиць та 33 джерела за переліком посилань. Розроблено лабораторний експериментальний стенд для дослідження характеристик аксіально-поршневого насосу, для оптимізації режимів його роботи та збільшення терміну його служби.

Існуюче нині експериментальне обладнання після багатьох років експлуатації, вимагає модернізації, тому проблема створення нового лабораторного стенду є досить актуальною. Було прийнято рішення про створення нового лабораторного обладнання на базі компаній «Hydraulic line» та «Hansa-flex».

**Мета і завдання дослідження.** Метою магістерської дисертації є дослідження характеристик аксіально поршневого насоса при зміні параметрів його регулювання. Одним з основних факторів, що мають місце у аксіально-поршковому насосі при проведенні досліджень є втрати напору при перетіканні робочої рідини. Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- провести аналіз нині існуючих стендів та пристроїв;
- створити гідравлічну схему та стенд для випробувань аксіально-поршневого насосу;
- провести пуско-налагоджувальні роботи з різними характеристиками АПН;
- розробити методичні вказівки для проведення лабораторних робіт;
- провести експериментальні дослідження згідно методичних вказівок;

*Об'єктом дослідження* є керування регульованого аксіально-поршневого насосу; та гідродинамічні явища АПН..

*Предмет дослідження* – динамічні характеристики регульованого аксіально-поршневого насосу при різних умовах експлуатації.

*Методи дослідження.* Моделювання на базі експерименту, обчислювальні та фізичні експерименти.

**Наукова новизна результатів.** Визначення впливу зміни технічних параметрів на роботу АПН, визначення явищ процесів, які виникають в різних режимах роботи стенду.

**Практичне значення результатів.** Створення та перевірка методичних вказівок для проведення лабораторних робіт студентами. Отримані теоретичні та практичні навички дають змогу більш детально вивчити явище і процеси, що виникають в АПНі. Студенти мають змогу отримати практичні навички для досконалого 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 опубліковано 2 тези на міжнародній конференції «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці», 2018р.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ, ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЬОВАНОГО АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВОГО НАСОСУ, ВИТРАТА, ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД.

## ABSTRACT

Master's dissertation with the total volume of 134 pages, contains 53 illustrations, 57 tables and 33 sources in the list of references. A laboratory-level experimental test bench has been developed to study the characteristics of an axial-piston pump, to optimize its operating modes and extend its service life.

Existing experimental equipment after many years of operation requires modernization, so the problem of creating a new laboratory stand is very relevant. It was decided to create a new instrumentation based on the "Hydraulic line" and "Hansa-flex" companies.

**The purpose and tasks of the study.** The purpose of the master's dissertation is to study the characteristics of the axially piston pump when changing the parameters of its regulation. One of the main factors that occurs in the axial-piston pump during the research is the loss of pressure when the working fluid flows. To achieve the goal, the following objectives were formulated:

- conduct an analysis of existing stands and devices;
- create a hydraulic circuit and a test bench for an axial-piston pump;
- conduct commissioning works with different characteristics of the APS;
- develop guidelines for laboratory work;
- conduct experimental research according to the guidelines;

The object of the study is the control of the regulated axial-piston pump; and hydrodynamic phenomena of APS ..

Subject of research - dynamic characteristics of an adjustable axial-piston pump under different operating conditions.

Research methods. Modeling on the basis of experiment, computational and physical experiments.

Scientific novelty of the results. Determination of the influence of the change of technical parameters on the work of the APS, the definition of the phenomena of processes that arise in different operating modes of the stand.

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 in detail the phenomenon and processes that arise in the APN. Students have the opportunity to gain practical skills for the thorough 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 2 Theses on the international conference "Hydroaeromechanics in engineering practice" were published on the materials of the master's dissertation, 2018.

METHODICAL INSTRUCTIONS, RESEARCH OF REGULATED ACCIDENTAL-  
POWDER PUMP, EXPENSES, LABORATORY STAND.

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация общим объемом 134 страницы, содержит 53 иллюстрации, 57 таблиц и 33 источников по перечню ссылок. Разработан лабораторного экспериментальный стенд для исследования характеристик аксиально-поршневого насоса, для оптимизации режимов его работы и увеличения срока его службы.

Существующее ныне экспериментальное оборудование после многих лет эксплуатации, требует модернизации, поэтому проблема создания нового лабораторного стенда является весьма актуальной. Было принято решение о создании нового лабораторного оборудования на базе компаний «Hydraulic line» и «Hansa-flex».

**Цель и задачи исследования.** Целью магистерской диссертации является исследование характеристик аксиально поршневого насоса при изменении параметров его регулирования. Одним из основных факторов, имеющих место в аксиально-поршневых насосов при проведении исследований являются потери напора при перетекании рабочей жидкости. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- провести анализ ныне существующих стендов и устройств;
- Создать гидравлическую схему и стенд для испытаний аксиально-поршневого насоса;
- провести пуско-наладочные работы с различными характеристиками АПН;
- разработать методические указания для проведения лабораторных работ;
- провести экспериментальные исследования согласно методическим указаниям;

Объектом исследования является управление регулируемого аксиально-поршневого насоса; и гидродинамические явления АПН ..

Предмет исследования - динамические характеристики регулируемого аксиально-поршневого насоса при различных условиях эксплуатации.

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

Научная новизна. Определение влияния изменения технических параметров на работу АПН, определения явлений процессов, которые возникают в различных режимах работы стенда.

Практическое значение результатов. Создание и проверка методических указаний для проведения лабораторных работ студентами. Полученные теоретические и практические навыки позволяют более детально изучить явление и процессы, возникающие в АПНи. Студенты имеют возможность получить практические навыки для досконального 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 опубликованы 2 тезисы на международной конференции «Гидроаэромеханика в инженерной практике и», 2018р.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВОЙ НАСОС, РАСХОД, ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД.**

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	13
ВСТУП	14
РОЗДІЛ 1. ОЗНАЙОМЛЕННЯ ІЗ РІЗНОВИДАМИ ГІДРАВЛІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ СТЕНДІВ. ПОНЯТТЯ РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТИ, ОСОБЛИВОСТІ Й КЛАСИФІКАЦІЇ	17
1.1. Поняття гідравлічні стени. Їхні типи та особливості	17
Висновки по розділу	25
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕНДУ. ГІДРАВЛІЧНА СХЕМА І ОПИС ОБЛАДНАННЯ	26
2.1. Гідравлічна схема. Принцип роботи	26
2.2. Опис обладнання	31
Висновки по розділу	44
РОЗДІЛ 3 . РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ НА ЛАБОРАТОРНОМУ СТЕНДІ. ОПИС ПУСКОНАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ. НАПИСАННЯ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	45
3.1 Пусконалагоджувальні роботи	45
3.2 Методика проведення дослідів	51
3.2.1. Визначення зміни параметру регулювання насосу, при зміні керуючого сигналу в LS лінії.	51
3.2.2 Визначення залежності об'ємного ККД ( $\eta_{об.}$ ) від параметру регулювання насосу ( $\square$ ).	55
3.2.3 Дослідження витратної характеристики насосу, при різних значеннях сигналу керування	59
Висновки по розділу	61
РОЗДІЛ 4. ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ.. ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ	62
4.1. Визначення зміни параметру регулювання насосу, при зміні керуючого сигналу в LS лінії.	62

4.2	Визначення залежності об'ємного ККД ( $\eta_{об.}$ ) від параметру регулювання насосу ( $\square$ ).	70
4.3	Дослідження витратної характеристики насосу, при різних значеннях сигналу керування	79
	Висновки по розділу	86
РОЗДІЛ 5. СТАРТАП-ПРОЕКТ		88
5.1.	Опис ідеї проекту	90
5.2	Технології застосовані в проекті	91
5.3	Аналіз ринкових можливостей запуску проекту	92
5.4	Розроблення ринкової стратегії проекту	99
5.5	Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	102
	Висновки по розділу	105
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ		106
6.1	Санітарно-гігієнічна характеристика аудиторії	106
6.2	Оцінка небезпечних і шкідливих виробничих факторів	108
6.3	Шум	109
6.4	Електробезпека	110
6.5	Пожежна безпека	111
6.6	Прогнозування та оцінювання інженерної та пожежної обстановки під час аварії на вибухонебезпечних об'єктах	112
6.7	Вказівки щодо роботи за стендом	114
	Висновки по розділу	116
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ		117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		118
ДОДАТКИ. ПРОТОКОЛ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ		119

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

P-тиск в системі

n-оберти електродвигуна

q-робочий об'єм електродвигуна

G-тип різьбового з'єднання

Q-значення витрати

Qt-значення теоретичної витрати

$\varepsilon$ -параметр регулювання

Qд-значення дійсної витрати

Qmax-значення максимальної витрати

L-позиція ручки дрoселя

Pconst-постійник тиск в системі

Pупр-тиск управління

S аудиторії-площа аудиторії

V аудиторії-об'єм аудиторії

$\Delta P_{\phi}$  -потужність руйнування

Др-дрoсель

M-манометр

P-розподільник

КЗ-клапан зворотній

Кр-кран

ЗГ-заливна горловина

H-насос

ЕД-електродвигун

Ф-фільтр

## ВСТУП

Актуальною проблемою інженерної галузі сьогодні є те, що роботодавці, що функціонують в умовах всесвітньої економічної кризи, висувають високі вимоги до випускників технічних ВНЗ, вимагаючи від них результатів та навичок з самого моменту отримання дипломного ступеня. Проте, навіть при самій найкращій теоретичній підготовці, яку тільки може дати ВНЗ, фахівці без практичних навичок, без знання особливостей роботи у сучасних виробничих реаліях не зможуть приймати правильних і швидких технологічних і управлінських рішень.

На жаль існуюча система практичної підготовки студентів, яка являє собою і є невід'ємною частиною підготовки студентів в поточний час втратила значну частину своєї актуальності. Відсутність практичних навичок робить значно важчим пошук роботи випускниками ВНЗ. [\[1\]](#)

Саме тому мій дипломний проект спрямований на вирішення утвореної актуальної проблеми покращення умов, та набуття практичних навичок студентами-інженерами технічних ВНЗ.

Наявність сучасних лабораторних стендів та навчальної техніки завжди була показником та гарантом якісного викладання технічних дисциплін, що яскраво вирізняла наш університет серед інших ВНЗ, підтверджуючи високий рівень відповідальності, гарантовану якість знань студентів, що отримують вищу навчальну ступінь і професійного ставлення до своїх обов'язків керівництва НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" та його викладачів.

Практично не викликає сумнівів, що тільки наявність сучасної навчально-лабораторної бази та техніки дає можливість підготувати висококласних фахівців, які відповідають сучасним запитам роботодавців.

А власне якісне навчально-лабораторне обладнання допомагає викладацькому складу будувати належним чином освітній процес. Створення новітніх багатофункціональних лабораторних стендів дозволяє вдосконалювати процес навчання, оскільки сучасне лабораторне обладнання дає можливість на

практиці перевірити отримані теоретичні знання, а головне – напрацювати певний практичний досвід ще в університетських аудиторіях.. [2]

Зокрема невід’ємною частиною в освіті інженера-гідраліка є практичні навички та знання набуті під час практичних занять на гідралічних стендах.

Гідралічний стенд – обладнання без якого не проходить жодне ефективне випробування гідралічних систем, агрегатів, окремих елементів. Необхідність гідралічних стендів полягає у випробуваннях для неруйнуючого контролю агрегатів, вузлів, технологічних систем, в роботі котрих використовується високий тиск . Навіть ідеально теоретично розрахована система, гідропривід, або інший агрегат вимагає практичного випробування та тестування. Тільки так можна зрозуміти як об’єкт поводитиме себе у робочих і критичних умовах.

Можливе випробування наступних об’єктів:

- Гідромотори і гідроциліндри;
- Насоси і насосне обладнання;
- Дискретна гідроапаратура;
- Пропорційна гідроапаратура;
- Клапани тиску і сервоклапани ;
- Тепломеханічне обладнання;
- Запірні клапани.

Особливості гідралічних стендів:

- Ефективність тестування;
- Максимальна точність вимірювань;
- Для деяких галузей, наприклад, авіаційної і машинобудівної промисловості проектуються індивідуальні стенди;

- За допомогою гідралічного стенда можна тестувати показники гідралічних приладів – герметичність приладу, подачу тиску , кінематичну енергію, функціональність моторів, швидкісні аспекти;

- По результатам вимірювань формуються висновки щодо технічного стану гідроапаратури .[1]

Враховуючи зазначене вище актуальність проекту не викликає сумніву.

Тому метою мого дипломного проектування було створення лабораторного стенду для випробування регульованої аксіально поршневої машини, і структуризація дослідів які можна проводити на цьому стенді. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- Ознайомитися із різновидами і класифікаціями гідравлічних стендів
- Скласти гідравлічну схему, і підібрати обладнання.
- Після монтажу здійснити пробні запуски для відладки робочих параметрів
- Написання методики проведення лабораторних робіт
- Перевірка методики проведення дослідів.
- Створення протоколів і методичних матеріалів для лабораторної роботи

## РОЗДІЛ 1. ОЗНАЙОМЛЕННЯ ІЗ РІЗНОВИДАМИ ГІДРАВЛІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ СТЕНДІВ. ПОНЯТТЯ РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТИ, ОСОБЛИВОСТІ Й КЛАСИФІКАЦІЇ.

Гідравлічний стенд – обладнання без якого не проходить жодне ефективне випробування гідравлічних систем, агрегатів, окремих елементів. Необхідність гідравлічних стендів полягає у випробуваннях для неруйнуючого контролю агрегатів, вузлів, технологічних систем, в роботі котрих використовується високий тиск. Навіть ідеально теоретично розрахована система, гідропривід, або інший агрегат вимагає практичного випробування та тестування. Тільки так можна зрозуміти як об'єкт поводитиме себе у робочих і критичних умовах. Також гідравлічні стенди доцільно використовувати в навчальних цілях, для проведення лабораторних робіт.

### 1.1 Поняття гідравлічні стенди. Їхні типи та особливості.

Типів таких стендів існує велика кількість. Стенди поділяються на виробничі і навчальні. Виробничі стенди-це стенди які використовують зазвичай на виробництвах для перевірки обладнання яке безпосередньо і виготовляє це ж підприємство. Навчальні стенди, використовують для навчання студентів, або для підвищення кваліфікації спеціалістів. Я наведу приклади стендів першої і другої категорії.

Стенди навчальної категорії.

На стенді НТЦ-11.17.1 рис.1.1 збільшено (порівняно зі стендом НТЦ-11.17) кількість об'єктів випробувань - місцевих опорів і трубопроводів.

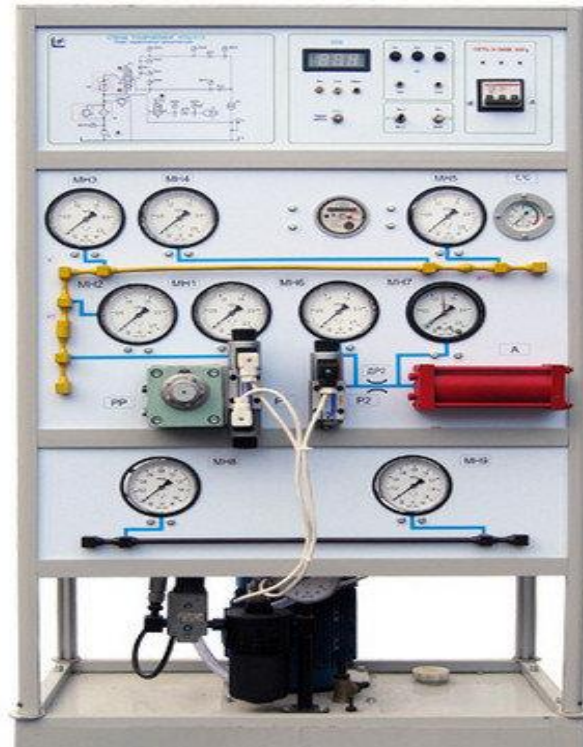


Рис.1.1 Навчальний лабораторний стенд призначений для проведення лабораторних робіт по курсу "Гідравліка" в середніх спеціальних і вищих навчальних закладах.

На рамній конструкції стенду, виконаної у вигляді одностороннього базису зі столом, розташовано дві гідропанелі і панель електровимірювань і управління. На панелі електровимірювань і управління розташована схема гідравлічна принципова. Стенд має жорстку конфігурацію, яка потребує перед проведенням заняття будь-яких складальних робіт. До складу стенду входить гідростанція.[5]

На стенді встановлені, трифазний електродвигун, шестерінчастий насос, напірний гідроклапан, фільтр, два розподільника з електромагнітним керуванням, дволінійних регулятор витрати, гідроаккумулятор, монтажні плити, для приєднання трубопроводів арматура і трубопроводи.

Забезпечення при випробуваннях досить високих тисків і швидкостей течії рідини робить досліджувані процеси наочними, що сприяє засвоєнню учнями матеріалу. На стенді передбачена можливість зміни в широких межах витрати рідини.[4]

Інформаційно-вимірювальна система стенду дозволяє визначати тиск, витрату, температуру робочої рідини, час. На стенді встановлено 8 манометрів (один з них електроконтактний), швидкісний витратомір інтегруючого типу, електронний секундомір, термометр з біметалічним чутливим елементом.[2]

У ряді робіт отримані експериментальні характеристики зіставляються з результатами розрахунків, що дозволяє оцінювати похибки, що допускаються при розрахунках[3]

Навчальний лабораторний стенд рис.1.2 призначений для проведення лабораторних робіт по курсу "Гідравліка та гідромашини" в середніх спеціальних і вищих навчальних закладах. Стенд дозволяє проводити наступні лабораторні роботи: Вимірювання тиску та витрати, визначення режиму течії рідини.



Рис.1.2 Стенд НТЦ-11.17.2 "Гідравліка М2".

Побудова напірної і пьезометрической ліній трубопроводу. Вивчення рівняння Бернуллі. Визначення коефіцієнтів місцевих гідравлічних опорів. Визначення коефіцієнта гідравлічного тертя (коефіцієнта Дарсі).

Дослідження нестационарного (несталого) витікання рідини через гідродросель (малий отвір у тонкій стінці).

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

Вивчення будови і дослідження витратно-перепадні характеристики гидрораспределителя.

Вивчення будови і дослідження витратно-перепадні характеристики дрoселя зі зворотним клапаном.

Визначення залежності коефіцієнта витрати гідродрoселя від температури робочої рідини.[1]

Конструктивний склад обладнання:

До складу стенду входять два конструктивно завершених пристрої:

Модуль гідравлічних пристроїв, засобів вимірювання і управління гідростанція

Зазначені пристрої між собою електричними лініями і трубопроводами.

Модуль гідравлічних пристроїв, засобів вимірювання і управління має рамну конструкцію з одностороннім базисом, на якій розташовані стіл, дві гідропанелі і панель електровимірювань і управління.

На панелі електровимірювань і управління розташована схема гідравлічна принципова. Стенд має жорстку конфігурацію яка потребує перед проведенням заняття будь-яких складальних робіт.[4]

В якості робочої рідини на стенді використовується мінеральне масло.

На стенді встановлені: трифазний електродвигун, шестерінчастий насос, два напірних гідроклапана, фільтр, один розподільник з електромагнітним керуванням і п'ять розподільників з ручним керуванням, дволінійних регулятор витрати, регульований гідродросель, здвоєний дрoсель зі зворотнім клапаном, гідроакумулятор, монтажні плити, для приєднання трубопроводів арматура, трубопроводи .

Забезпечення при випробуваннях досить високих тисків і швидкостей течії рідини робить досліджувані процеси наочними, що сприяє засвоєнню учнями матеріалу. На стенді передбачена можливість зміни в широких межах витрати рідини.[5]

Інформаційно-вимірвальна система дозволяє вимірювати тиску, витрата, частоту обертання валу насоса, потужність насоса, температуру робочої рідини, час. На стенді встановлено 11 манометром (один електроконтактні), швидкісний витратомір інтегруючого типу, електронний тахометр, електронний секундомір, цифровий кіловаттметр, термометр з біметалічним чутливим елементом. Для підвищення точності вимірювань при дослідженні місцевих гідравлічних опорів (раптового розширення і раптового звуження) використані два електронних датчика, що дозволяють вимірювати тиску в восьми перетинах трубопроводів.

При створенні стенду використовується частина гідравлічних апаратів модульного монтажу.[2]

У ряді робіт отримані експериментальні характеристики зіставляються з результатами розрахунків, що дозволяє оцінювати похибки, що допускаються при розраху

Навчальний лабораторний стенд рис.1.3 призначений для проведення лабораторних робіт з дисциплін: «Гідравліка, гідромашини і гідроприводи», «Гідравлічні системи», «Механіка рідини і газу» та ін. В середніх спеціальних і вищих навчальних закладах. Стенд дозволяє проводити наступні лабораторні роботи: Визначення робітників і кавітаційних характеристик відцентрового насоса;[5]



Рис.1.3 Стенд НТЦ-11.60 "Дослідження гідравліки насосного обладнання з МПСо".

Дослідження характеристик насосної установки при послідовному включенні насосів; Дослідження характеристик насосної установки при паралельному включенні насосів; Узгодження характеристик насоса і мережі. Визначення оптимального режиму роботи. Конструктивний склад обладнання:[5]

На рамної несучої конструкції встановлені дві підсистеми: гідравлічна і електрична. Гідравлічна підсистема виконана з розімкненим циркуляцією робочої рідини, в якості якої використовується вода. При монтажі стенду не потрібне підключення його до систем водопостачання і каналізації.

На стенді встановлені:

- дві насосні установки, кожна з яких містить відцентровий насос консольного типу і трифазний асинхронний електродвигун;
- один гидробак;
- трубопроводи з запірною-регулюючою апаратурою;
- система електроживлення;
- інформаційно-вимірювальна система.

Інформаційно-вимірювальна система дозволяє вимірювати тиску (на входах і виходах насосів), миттєву витрату, рідини, потужності на входах електродвигунів. Результати вимірювань відображаються в цифровому вигляді на електронному табло.[5]

Для забезпечення високої якості функціонування мікропроцесорних датчиків і досягнення необхідної точності вимірювань стенд містить спеціально розроблену систему захисту від перешкод.[6]

Виробничі стенди. Приклади таких стендів представлені на Рис.1.4-1.7.

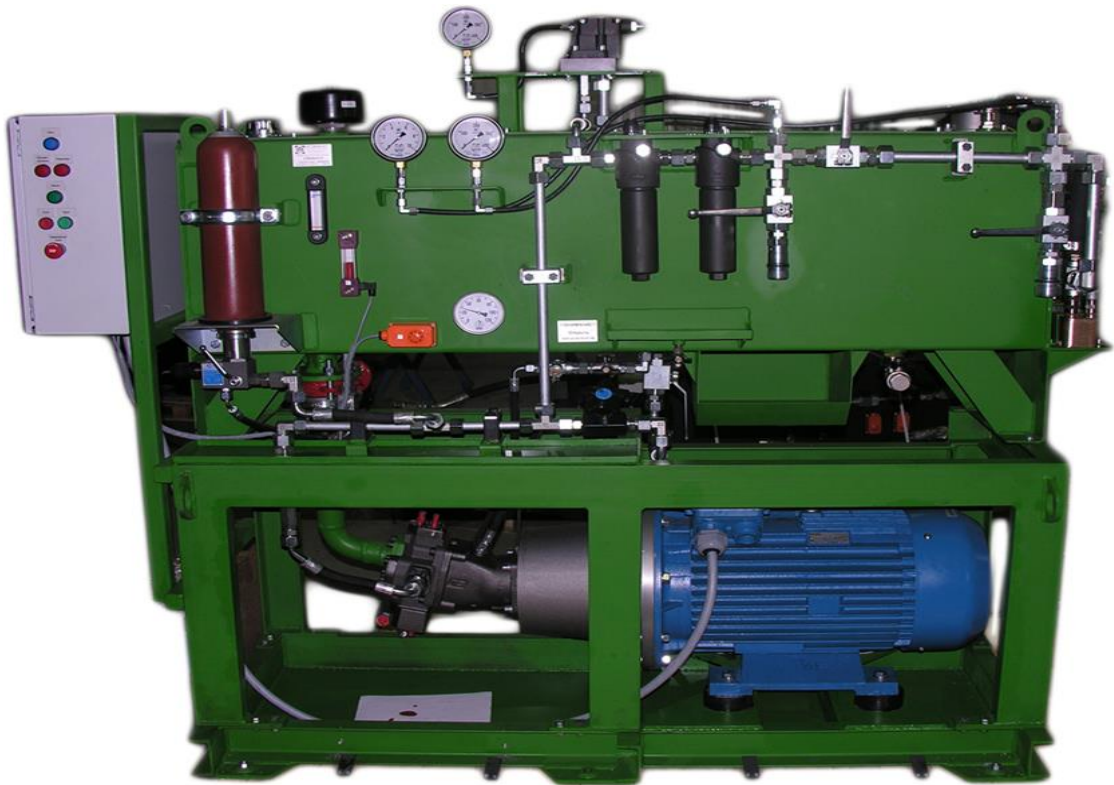


Рис. 1.4 Стенд для відпрацювання і проведення випробувань виробів спецтехніки з використанням гідравлічних приладів (рульових машин) систем управління підвищеної потужності.[3]



Рис. 1.5 Тестовий стенд гідрообладнання Р 200 UNIFLEX [4]



Рис. 1.6 Стенд для приймально-здавальних випробувань серійних гідроагрегатів - електрогідравлічних блоків управління[3]



Рис. 1.7 Гідросистема стану для випробування демпфера вертолітних лопатей[2]

#### Висновки по розділу

Існує велика кількість виробників, які займаються безпосередньо виготовленням дидактичних стендів. Кожен із цих стендів зазвичай створюється під одне зосереджене завдання. [3]

Саме тому я поставив собі за ціль створити стенд, на якому можна було б, знання по об'ємним машинам використати на практиці. Була проведена робота по створенню гідравлічної схеми, проектування рами і підбір робочого обладнання.

За підтримки компаній Hydraulic Line і Hansa Flex був створений стенд для зняття характеристик з аксіально-поршневого насосу

## РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕНДУ. ГІДРАВЛІЧНА СХЕМА І ОПИС ОБЛАДНАННЯ.

Для того щоб розпочати процес складання стенду, нам потрібна гідравлічна схема, яка б оптимально підходила під наші навчальні параметри. Після схеми, настає процес розрахунку трубопроводу і підбору обладнання[10].

### 2.1 Гідравлічна схема. Принцип роботи.

Під час процесу створення стенду, велика кількість часу була потрачена на створення схеми і проектування рами. А також на підбір силової апаратури, під час цієї роботи були використані такі робочі середовища як Kompas і Solidworks.

Для вирішення завдання мною запропонована гідравлічна схема, що представлена на рисунку 2.1.

Дана гідравлічна схема складається: ГБ-гідробак, Дд1- Датчик тиску, ДП- витратомір, Др1-2-дросель, Дт-датчик температури, ЗГ-заливна горловина, КО-клапан зворотній, КП- клапан переливний, Кр1-кран шаровий, М1-манометр, М2- показник забрудненості фільтра, Н-нагрівач, Н1-насос, Р1-Р2- гідравлічний клапан, УУ-вказівник рівня, Ф-фільтр зливний, Ед1-електродвигун.

В систему вмонтований гідравлічний регульований аксіально поршневий насос, в якому за рахунок регулювання вмонтованим в насос, пропорційним клапаном здійснюється регулювання витрати, насос з'єднано муфтою з електромотором на якому встановлений частотник для регулювання кількості обертів вихідного валу електродвигуна. Кількість обертів на валу електродвигуна буде.

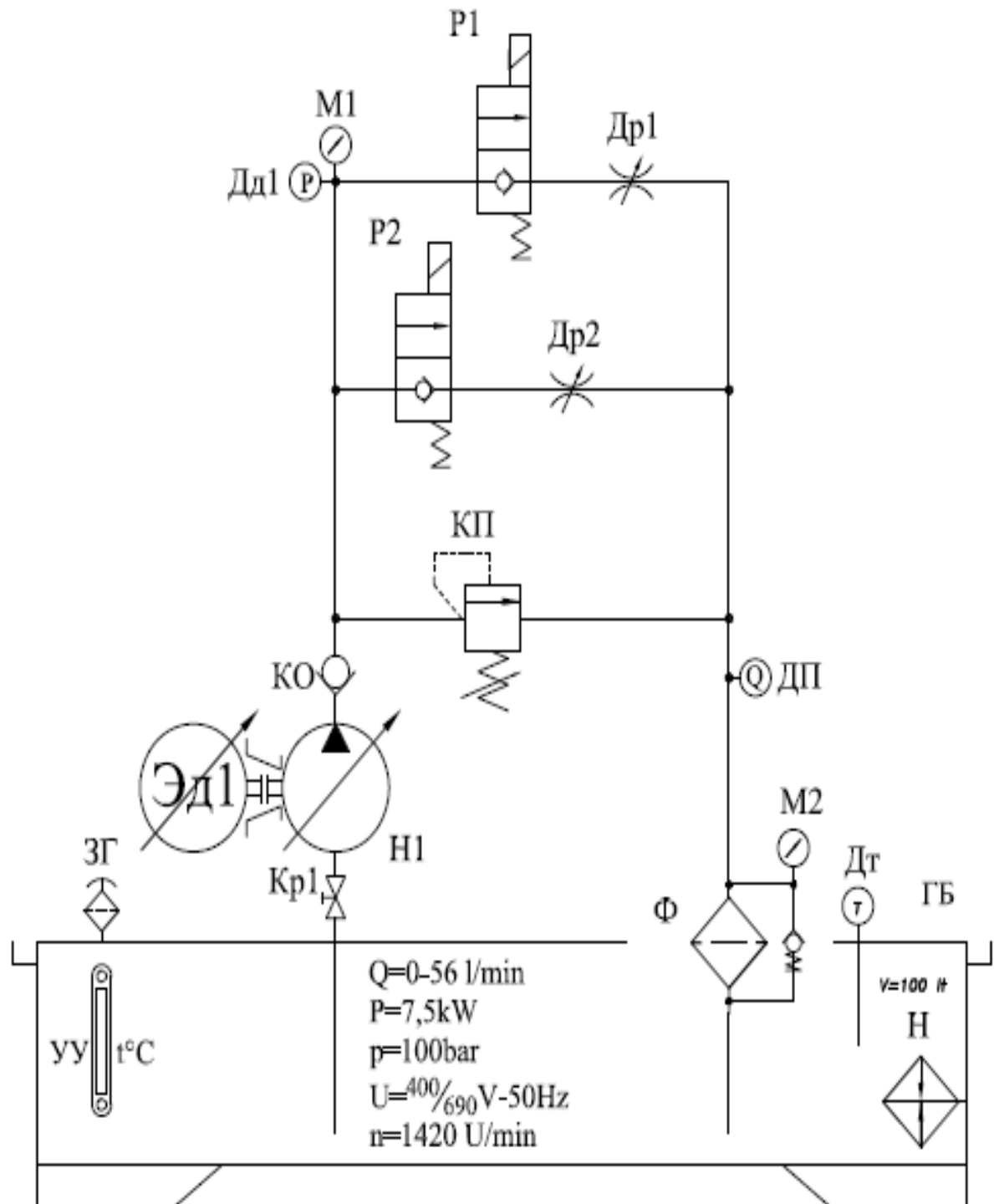


Рис.2.1. Схема гідравлічна принципова лабораторного стенду для вивчення роботи аксіально-поршневої машини.

фіксуватися за допомогою тахометра встановленого в систему. Таким чином при приведені в рух валу гідронасоса починається всмоктування робочої рідини з бака, в якому – встановлені наступні елементи:

- Заливна горловина з фільтр-елементом у вигляді металевої сітки за для забезпечення

грубої очистки робочої рідини при заливанні в бак. Також заливна горловина виконує функцію сопла сполучаючи порожнину баку з атмосферою.[16],[10]

- Показник рівня робочої рідини в баку.
- Термометр
- Тена для нагрівання робочої рідини.
- Фільтр зливний з показником забрудненості.

Послідовно насосу у нагнітальній лінії встановлено зворотній клапан за для забезпечення відсутності впливу можливих гідравлічних ударів створених в системі на насосну установку.[13]

На напірній лінії встановлено два типи манометрів – звичайний гліцериновий та електричний манометр. Метою встановлення обох типів манометрів є необхідність продемонструвати маленькі стрибки тиску в системі, які дає можливість фіксувати електричний манометр що має високу швидкодію та чутливість до найменших стрибків тиску.[13] Також завдяки цьому буде наглядно продемонстрована різниця цих типів манометрів, що дозволить студентам зрозуміти специфіку необхідності встановлення даної апаратури у різних гідравлічних системах. [12] Перед звичайним гліцериновим манометром встановлений кран для можливості відключення манометра від гідросистеми задля забезпечення подовження строку його експлуатації

За допомогою двох моно-стабільних, нормально закритих клапанів з електричним керуванням встановленими перед регульованими дроселями ми можемо створювати різні навантаження для насосу. Також клапани P1 і P2 у закритому положенні запобігають постійному навантаженню створеному насосом на дроселі ДР1 і ДР2 що зменшує кількісно час їх експлуатації та забезпечує виключення передчасного виведення їх з ладу.[12]

Задля розвантаження насосу в закритому положенні клапанів P1 і P2 в системі встановлений регульований преливний клапан КТ, що в свою чергу налаштований на максимальний тиск в системі і дає можливість проводити досліди при критичних умовах роботи насосу (створення насосом максимального можливого тиску, допустимий час роботи не більше 1 хв).[10],[11]

Щоб слідкувати за зміною витрати в системі встановлено електричний витратомір, що працює за принципом лічильника.

На кінці зливної лінії встановлено фільтр зі зворотнім клапаном та датчиком забруднення, що дає змогу вчасно обслуговувати систему та не допускати забруднення робочої рідини.[12]

Фільтр на всмоктувальній лінії не встановлено задля полегшення запуску насоса та з міркувань що стенд встановлено в навчальній лабораторії що обумовлює відсутність забруднень що зазвичай супроводжуються на виробництвах, або гірничо-дорожніх роботах, де зазвичай застосовуються насоси даного типу.[13],[10]

Тен в баку встановлена для підігріву мастила, для проведення дослідів з високою температурою масла і зняття показів наближених до критичних умов.

На рис. 3.2 зображено загальний вигляд лабораторного стенду із описом його компонентів.[16]



Рис.3.2 Загальний вигляд навчального стану для дослідження характеристик в регульованому аксіально-поршковому насосі.

(1.Електродвигун: 2-Кронштейн: 3-Аксіально-поршковий насос: 4-Дросель 1: 5-Дросель 2: 6-Манометр: 7-Електронний витратомір: 8-зливний фільтр: 9-Заливна горловина: 10-Візуальний показчик рівня.)

Висновки по розділу:

В цьому розділі було описано процес створення гідравлічної схеми для лабораторного стану.

Проведена робота по цьому розділу дозволяє ознайомитися із конструкційними особливостями стану, його комплектуючими та основними силовими вузлами

## 2.2 Опис обладнання.

Вся електрофікація стенду підведена до шкафчику живлення рис. 3.3, Для запуску системи нам потрібно перемістити тумблер під номером (3)

Рис.3.3




Рис.3.3 Шкафчик живлення

Після цього у нас запускається стенд, тобто електродвигун приводить у дію нашій поршневий насос, так званий насосний агрегат, який зображений в Табл.2.1.

Таблиця 2.1[19]

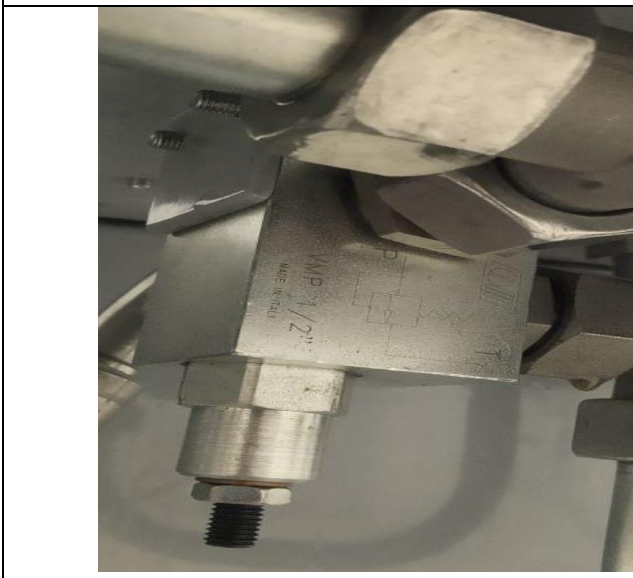
## Насосний агрегат

Загальний вигляд	Характеристики
	<p>Електродвигун:            модель-АИР132            Р-7.5кВт            n-1500об/хв            Насос            Q=23см<sup>3</sup>            Pmax-150бар</p>

У даній системі використовуються два клапани тиску, КП1,і КП2  
характеристики КП1 описані в табл. 2.2 [12]

Таблиця 2.2[19][

## Перелевний клапан

Загальний вигляд	Характеристики
	<p>Модель-ОМТ VMP 1/2            Q-80л/хв            G=1/2            Тиск відкриття 20-200 бар</p>

КП1, таблиця 2.2- це аварійний переливний клапан, який налаштований на 130 бар, і спрацьовує тільки при аварійному підвищенні тиску. КП2, це клапан тиску, який безпосередньо вмонтований в насос, він і є нашій робочий, саме ним ми налаштовуємо робочий тиск під час дослідів, характеристики описані в табл. 2.3[13]

Таблиця 2.3[21]


## Перелівний клапан насосу

Загальний вигляд	Характеристики
	Клапан з LS керуванням Ркерування-10-22бар Q-1.5 л/хв

Коли ми здійснюємо налаштування тиску шестигранним ключем, потрібно контролювати цей тиск, який відображається на манометрі, характеристики якого зображені в табл. 2.4 [13]

Таблиця 2.4[19]


## Манометр

Загальний вигляд	Характеристики
	Модель- Pipe spring pressure gauge with glycerine filling Гасіння-Завдяки гліцериновому наповненню Область-температурзасіб макс.+60 °C

Також у нас в системі присутні два дроселя, характеристики зображені табл. 2.5,

Таблиця 2.5[19]


## Дросель

Загальний вигляд	Характеристики
	<p>Марка- НК FCV HN дросель</p> <p>Виконання-зі сталі з високоточним клапанним шпинделем</p> <p>Робочий тиск-до 400 бар</p>

вони призначенні для імітування сигналу, який подається до насосу, саме цей сигнал і є ключовим фактором у зміні витрати в системі за рахунок зміни кута нахилу диска в аксіально-поршневому насосі який вмонтований у системі.. Зміну витрати потрібно контролювати на електронному витратомірі табл.3.6.[12]

Таблиця.2.6[20]

## Витратомір

Загальний вигляд	Характеристики
	<p>Витратомір- SBG233</p> <p>Призначення- для промислових застосувань</p> <p>Робоча температура- 10-100*С</p> <p>Максимальний допустимий тиск-40 бар</p>

Перед дроселями в системі розміщуються так звані клапана 2/2 табл.2.7,

Таблиця 2.7[19]

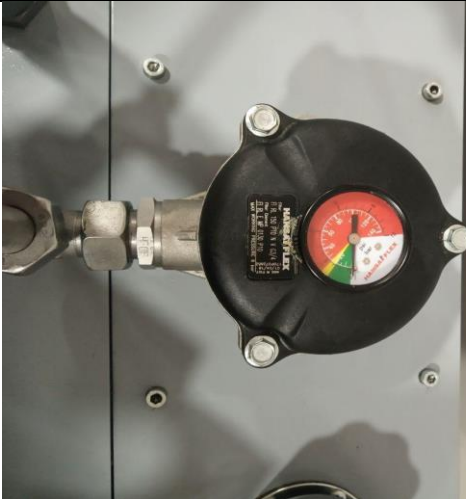
## Клапан 2/2

Загальний вигляд	Характеристики
	<p>2/2-ходовий електромагнітний сідельний клапан EMDV</p> <p>Робочий тиск-макс. 350 бар</p> <p>Об'ємний потік макс. -38- 1 / min</p>

саме вони регулюють потік рідини між дроселями. Після проходження через систему клапанів, рідина потрапляє в зливний фільтр табл.2.8

Таблиця 2.8. [20]

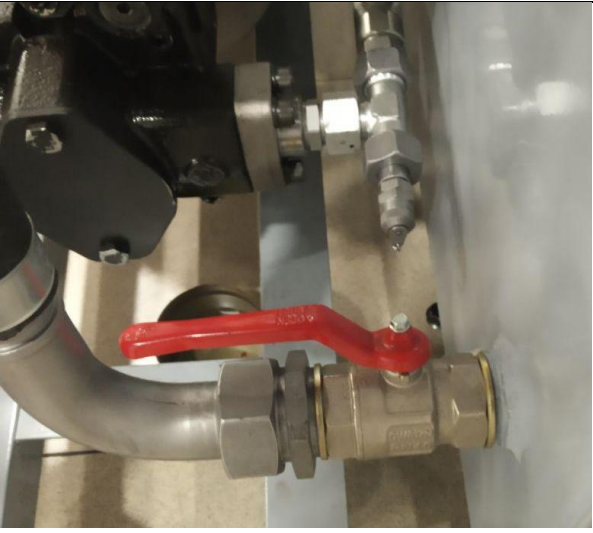
## Зливний фільтр

Загальний вигляд	Характеристики
	<p>Фільтр зливний- FI RL</p> <p>25мкм</p> <p>Тип-з перепускним клапаном</p> <p>1,75 бар</p> <p>Температура min.</p> <p>-25 ° C</p> <p>Температура макс.</p> <p>110 ° C</p>

Всмоктування масла здійснюється насосом через шаровий кран.

Таблиця 2.9[19]


### Шаровий кран

Загальний вигляд	Характеристики
	<p>Кран шаровий G1                      Робочий тиск Max. 40 bar                      Пропускна здатність-60 л/хв</p>

Під час роботи стенду, потрібно також контролювати рівень масла в системі, у нас на торцевій стороні баку вмонтований візуальний показчик рівня рис.3.13. [10]

Таблиця 2.10[20]

### Візуальний показчик рівня

Загальний вигляд	Характеристики
	<p>Показчик рівня масла- НК LVA 257                      Момент затяжки макс.-8 Nm                      Температура макс.-100 ° C                      Робочий тиск-макс. 1 бар                      Робочі середовища-мінеральне масло</p>

Найголовнішою складовою стенду є насос. З курсу «об'ємні машини» об'єктом досліджень було обрано аксіально поршневі машини .

Переваги аксіально поршневих машин: [21], [22]

- Менші радіальні розміри, маса, габарит і момент інерції обертових мас;
- Можливість робити при великому числі обертів;
- Зручність монтажу і ремонту;
- Здатність створювати високий робочий тиск в гідроприводі;
- Здатність плавно в широких межах регулювати робочий об'єм і об'ємну подачу;

- Високий ККД;
- Значна енергоємність на одиницю маси;

Недоліки аксіально поршневих машин: [21]

- Складність конструкції і пов'язана з цим низька надійність;
- Високі вимоги до обробки поверхонь і підгону деталей що сполучаються, що впливає на високу вартість таких машин;
- Необхідність тонкої фільтрації робочої рідини (не більше ніж 25 мкм, для збільшення ресурсу машини рекомендується тонкість 10 мкм) ;
- Значна пульсація подачі (для насосів) та витрати (для гідромоторів), що призводить до стрибків тиску у гідросистемі;

Класифікація аксіально поршневих машин:

- З похилим блоком (вісь блоку циліндрів розташована під кутом до осі провідного вала) рисунок 2.2
- З похилим диском (вісь блоку циліндрів збігається з віссю провідного вала, а під кутом до нього розташована вісь диска, з якою шарнірно пов'язані штоки поршнів) рисунок 2.2[22]

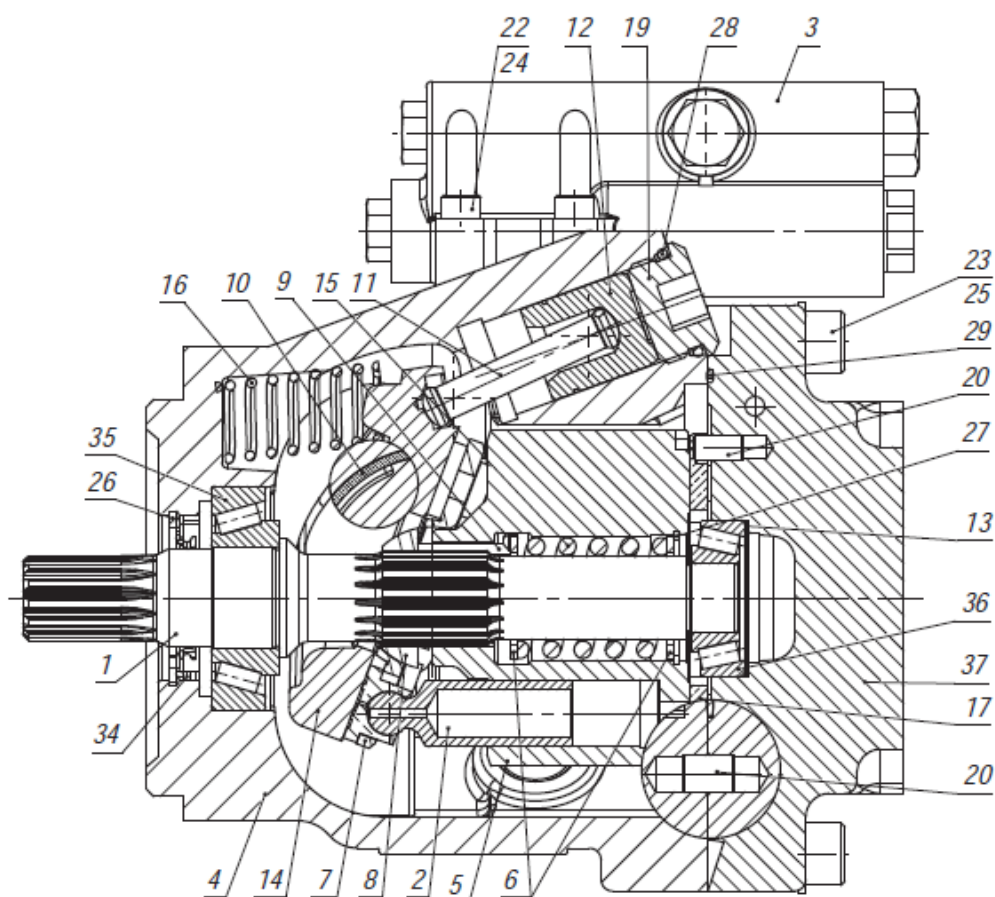


Рис.2.2 Аксіально поршнева машина з похилим диском

Позиция Position	Наименование Name	Позиция Position	Наименование Name
1	Вал Shaft	15	Пружина Spring
2	Плунжер с пятой The plunger with fifth	16	Пружина люльки Spring swash plate
3	Регулятор управления Control system	17	Распределитель Spreader
4	Корпус Body	18	Пробка дренажа Drain plug
5	Блок цилиндров Cylinder block	19	Пробка управления Control plug
6	Шайба Washer	20, 21	Штифт Pin
7	Сепаратор Separator	22, 23	Винт Screw
8	Втулка сферическая Bushing	24, 25	Шайба Washer
9	Штырь Spike	26, 27	Кольцо стопорное Retaining ring
10	Подшипник Bearing	28, 29, 30, 31, 32, 33	Кольцо уплотнительное O-ring
11	Шток управления Stock	34	Манжета Cuff
12	Поршень управления Piston	35	Подшипник передний Bearing
13	Кольцо регулировочное Adjusting ring	36	Подшипник задний Bearing
14	Люлька Swash plate	37	Крышка задняя Cover rear

Рис.2.3 Розшифровка позицій

Технічні характеристики аксіально поршневих машин:

- Тиск: до 420 бар;
- Робочий об'єм: до 270 см<sup>3</sup>/об.;
- Високий ККД;
- Стійкість до високих зовнішніх навантажень на вал;
- Висока стійкість до вібрації і температурних дій;
- Висока надійність;
- Просте обслуговування.

Область застосування аксіально поршневих машин [\[21\]](#)

Застосування аксіально поршневі насоси знайшли в гідроприводах, працюючих при тисках робочої рідини до 20 МПа. Їх встановлюють, наприклад, в гідросистемах екскаваторів і іншого гірничого обладнання, бульдозерів, в гідроприводі металооброблювальних верстатів, асфальтних катків, дорожньої і будівельної техніки, літаків. Такий тип насосів використовують в приводах обладнання високої потужності (до 60 кВт). [15]

Стояло питання про підбір насосу який би задовольнив всі наші потреби стосовно лабораторної роботи, після ретельно пошуку і підбору відносно розрахунків, я вибрав насос марки Hidrosila PVC1 з робочим об'ємом  $q=28\text{см}^3$ . Власно кажучи, на основі параметрів цього насосу і зосередженні всі досліді [13].

Призначення і область застосування PVC1 Гідросила

Аксіально поршневий регульований насос створює і регулює об'ємну витрату робочої рідини. A10VO призначений для мобільного застосування, наприклад на будівельних машинах. Також знайшов застосування в стаціонарних машинах, наприклад, станках.

Принцип роботи PVC1 Гідросила, [\[21\]](#)

Данна гідравлічна машина є регульованим насосом з аксіально поршневим приводом у виконанні з похилою шайбою для гідростатичних приводів у відкритому контурі. Витрата насоса пропорційна частоті обертання привідного валу і робочому об'єму насоса. За рахунок регулювання поворотного балансира відбувається безступінчаста зміна об'ємної витрати. В аксіально поршневих

агрегатах з похилою шайбою поршні розташовані аксіально по відношенню до привідного валу.[22], [23]

У відкритому контурі робоча рідина подається від бака до гідравлічного насоса, а потім до споживача, наприклад гідравлічного мотору. Від споживача робоча рідина повертається назад в бак.

Конструкція позначена на рис.2.4

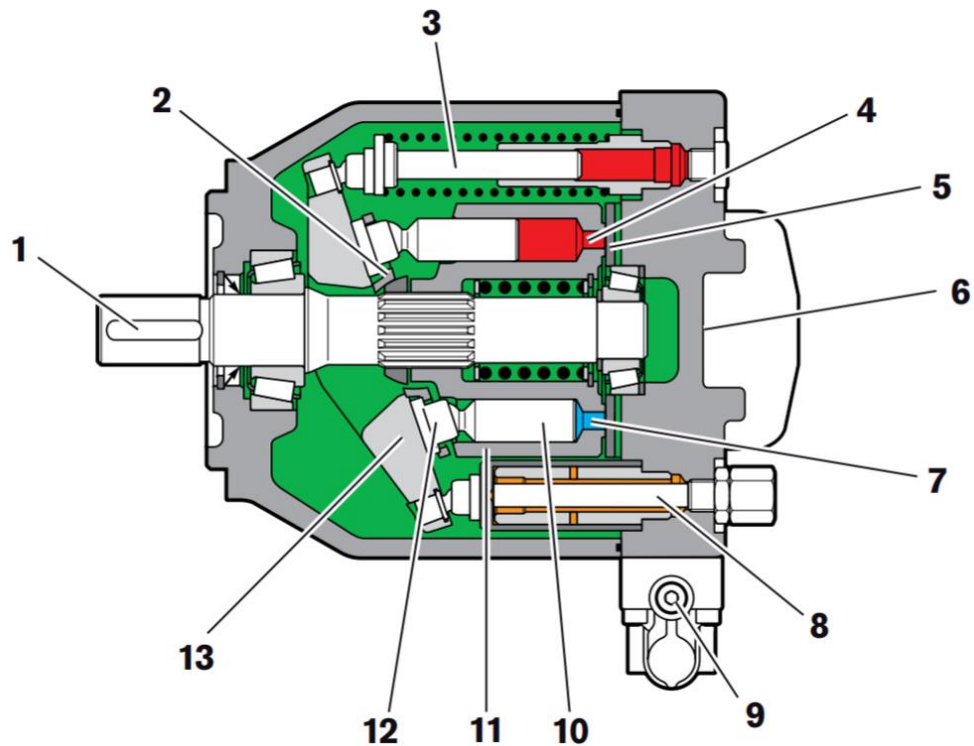


Рис 2.4 Конструкція аксіально поршневого агрегату

(1 – привідний вал; 2 – відводяща плита; 3 – контрпоршень; 4 – сторона високого тиску; 5 – плоский золотник (розподільна плита); 6 – монтажна плита; 7 – сторона всмоктування; 8 – керуючий поршень; 9 – клапан керування; 10 – поршень; 11 – циліндр; 12 – підкладень ковзання; 13 – поворотний балансир.)

#### Принцип дії насоса

Привідний вал (1) приводиться в дію привідним мотором з певним крутним моментом і частотою обертання. За допомогою зубчастого зачеплення привідний вал приводить до обертання циліндр (11). При кожному оберті відбувається рух

поршнів (10) в порожнині циліндрів довжина яких залежить від похилого положення поворотного балансира (13). Підкладні ковзання (12) поршнями утримуються на поверхні ковзання поворотного балансира і спрямовуються під дією відводящої плити (2). Завдяки похилому положенню поворотного балансира кожен поршень під час обертю досягає верхнього і нижнього мертвих точок і повертається в вихідне положення. При цьому через два керуючих вікна в плоскому золотнику (5) подається і відводиться робоча рідина в кількості відповідній робочому об'єму. На стороні всмоктування (7) робоча рідина подається в поршневу камеру що збільшується. Одночасно з цим на стороні високого тиску (4) робоча рідина витісняється поршнями із порожнини циліндра у порожнину системи.[23]

#### Принцип дії регулювання

Кут повороту балансира (13) регулюється безступінчасто. В наслідок регулювання кута повороту поворотного балансира змінюється хід поршня і робочий об'єм насоса. Регулювання поворотного балансира здійснюється гідравлічно за допомогою керуючого поршня. Поворотний балансир, котрому властивий легкий хід, встановлений на поворотних опорах і утримує рівновагу завдяки контрпоршню (3). При збільшенні кута повороту робочий об'єм збільшується, при зменшенні – відповідно зменшується.

#### Технічні характеристики PVC1 Гідросила [\[22\]](#)

Таблиця значень моментів та напружень на валу в залежності від типу валу при максимальному навантаженні та тиску (теоретичні значення, без урахування ефективності та допустимих значень, округлені значення); рис 2.5

ТИПОРАЗМЕР SIZE		28	45	63	85
Рабочий объем Displacement	cm <sup>3</sup>	28,0	45,0	63,0	85,0
Частота вращения при номинальном давлении Speed at rated pressure	min <sup>-1</sup>	2200		2000	
номинальная rated		3200	2900	2700	
максимальная maximum				500	
минимальная minimum					
Номинальная подача Rated flow	l/min	58,0	93,0	118,4	159,8
Давление на входе Inlet pressure	bar				
максимальное maximum		4			
минимальное minimum		0,8			
Давление на выходе Outlet pressure	bar				
номинальное rated		210			
максимальное maximum		250			
Максимальное давление дренажа Maximum drain pressure	bar	2,5			
Номинальная потребляемая мощность Input power	kW	25,35	40,74	52,58	70,94
Масса (без рабочей жидкости) Weight (without fluid), no more	kg	12,5	17,5	22,5	26,5

Рис 2.5 Таблица характеристик насоса.

Допустимі радіальні та осьові навантаження на ведучому валу; рис.2.6.

/ Правое вращение / Clockwise

**ИСПОЛНЕНИЕ ВАЛОВ  
DRIVE SHAFTS**



Обозначение / Type	Значение / Unit	
	Код по кодификатору / Code acc. to code system	
d <sub>1</sub>	M10x1,5-7H (l = 20)	3/8-16UNC-2B (l = 18)
	A	B
d <sub>2</sub>	M12x1,5-7H (l = 24)	7/16-14UNC-2B (l = 24)
	SB	SC
d <sub>3</sub>	M22x1,5-7H	7/8-14UNF-2B
	1	2
d <sub>4</sub>	M33x2-7H (l = 24)	1 1/16-12UN-2B
	D	E
d <sub>5</sub>	M42x2-7H (l = 24)	1 5/8-12UN-2B
	SE	SG

Обозначение присоединительных отверстий / Adjusting ports :

S - место для присоединения линии всасывания / suction port; P - место для присоединения напорной линии / pressure port; L, L1 - места для присоединения дренажа / drain ports; X - место для подключения

Рис 2.6 Значения навантажень на валу.

Привід потужності та витрати; рис 2.7

### Size 28

----- n = 1500 rpm  
 ----- n = 3000 rpm

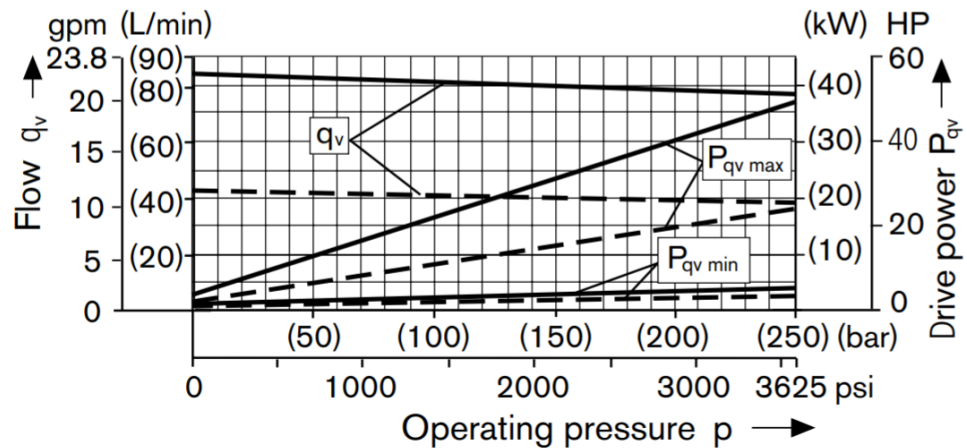


Рис2.7. Графік залежності витрати та вихідної потужності насоса в залежності від тиску.

#### Контроль по тиску та витраті типу DRF (DFR)

Клапан DRF-контроль дозволяє встановлювати дистанційне налаштування подачі насоса. Тиск нижче налаштування DR-контроль тиску.[22]

Контроль тиску служить для підтримки постійного тиску в гідравлічній системі, в межах діапазону керування насосом. Тому насос подає лише кількість гідравлічної рідини необхідні виконавчим механізмам. Тиск може бути плавно встановлений на пілотному клапані. На додаток до функції регулювання тиску, спрямований потік до приводу може змінюватися за допомогою диференціального тиску (наприклад, через отвір або спрямовуючий клапан). Насос поставляє лише кількість рідини, що вимагається приводом. Контроль тиску виконує функцію регулювання потоку. [21] Для віддаленого налаштування тиску необхідно підвести зовнішній запобіжний клапан до порту X. Цей клапан не входить до складу постачання насоса. Диференційний тиск на DRF-шпулі

встановлений як стандартний до 290 psi (20 бар), і це призводить до пілотного потоку приблизно 0,4 gpm (1,5 л/хв). Статична характеристика насоса рис 1.5; [23]

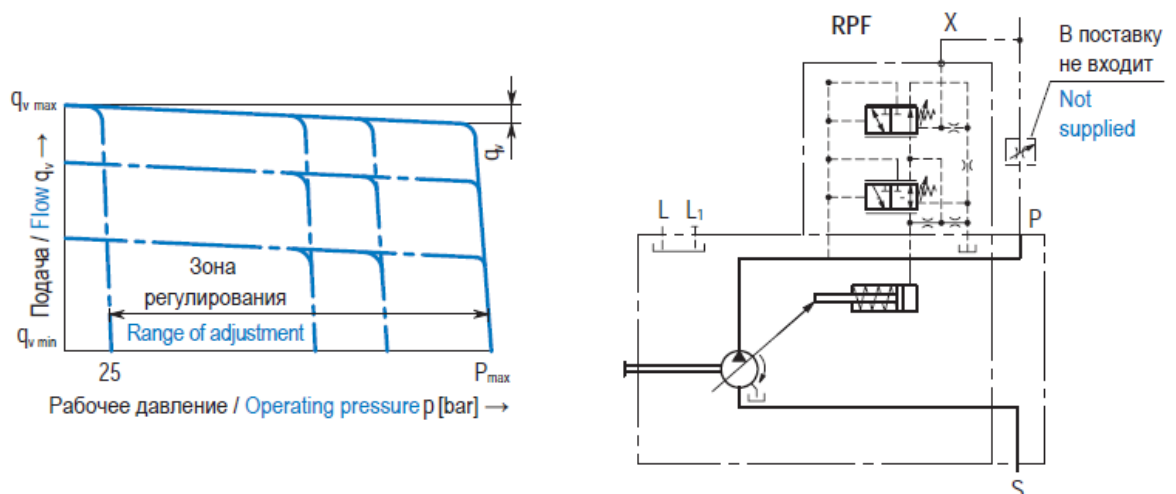


Рис 1.5 Графік статичних характеристик насоса

Висновки по розділу:

В цьому розділі були представлені всі комплектуючі стенду, їхні параметри та характеристики.

Проведена робота по цьому розділу дозволяє ознайомитися із характеристиками комплектуючих. Розділ розкриває головну суть стенду, а саме випробування аксіально-поршневого насосу. Пояснює принципи роботи такого насосу, а також особливості LS регулятора. [22]

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ НА  
ЛАБОРАТОРНОМУ СТЕНДІ. ОПИС ПУСКОНАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ.  
НАПИСАННЯ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Цілі даних лабораторних робіт-закріпити теоретичні знання,отримати уміння і практичні уміння по курсу Об'ємні гідромашини і гідропередачі




При підготовці до лабораторної роботи студенти вивчають відповідні інструкції. Перед початком роботи викладач перевіряє підготовку студентів до лабораторної роботи.

### 3.1 Пусконалагоджувальні роботи

У цьому розділі застосовуються такі символи і позначення небезпек:

Таблиця 3.1

Символи і позначення небезпек


Позначення	Розшифровка позначень
	Символ вказує на необхідність дотримання запобіжних заходів, недотримання, може привести до появи загрози персоналу.
	Символ вказує на необхідність дотримання запобіжних заходів при контакті з електрообладнанням. Недотримання може призвести до небезпеки з боку електричного струму.
	Символ вказує на інформацію яка є важливою для правильного обслуговування гідравлічного агрегату.  Недотримання цих вказівок може призвести до матеріальних збитків, пов'язаного з роботою устаткування або збитку нанесеному середовищі навколо обладнання.

### 3.1.1 Підготовка до запуску.[17]

- до підготовки пуску можна приступити тільки після повного завершення монтажних робіт.
- після завершення монтажних робіт цілий агрегат повинен бути ретельно очищений.
- всі застосовувані для консервації захисні шари треба усунути, тому що вони можуть розчинитися в маслі і негативно вплинути на роботу гідравлічного агрегату.

- 

### Примітка

	<p>Перед підключенням гідравлічного агрегату до системи треба ретельно очистити (промити) цілу працюючу гідравлічну систему за допомогою іншого насоса з фільтром (наприклад, напірно-фільтруючий агрегат).</p> <p><b>Поставлений агрегат не є промивання агрегатом!</b></p> <p>В процесі промивки потрібно застосовувати таку ж рідину, яка буде застосовуватися в роботі. Використання спеціальних промивних коштів потрібно кожного разу узгоджувати з постачальником гідравлічного агрегату.</p>
--	--

Перед заповненням баку потрібно перевірити:

- Чи ретельно очищений гідравлічний агрегат після монтажу?
- Належну установку, кріплення, підключення всіх частин і дотримання правил монтажу
- Можливі пошкодження трубопроводів або рукавів?
- Відповідність напруги вимогам електродвигунів та управління
- Нульове положення вимірювальних приладів.
- Відкритий режим роботи клапанів тиску і дросельних клапанів (в режимі без тиску) Дотримання правил безпеки праці в частині запуску і подальшої роботи агрегату


Роботи, пов'язані з електричною енергією, повинні здійснюватися уповноваженими особами.

Електричне оснащення агрегату потрібно регулярно контролювати для виключення зазорів на контактах.

Шафа управління повинна бути завжди закритою.

Доступ до шафи має лише викладач.

### Примітка

	<p>Якщо здійснюються необхідні роботи на елементах які проводять струм, інший робітник повинен контролювати ці дії, щоб в разі необхідності вимкнути головний вимикач.</p>
---	--

### 3.1.2 Заповнення баку.[10]

- а) Перед заповненням бака перевірити масло.
- б) Заповнити бак тільки за допомогою агрегату для транспорту і фільтрації масла, наприклад з фільтроелементами тонкістю фільтрації хв. 25 Мкм.
- в) Після заповнення бака до макс. рівня, профільтрувати масло в баку до отримання 8 класу чистоти по NAS одна тисяча шістсот тридцять вісім
- г) Після завершення заповнення, бак ретельно закрити (закрутити пробку заливної горловини).
- д) В разі відсутності потрібного масла, підібрати аналоги. Приклади наведені в Табл.3.5.

## Примітка

<b>i</b>	<p>В якості робочої рідини повинні застосовуватися мінеральні масла з кінематичною в'язкістю 32-50 сСт і температурою масла 10 °С-50 °С.</p> <p>Рекомендовані марки масел: гідравлічні масла HLP-46 (При низьких температурах HLP-32)</p> <p>Рекомендована в'язкість:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-шестеренні насоси: 25-100 з Ст</li> <li>-пластинчасті насоси: 25-50 з Ст</li> <li>-поршневі насоси: 15-38 з Ст</li> </ul>
----------	---

Аналоги робочих мастил

Таблиця 3.5


Тип в'язкість	Кінематична в'язкість		
	Макс. При 0 °С	Робоча При 40 °С	Макс. При 100 °С
ISO VG 10	90	10	2,4
ISO VG 22	300	22	4,1
ISO VG 32	420	32	5,0
ISO VG 46	780	46	6,1

### 3.1.3 Запуск агрегату [10].

Перед початком роботи агрегату потрібно перевірити напрямок обертання двигуна, яке повинно відповідати напрямку стрілки яка знаходиться на захисті вентилятора двигуна (праве - за годинниковою стрілкою).

Якщо напрямок не правильний, то потрібно поміняти фази таким чином, щоб отримати потрібний напрямок обертів. При перевірці напрямку обертів, двигун повністю відкритих дросельних кранах і клапанах тиску (переливні), агрегат повинен працювати без тиску близько 10-20 хв. При цьому потрібно контролювати, наявність сторонніх звуків і вібрацій. Перевірити також герметичність трубопроводу, кріплення рукавів і інших елементів гідравлічного агрегату.

#### Примітка

	<p>Напрямок обертів треба перевірити також в разі зміни місця роботи або зміни електричного живлення агрегату.</p> <p>Неприпустимою є робота насоса з іншим напрямком обертів, ніж визначив виробник. Напрямок обертів насоса вказує також стрілка на його корпусі.</p>
---	---

Під час цього циклу, покази манометрів повинні бути близько 0 бар. Після правильного проведеного запуску агрегату і проведення необхідних установок гідравлічних та електричних елементів, можна приступити до пуску гідравлічного агрегату.

Всі місця, в яких може з'явитися повітря повинні бути обезвоздушені. Це найвищі точки в трубній установці, а також циліндри, які треба прокачувати при низькому тиску.

Способи видалення кисню і інших газів із системи:

а) перевстановити вручну розподільник

б) обережно стравити введення для деаерації і трубні приєднання. Кожне місце, що вимагає деаерації обездушіть. Поршні в циліндрах пересунути туди і назад з перервою на кілька секунд в крайніх положеннях. Треба уникати

виникнення швидкого перемикання між позицією з і без навантаження під час деаерації.

Свідченням правильної деаерації є:

- ◆ Відсутність олійно-повітряної суміші в баку (масляна піна)
- ◆ Відсутність сторонніх шумів в гідравлічному трубопроводі
- ◆ Відсутність різких рухів штока поршня (ривків)

### 3.1.4 Електрична частина

#### Примітка



**Увага:**

В електричному підключенні гідравлічного агрегату до заводської мережі нульовий провід та заземлення повинні підключатися окремо. Підключення повинен проводити кваліфікований фахівець.

Під час лабораторної роботи заборонено, вскривати клемну коробку електродвигуна, в разі несправності заборонено проводити якісь маніпуляції з електрикою без присутності спеціалістів. Задля безпечної роботи студентів за стендом, у системі використовуються електромагнітні клапана, напругою 24В. Споживання напруги відбувається від блоку живлення, який входить в комплектацію стенду. Заборонено змінювати налаштування блоку живлення а також проводити маніпуляції з електромагнітними котушками клапанів.[17]

### 3.2 Методика проведення дослідів.

Для лабораторних робіт на стенді, нами була розроблена методика їх проведення. В яку входять опис роботи, з детальними вказівками та правилами поводження за стендом, а також приклад таблиць до яких потрібно заносити дані.[25]

3.2.1 Визначення зміни параметру регулювання насосу, при зміні керуючого сигналу в LS лінії.

МЕТА ДОСЛІДУ визначити значення теоретичної, максимальної та дійсної витрати робочої рідини при сталому тиску навантаження, але при різних значення положення рукоятки дроселя., на основі отриманих даних вирахувати параметр регулювання даного насосу. Побудувати графіки залежності параметр регулювання від положення ручки дроселя; зробити висновки щодо виконаної роботи.

#### Хід роботи

1. Увімкнути живлення системи.

2. Налаштувати клапан тиску КТ на робочий тиск, тобто (60,70,80,90,100) бар. Для цього необхідно вимкнути розподільники Р1. Р2, щоб робоча рідина не проходила через дросель ДР1, ДР2, а проходила безпосередньо через перелевний клапан КТ який вмонтований в насос. Налаштування відбувається за допомогою шестигранного ключа, після того як вставили ключ у потрібний нам паз, прокручуємо за годинниковою стрілкою доти, доки на манометрі М1 не виставиться потрібне нам значення.[24]

3. Після налаштування робочого тиску в системі, нам потрібно визначити  $P_{max}$  в системі. Для цього вмикаємо соленоїд першого розподільника Р1, після цього робоча рідина буде проходити через дросель Др1. Др1 при цьому має бути повністю викручений, щоб на шляху робочої рідини не було ніякого опору. Коли це все виконано, на витратомірі знімаємо значення  $P_{max}$ . Це значення буде

стандартне для кожного положення дроселя, при заданому тиску. Дані заносимо до табл. [25]

4. Наступним кроком є визначення дійсної витрати  $Q_d$  на кожне положення дроселя. Вмикаємо соленоїд першого розподільника, після його відкриття масло буде проходити через  $Dp1$ . Початкове положення  $Dp1$  маж бути повністю закрите. Під час досліду крутимо ручку дроселя проти годинникової стрілки, по поділкам які зазначені на ручці самого дроселя. Виставити дросель  $Dp$  в перше положення ручки. На витратомірі знімаємо дані дійсної витрати. Дані заносимо до табл.[26]

**Примітка!** Робочі положення дроселя відмічені на самому дроселі (див. рис. )

5.  $Q_t$  знаходимо розрахунковим методом. Дані заносимо до табл.3,7

$$Q_t = g * n$$

6. Після того як ми знайшли  $Q_d$  і  $Q_t$ , за допомогою формули знаходимо параметр регулювання  $\varepsilon$ .

$$\varepsilon = \frac{Q_d}{Q_{тах}}$$

7.Зробити висновок щодо отриманих залежностей і побудувати графіки.

Таблиця 3.7

## Приклад таблиці для фіксування даних

L	Qд	Qmax	□	Qt	ηо	Pconst.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

За отриманими значення необхідно побудувати графік залежності. L та □.  
 Де : L- положення ручки дроселя (регулятора потоку).

## Контрольні запитання

- Пояснити принцип роботи аксіально-поршневого насосу
- Визначення максимальної витрати
- Визначення теоретичної витрати
- Визначення дійсної витрати
- Визначення параметру регулювання
- Пояснення принципу роботи LS регулятора
- Переваги й недоліки такого методу регулювання витрати

## Оформлення і здача лабораторної роботи

У звіті по лабораторній роботі повинна бути представлена принципова схема лабораторного стенду, з описом усіх робочих компонентів. Також повинна бути представлена схема управління аксіально поршневого насосу, по якій проводиться дана лабораторна робота.

Студент повинен ознайомитись і зуміти пояснити принцип роботи і конструкцію аксіально-поршневого насосу по макетам, які знаходяться в аудиторії. При цьому особливу увагу потрібно звернути на вузли розподілення рідини, специфічні умови які забезпечують роботу машини в режимі насоса і

мотора, можливі шляхи внутрішніх і зовнішніх перетікань і дії для їх зменшення, вузли з максимальними втратами на тертя і шляхи їх зменшення, переваги й недоліки кожної конструкції машини і їх зрівнювальний аналіз порівняно з радіально-поршневыми машинами. Також студент повинен ознайомитися із методами регулювання витрати в гідравлічній системі, і описати недоліки й переваги кожного з них. При вивченні об'ємних машин по макетах, потрібно розібратися не тільки в призначенні машини, а й кожної деталі і її елементів.[23],[24] Всі результати які були отримані під час лабораторної роботи, тобто, заповнені таблиці, розрахунки, графіки, повинні бути занесені до протоколу. Який наведений в ДОДАТКУ.

3.2.2 Визначення залежності об'ємного ККД ( $\eta_{об}$ ) від параметру регулювання насосу ( $\square$ ).

Мета досліджу: визначити значення теоретичної, максимальної та дійсної витрати робочої рідини при сталому тиску навантаження, але при різних значення положення рукоятки дроселя. На основі цих даних вирахувати значення об'ємного ККД для кожного положення ручки дроселя, розрахувати параметр регулювання насосу також для кожного положення ручки дроселя. На основі цих даних побудувати графік зміни об'ємного ККД відносно зміни параметру регулювання насосу.[25]

Методика проведення досліджу:

1. Ввімкнути живлення системи.
2. Налаштувати клапан тиску КТ на робочий тиск, тобто (60,70,80,90,100) бар. Для цього необхідно вимкнути розподільники Р1. Р2, щоб робоча рідина не проходила через дросель ДР1, ДР2, а проходила безпосередньо через перелевний клапан КТ який вмонтований в насос. Налаштування відбувається за допомогою шестигранного ключа, після того як вставили ключ у потрібний нам паз, прокручуємо за годинниковою стрілкою доти, доки на манометрі М1 не виставиться потрібне нам значення.
3. Після налаштування робочого тиску в системі, нам потрібно визначити  $P_{max}$  в системі. Для цього вмикаємо соленоїд першого розподільника Р1, після цього робоча рідина буде проходити через дросель Др1. Др1 при цьому має бути повністю викручений, щоб на шляху робочої рідини не було ніякого опору. Коли це все виконано, на витратомірі знімаємо значення  $P_{max}$ . Це значення буде стандартне для кожного положення дроселя, при заданому тиску. Дані заносимо до табл. [10]
4. Наступним кроком є визначення дійсної витрати  $Q_d$  на кожне положення дроселя. Вмикаємо соленоїд першого розподільника, після його відкриття масло буде проходити через Др1. Початкове положення Др1 має бути повністю закрите. Під час досліджу крутимо ручку дроселя проти годинникової стрілки, по поділках які зазначені на ручці самого дроселя. Виставити дросель Др в перше положення

ручки. На витратомірі знімаємо дані дійсної витрати. Дані заносимо до табл. Під час лабораторної роботи студент має дослідити 10 позицій дроселя.[25]

**Примітка!** Робочі положення дроселя відмічені на самому дроселі (див. табл. )

5.  $Q_t$  знаходимо розрахунковим методом. Дані заносимо до табл.3,8

$$Q_t = g * n$$

6. Після того як ми знайшли  $Q_d$  і  $Q_t$ , за допомогою формули знаходимо параметр регулювання  $\square$ .

$$\varepsilon = \frac{Q_d}{Q_{max}}$$

7. Розрахувати об'ємний ККД за формулою

$$\eta_o = \frac{Q_d}{Q_t}$$

8.Зробити висновок щодо отриманих залежностей і побудувати графіки.

Таблиця 3.8

Приклад таблиці для фіксування даних

L	Q <sub>д</sub>	Q <sub>max</sub>	□	Q <sub>t</sub>	η <sub>о</sub>	P <sub>const.</sub>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

За отриманими значеннями необхідно побудувати графік залежності об'ємного ККД (η<sub>об.</sub>) та параметру регулювання насосу □.

Де : L- положення ручки дроселя (регулятора потоку).

#### Контрольні запитання

- Пояснити принцип роботи аксіально-поршневого насосу
- Визначення максимальної витрати
- Визначення теоретичної витрати
- Визначення дійсної витрати
- Дати визначення поняттю об'ємний ККД.
- Визначення параметру регулювання
- Чому дорівнює ККД насосу робочого стенду?
- Пояснити вплив параметру регулювання на об'ємний ККД

Оформлення і здача лабораторної роботи

У звіті по лабораторній роботі повинна бути представлена принципова схема лабораторного стенду, з описом усіх робочих компонентів. Також повинна бути представлена схема, по якій проводиться дана лабораторна робота. Повинні бути представлені формули за якими проводилися основні розрахунки, також опис, кожного значення, а саме з яких приборів знімаємо дані, і як розраховуємо.[26]

Студент повинен ознайомитись і зуміти пояснити принцип роботи і конструкцію аксіально-поршневого насосу по макетам, які знаходяться в аудиторії. [24]

Ознайомитися з методами регулювання витрати в системі, дати визначення поняттям параметр регулювання, і об'ємний ККД. Знати для чого взагалі використовують ці два поняття під час виконання лабораторної роботи, і. При вивченні об'ємних машин по макетах, потрібно розібратися не тільки в призначенні машини, а й кожної деталі і її елементів.[25] Всі результати які були отримані під час лабораторної роботи, тобто, заповнені таблиці, розрахунки, графіки, повинні бути занесені до протоколу. Який наведений в ДОДАТКУ.

3.2.3 Дослідження витратної характеристики насосу, при різних значеннях сигналу керування

Мета досліджу: проаналізувати роботу системи насосу, яка слідує за підтримкою постійної витрати при зміні робочого тиску і при постійному навантаженні, яке імітується дроселем, Др1. Побудувати графіки залежностей.

### Хід роботи

1. Ввімкнути живлення системи.
2. Увімкнути Р1, щоб робоча рідина проходила до Др1. В початковому положенні Др1 має бути повністю закручений. [24]
3. Налаштування тиску відбувається перелевним клапаном насосу, за допомогою шестигранного ключа, після того як вставили ключ у потрібний нам паз, прокручуємо за годинниковою стрілкою доти, доки на манометрі М1 не виставиться потрібне нам значення. На кожне положення дроселя нам потрібно буде налаштувати систему на такі тиски (60.70.80.90.100 бар). Полозицій дроселя на одну лабораторну має бути 10.[24]

**Примітка!** Робочі положення дроселя відмічені на самому дроселі (див. Табл.2.5. )

3. Після налаштування тиску, відкручуємо ручку дроселя Др1, на 1 поділку.
4. Наступним кроком є визначення дійсної витрати. Значення дійсної витрати на даному тиску потрібно знімати з витратоміра.[24]
4. Зробити висновок щодо отриманих залежностей і побудувати графіки.

Приклад таблиці, до якої потрібно буде заносити дані експерименту.  
Табл.3.9

За отриманими значеннями необхідно побудувати графік який має показувати як поводить себе дійсна витрата  $Q_d$  при зміні робочого тиску Рупр.

Табл.3.9

Приклад таблиці для фіксування даних

Qд	Рупр	Lconst.

### Контрольні запитання

- Пояснити принцип роботи аксіально-поршневого насосу
- Визначення максимальної витрати
- Визначення теоретичної витрати
- Визначення дійсної витрати
- Пояснити принцип регулювання витрати в даній системі
- Пояснення принципу роботи LS регулятора

### Оформлення і задача лабораторної роботи

У звіті по лабораторній роботі повинна бути представлена принципова схема лабораторного стенду, з описом усіх робочих компонентів. Також повинна бути представлена схема, по якій проводиться дана лабораторна робота. Повинні бути представлені формули за якими проводилися основні розрахунки, також опис, кожного значення, а саме з яких приборів знімаємо дані, і як розраховуємо.

Студент повинен ознайомитись і зуміти пояснити принцип роботи і конструкцію аксіально-поршневого насосу по макетам, які знаходяться в аудиторії.

Ознайомитися з методами регулювання витрати в системі, дати визначення поняттям параметр регулювання, і об'ємний ККД. Знати для чого

взагалі використовують ці два поняття під час виконання лабораторної роботи, і. При вивченні об'ємних машин по макетах, потрібно розібратися не тільки в призначенні машини, а й кожної деталі і її елементів.[24] Всі результати які були отримані під час лабораторної роботи, тобто, заповнені таблиці, розрахунки, графіки, повинні бути занесені до протоколу. Який наведений в ДОДАТКУ.

Висновки по розділу:

В даному розділі була запропонована методика проведення дослідів, а також правила до пуско-налагоджувальних робіт

Проведена робота по цьому розділу дозволяє ознайомитися із лабораторними роботами, які будуть проводитися за стендом. Також детально описані правила запуску і експлуатації цього стенду.[10]

Після розробки методики яка представлена у Розділ 3, постало питання про її недосконалість, тому ми провели перевірку цієї методики, щоб виявити недоліки і усунути їх. Під час проведення перевірки були проведені досліді і результати цих дослідів були занесені до таблиць, також на основі даних із таблиць були побудовані графіки. Результати перевірки зображені у Розділ 4.[10]

4.1 Визначення зміни параметру регулювання насоса, при регулюванні дроселем

Мета досліду: визначити значення теоретичної, максимальної та дійсної витрати робочої рідини при сталому тиску навантаження, але при різних значення положення рукоятки дроселя., на основі отриманих даних вирахувати параметр регулювання даного насосу. Побудувати графіки залежності параметр регулювання від положення ручки дроселя; зробити висновки щодо виконаної роботи.

#### Хід роботи

1. Увімкнули систему живлення. Підтвердженням цього є характерний шум в аудиторії, який видає стенд.

2. Налаштували клапан тиску КТ на робочий тиск, тобто (60,70,80,90,100) бар. Для цього ми вимкнули розподільники Р1, Р2, щоб робоча рідина не проходила через дросель ДР1, ДР2, а проходила безпосередньо через перелевний клапан КТ який вмонтований в насос схема руху рідини зображена на рис.4.1. [10]Налаштування відбувається за допомогою шестигранного ключа, після того як ми вставили ключ у потрібний нам паз, ми прокрутили за годинниковою стрілкою доти, доки на манометрі М1 не виставилось потрібне нам значення.

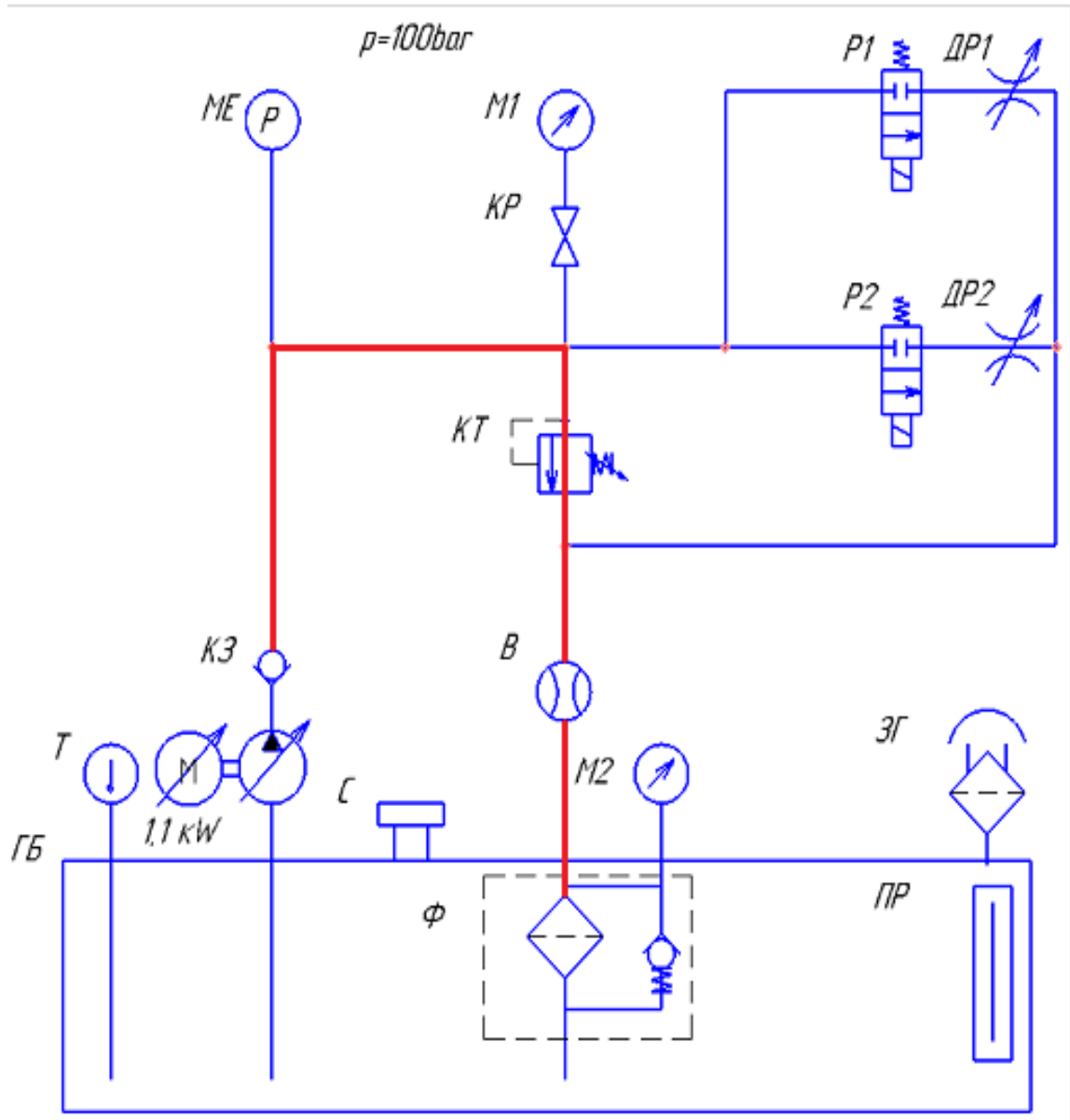


Рис.4.1 Схема руху рідини через переливний клапан

3. Після налаштування робочого тиску в системі, ми визначили  $Q_{\text{max}}$  в системі.[10] Для цього ми увімкнули соленоїд першого розподільника P1, після цього робоча рідина проходила через дросель Др1. Др1 при цьому був повністю викручений, щоб на шляху робочої рідини не було ніякого опору зображено на рис.4.2.

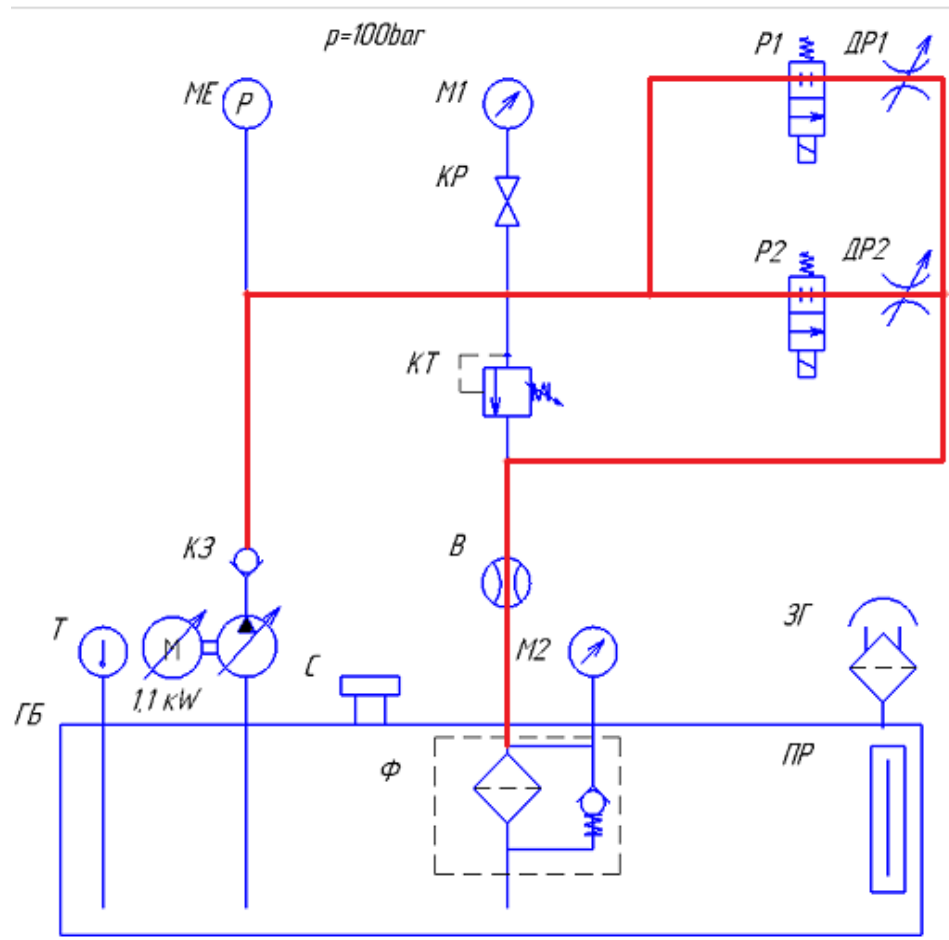


Рис.4.2 Схема руху рідини для знаходження  $Q_{\max}$

Коли ми це все виконали, на витратомірі ми знімали значення  $Q_{\max}$ . Це значення протягом всього дослідження ми використовуємо як стандартне для кожного положення дроселя, при заданому тиску. Дані заносимо до табл. 3.8[25]

4. Наступним кроком було визначення дійсної витрати  $Q_d$  на кожне положення дроселя. Вмикаємо соленоїд першого розподільника, після його відкриття масло буде проходити через  $Dr_1$ . Початкове положення  $Dr_1$  маж бути повністю закриті. Під час дослідження ми крутили ручку дроселя проти годинникової стрілки, по поділках які зазначені на ручці самого дроселя. Виставили дросель  $Dr$  в перше положення ручки. На витратомірі знімали дані дійсної витрати. Дані заносимо до табл.3.8[26]

5.  $Q_t$  знаходили розрахунковим методом. Дані заносили до табл.3.8

$$Q_t = g * n$$

6. Після того як ми знайшли  $Q_d$  і  $Q_t$ , за допомогою формули ми знайшли параметр регулювання  $\square$ .

$$\varepsilon = \frac{Q_d}{Q_{\max}}$$

7. Зробили висновок щодо отриманих залежностей і побудували графіки.

За отриманими побудували графік залежності  $L$  та  $\square$ .

Де:  $L$ - положення ручки дроселя (регулятора потоку).

Згідно з проведеними експериментами було виміряно дійсну витрату рідини в системі при роботі з дроселем (у 10 положеннях ручки) Результати досліджу записані в таблицях. [25]

Результати дослідження витрати при  $P_n=60\text{bar}$  наведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Результати дослідження витрати при  $P_n=60\text{bar}$

L	$Q_d$	$Q_{\max}$	$\square$	$Q_t$	$\eta_o$	$P_{\text{const.}}$
1	4	35	0,114286	4,64	0,862069	60
2	7	35	0,2	8,12	0,862069	60
3	8	35	0,228571	9,28	0,862069	60
4	8,5	35	0,242857	9,86	0,862069	60
5	9,5	35	0,271429	11,02	0,862069	60
6	10,5	35	0,3	12,18	0,862069	60
7	11,5	35	0,328571	13,34	0,862069	60
8	12,5	35	0,357143	14,5	0,862069	60
9	13,5	35	0,385714	15,66	0,862069	60
10	15	35	0,428571	17,4	0,862069	60

Результати дослідження витрати при  $P_n=70\text{bar}$  наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Результати дослідження витрати при  $P_n=70\text{bar}$ 

L	Qд	Qmax	$\square$	Qt	$\eta_0$	Pconst.
1	5,5	33	0,1667	6,7667	0,8128	70
2	7,5	33	0,2273	9,2273	0,8128	70
3	8,5	33	0,2576	10,458	0,8128	70
4	9	33	0,2727	11,073	0,8128	70
5	10,5	33	0,3182	12,918	0,8128	70
6	11,5	33	0,3485	14,148	0,8128	70
7	12,5	33	0,3788	15,379	0,8128	70
8	13,5	33	0,4091	16,609	0,8128	70
9	15	33	0,4545	18,455	0,8128	70
10	16	33	0,4848	19,685	0,8128	70

Результати дослідження витрати при  $P_n=80\text{bar}$  наведені в таблиці 4.3

Таблиця 4.3

Результати дослідження витрати при  $P_n=80\text{bar}$ 

L	Qд	Qmax	$\square$	Qt	$\eta_0$	Pconst.
1	5	33	0,151515	6,151515	0,812808	80
2	7,5	33	0,227273	9,227273	0,812808	80
3	8	33	0,242424	9,842424	0,812808	80
4	9,5	33	0,287879	11,68788	0,812808	80
5	10,5	33	0,318182	12,91818	0,812808	80
6	12	33	0,363636	14,76364	0,812808	80
7	13	33	0,393939	15,99394	0,812808	80
8	13,5	33	0,409091	16,60909	0,812808	80
9	16	33	0,484848	19,68485	0,812808	80
10	17	33	0,515152	20,91515	0,812808	80

Результати дослідження витрати при  $P_n=90\text{bar}$  наведені в таблиці 4.4

Таблиця 4.4

Результати дослідження витрати при  $P_n=90\text{bar}$ 

L	Qд	Qmax	$\square$	Qt	$\eta_0$	Pconst.
1	6	33	0,181818	7,381818	0,812808	90
2	8	33	0,242424	9,842424	0,812808	90
3	9,5	33	0,287879	11,68788	0,812808	90
4	9,5	33	0,287879	11,68788	0,812808	90
5	11,5	33	0,348485	14,14848	0,812808	90
6	11,5	33	0,348485	14,14848	0,812808	90
7	14,5	33	0,439394	17,83939	0,812808	90
8	14,5	33	0,439394	17,83939	0,812808	90
9	14,5	33	0,439394	17,83939	0,812808	90
10	15	33	0,454545	18,45455	0,812808	90

Результати дослідження витрати при  $P_n=100\text{bar}$  наведені в таблиці 4.5

Таблиця 4.5

Результати дослідження витрати при  $P_n=100\text{bar}$ 

L	Qд	Qmax	$\square$	Qt	$\eta_0$	Pconst.
1	5,5	35,5	0,15493	6,290141	0,874384	100
2	8	35,5	0,225352	9,149296	0,874384	100
3	9	35,5	0,253521	10,29296	0,874384	100
4	9,5	35,5	0,267606	10,86479	0,874384	100
5	11,5	35,5	0,323944	13,15211	0,874384	100
6	12	35,5	0,338028	13,72394	0,874384	100
7	14	35,5	0,394366	16,01127	0,874384	100
8	14,5	35,5	0,408451	16,5831	0,874384	100
9	14,5	35,5	0,408451	16,5831	0,874384	100
10	18,5	35,5	0,521127	21,15775	0,874384	100

Побудований графік залежності в програмі Microsoft Excel зображений на

рис. 4.1

**Висновки** : таким чином я експериментально довів, що при зміні керуючого сигналу, що у нашому випадку оберти ручки дроселя, змінюється і робочий параметр нашої машини. Саме цю залежність і відображає графік який зображений на рис 4.1. [10],[25]

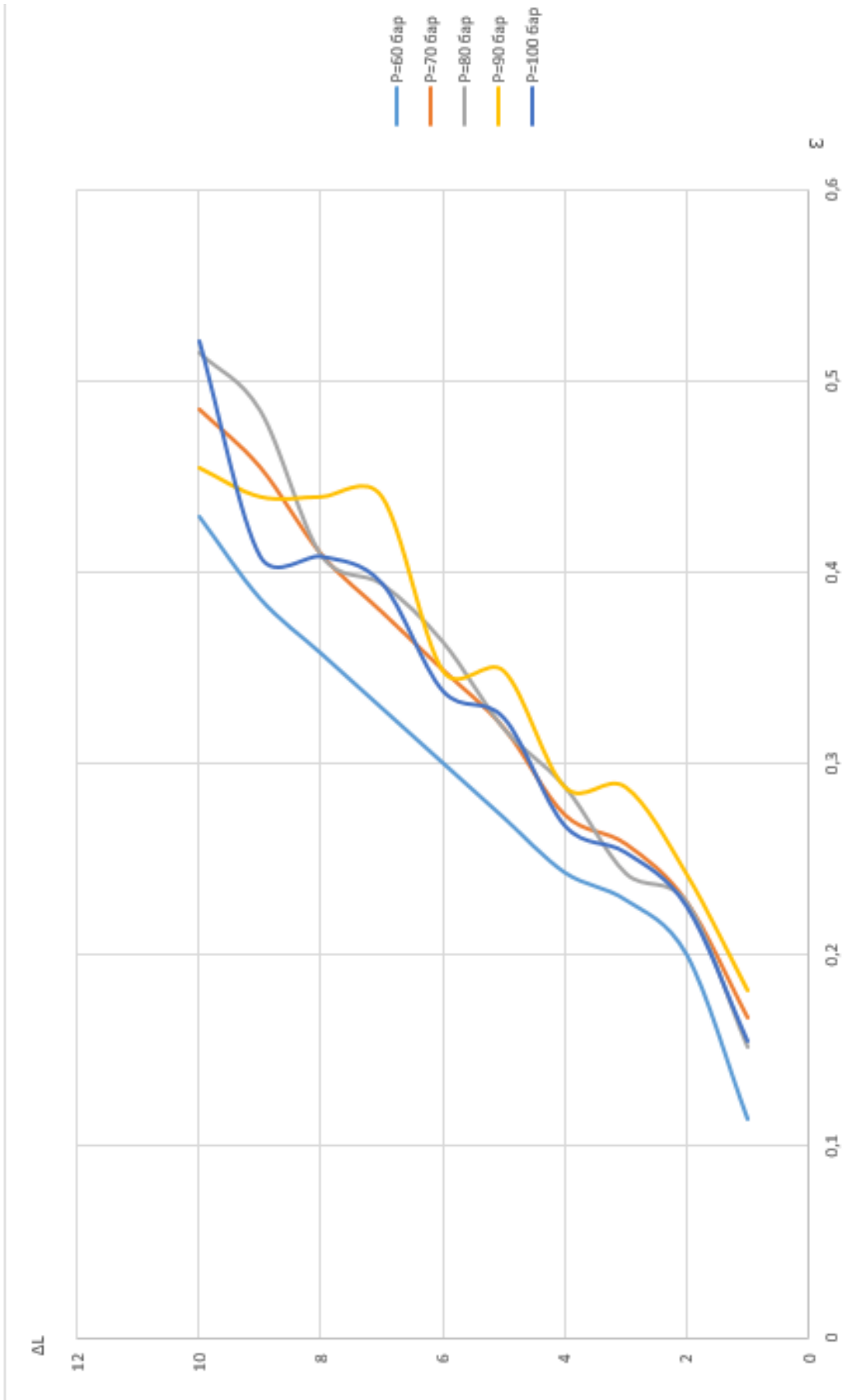


Рис.4.1 Графік залежності параметру регулювання від положення ручки дроселя

4.2 Визначення залежності об'ємного ККД ( $\eta_{об}$ ) від параметру регулювання насосу ( $\square$ ).

Мета досліджу: визначити значення теоретичної, максимальної та дійсної витрати робочої рідини при сталому тиску навантаження, але при різних значення положення рукоятки дроселя. На основі цих даних вирахувати значення об'ємного ККД для кожного положення ручки дроселя, розрахувати параметр регулювання насосу також для кожного положення ручки дроселя. На основі цих даних побудувати графік зміни об'ємного ККД відносно зміни параметру регулювання насосу.

Хід роботи:

1. Увімкнули живлення системи.
2. Налаштували клапан тиску КТ на робочий тиск, тобто (60,70,80,90,100) бар. Для цього ми вимкнули розподільники Р1, Р2, щоб робоча рідина не проходила через дросель ДР1, ДР2, а проходила безпосередньо через перелевний клапан КТ який вмонтований в насос схема руху рідини зображено на рис.4.3. Налаштування відбувається за допомогою шестигранного ключа, після того як ми вставили ключ у потрібний нам паз, прокручуємо за годинниковою стрілкою доти, доки на манометрі М1 не виставиться потрібне нам значення.[24]
3. Після налаштування робочого тиску в системі, ми визначили  $Q_{max}$  в системі. Для цього ми увімкнули соленоїд першого розподільника Р1, після цього робоча рідина проходила через дросель Др1. Др1 при цьому був повністю викручений, щоб на шляху робочої рідини не було ніякого опору схема процесу зображена на рис. 4.4. Коли це все виконано, на витратомірі знімаємо значення  $Q_{max}$ . Це значення ми взяли як стандартне для кожного положення дроселя, при заданому тиску. Дані занесли до таблиць у колонку  $Q_{max}$ . [10]

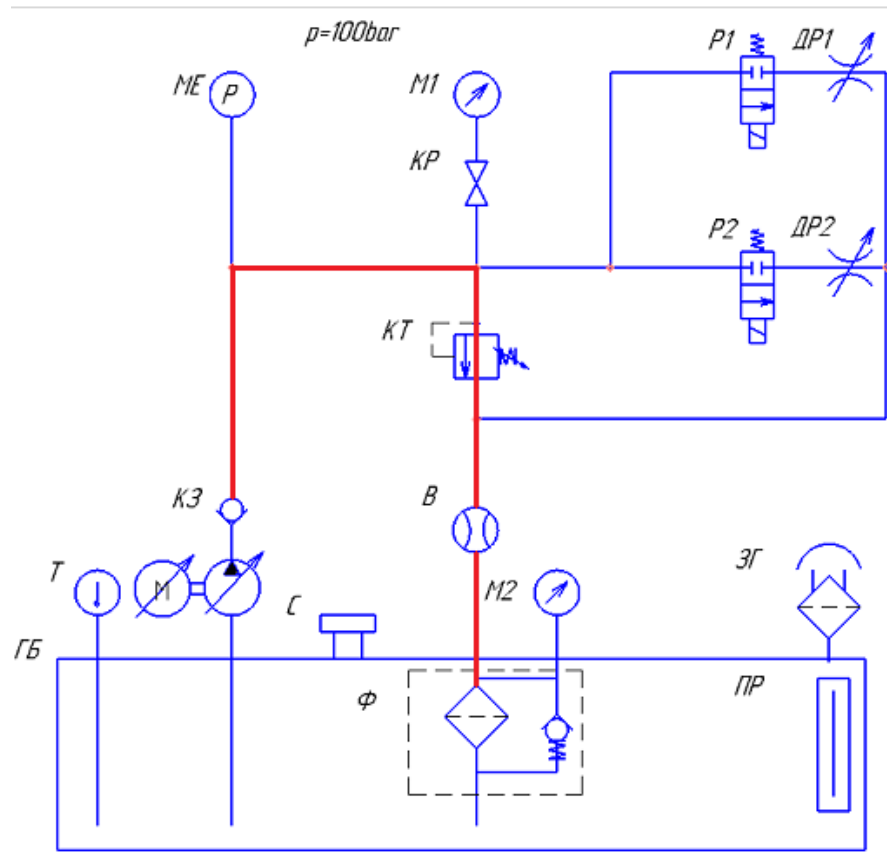


Рис.4.3 Схема руху рідини через переливний клапан

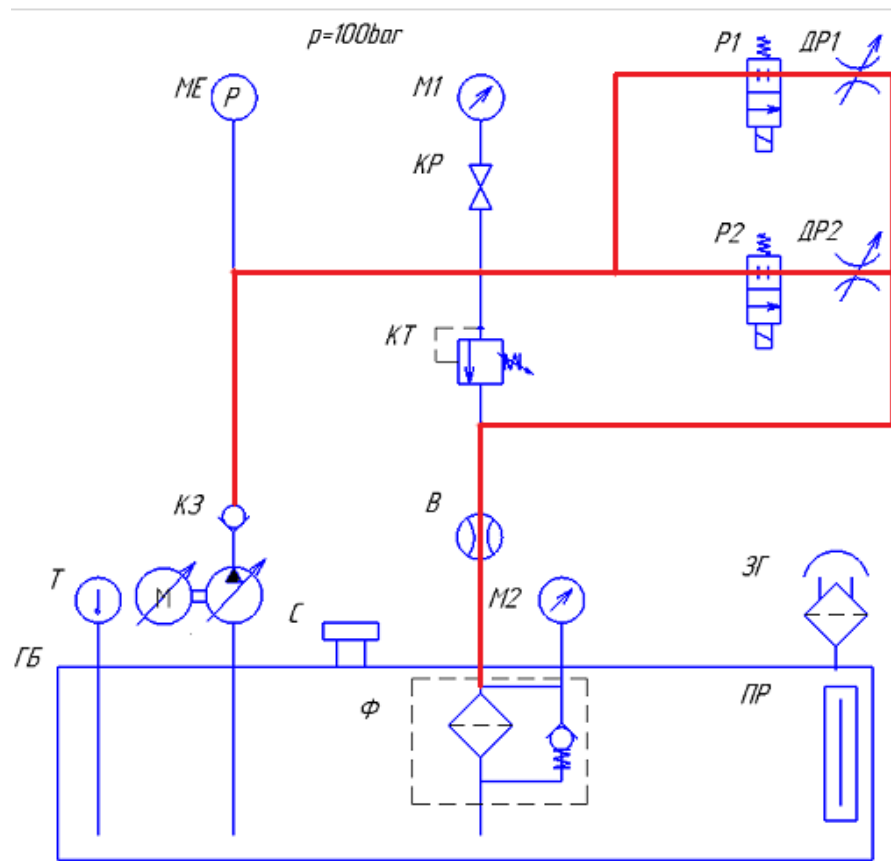


Рис.4.4 Схема руху рідини для знаходження  $Q_{\max}$

4. Наступним кроком є визначення дійсної витрати  $Q_d$  на кожне положення дроселя. Ми увімкнули соленоїд першого розподільника, після його відкриття масло проходило через  $Dp1$ . Початкове положення  $Dp1$  було повністю закрито. Під час досліду ми крутили ручку дроселя проти годинникової стрілки, по поділках які зазначені на ручці самого дроселя. Виставили дросель  $Dp$  в перше положення ручки. На витратомірі знімали дані дійсної витрати. Далі заносили дані до табл.3.9[24]

5.  $Q_t$  знайшли розрахунковим методом. Дані занесли до Табл.4.5-4.9.

$$Q_t = g * n$$

6. Після того як ми знайшли  $Q_d$  і  $Q_t$ , за допомогою формули знаходимо параметр регулювання  $\square$ .

$$\varepsilon = \frac{Q_d}{Q_{max}}$$

7. Розрахувати об'ємний ККД за формулою

$$\eta_o = \frac{Q_d}{Q_t}$$

8.Зробити висновок щодо отриманих залежностей і побудувати графіки.

За отриманими значеннями необхідно побудувати графік залежності об'ємного ККД ( $\eta_{об.}$ ) та параметру регулювання насосу  $\square$ .

Де :  $\alpha$  - положення ручки дроселя (регулятора потоку).

Згідно з проведеними експериментами було виміряно дійсну витрату ріднини в системі при роботі з дроселем (у 10 положеннях ручки) при різних робочих тисках. Результати досліду записані в таблицях.

Дослід з робочим тиском 60 бар.[25]

Результати дослідження витрати при  $P_n=60\text{bar}$  наведені в таблиці 4.5

Таблиця 4.5

Результати дослідження витрати при  $P_n=60\text{bar}$ 

L	Qд	Qmax	$\square$	Qt	$\eta_o$	Pconst.
1	4	35	0,114286	4,64	0,862069	60
2	7	35	0,2	8,12	0,862069	60
3	8	35	0,228571	9,28	0,862069	60
4	8,5	35	0,242857	9,86	0,862069	60
5	9,5	35	0,271429	11,02	0,862069	60
6	10,5	35	0,3	12,18	0,862069	60
7	11,5	35	0,328571	13,34	0,862069	60
8	12,5	35	0,357143	14,5	0,862069	60
9	13,5	35	0,385714	15,66	0,862069	60
10	15	35	0,428571	17,4	0,862069	60

Згідно даних зображених в табл.4.5 було побудовано графік, Рис.4.2 , на якому зображено як змінюється об'ємний ККД залежно від параметру регулювання.

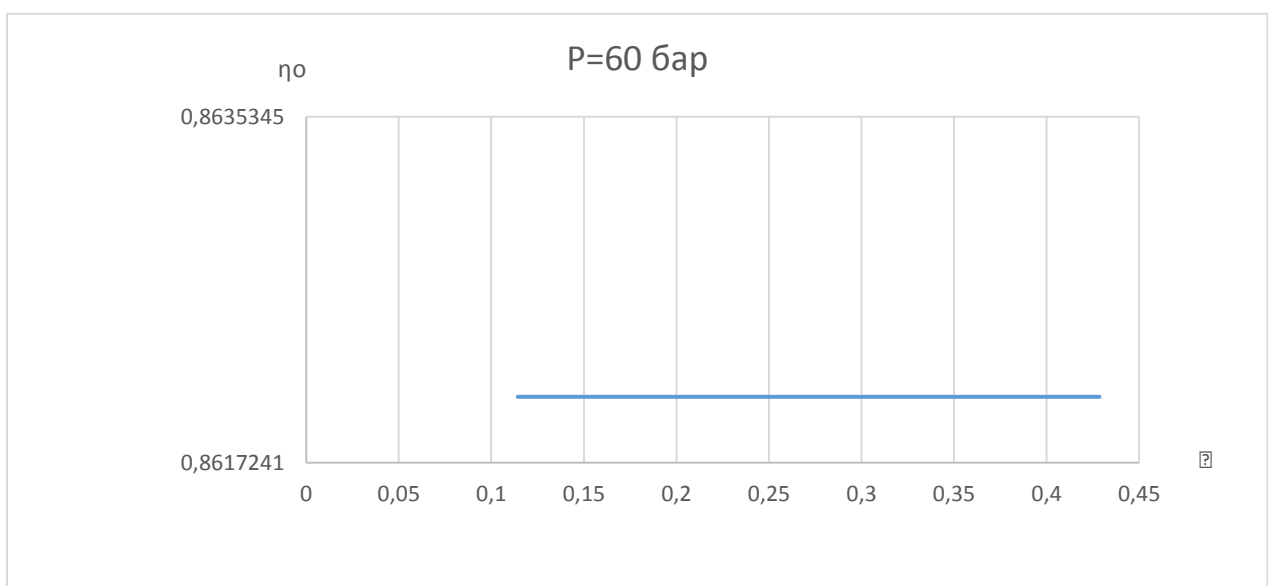


Рис. 4.2 Графік залежності об'ємного ККД від параметру регулювання.

Результати дослідження витрати при  $P_n=70\text{bar}$  наведені в таблиці 4.6

Таблиця 4.6

Результати дослідження витрати при  $P_n=70\text{bar}$ 

L	Qд	Qmax	$\square$	Qt	$\eta_o$	Pconst.
1	5,5	33	0,1667	6,7667	0,8128	70
2	7,5	33	0,2273	9,2273	0,8128	70
3	8,5	33	0,2576	10,458	0,8128	70
4	9	33	0,2727	11,073	0,8128	70
5	10,5	33	0,3182	12,918	0,8128	70
6	11,5	33	0,3485	14,148	0,8128	70
7	12,5	33	0,3788	15,379	0,8128	70
8	13,5	33	0,4091	16,609	0,8128	70
9	15	33	0,4545	18,455	0,8128	70
10	16	33	0,4848	19,685	0,8128	70

Згідно даних зображених в табл.4.6, було побудовано графік, Рис.4.3 , на якому зображено як змінюється об'ємний ККД залежно від параметру регулювання.

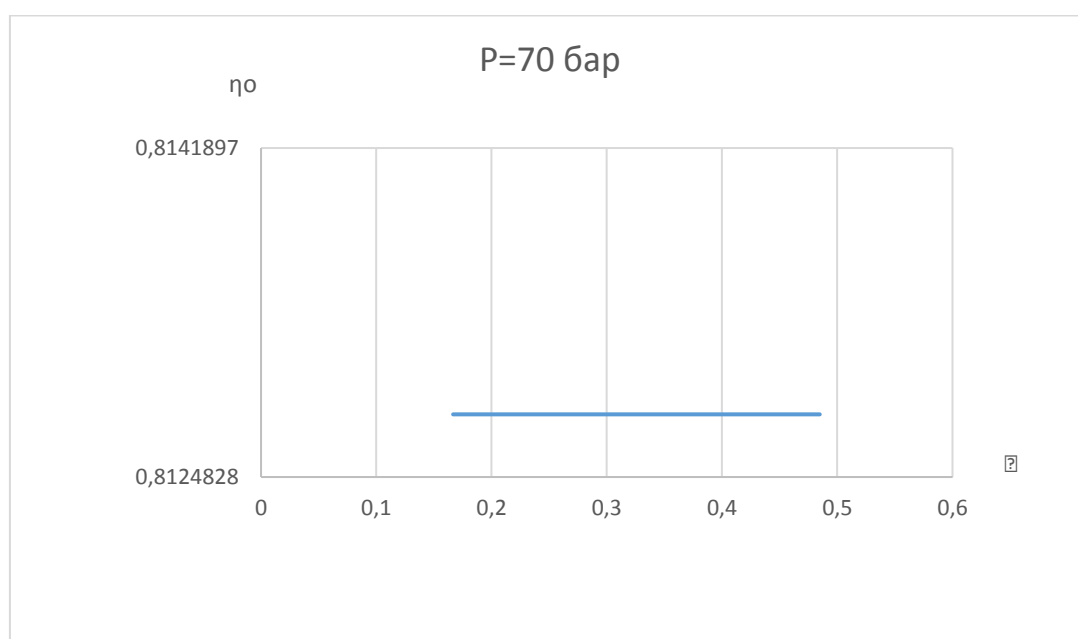


Рис. 4.3 Графік залежності об'ємного ККД від параметру регулювання.

Результати дослідження витрати при  $P_H=80\text{bar}$  наведені в таблиці 4.7

Таблиця 4.7

Результати дослідження витрати при  $P_H=80\text{bar}$

L	Q <sub>д</sub>	Q <sub>max</sub>	$\square$	Q <sub>t</sub>	$\eta_0$	P <sub>const.</sub>
1	5	33	0,151515	6,151515	0,812808	80
2	7,5	33	0,227273	9,227273	0,812808	80
3	8	33	0,242424	9,842424	0,812808	80
4	9,5	33	0,287879	11,68788	0,812808	80
5	10,5	33	0,318182	12,91818	0,812808	80
6	12	33	0,363636	14,76364	0,812808	80
7	13	33	0,393939	15,99394	0,812808	80
8	13,5	33	0,409091	16,60909	0,812808	80
9	16	33	0,484848	19,68485	0,812808	80
10	17	33	0,515152	20,91515	0,812808	80

Згідно даних зображених в табл.4.7, було побудовано графік, Рис.4.4 , на якому зображено як змінюється об'ємний ККД залежно від параметру регулювання.

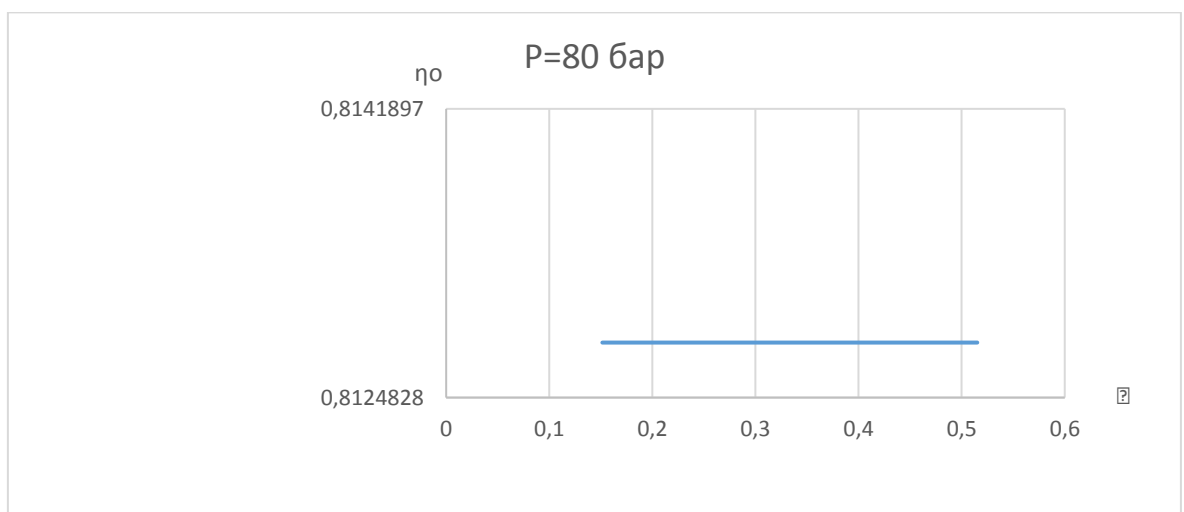


Рис. 4.4 Графік залежності об'ємного ККД від параметру регулювання.

Результати дослідження витрати при  $P_n=90\text{bar}$  наведені в таблиці 4.8

Таблиця 4.8

Результати дослідження витрати при  $P_n=90\text{bar}$

L	Qд	Qmax	$\square$	Qt	$\eta_o$	Pconst.
1	6	33	0,181818	7,381818	0,812808	90
2	8	33	0,242424	9,842424	0,812808	90
3	9,5	33	0,287879	11,68788	0,812808	90
4	9,5	33	0,287879	11,68788	0,812808	90
5	11,5	33	0,348485	14,14848	0,812808	90
6	11,5	33	0,348485	14,14848	0,812808	90
7	14,5	33	0,439394	17,83939	0,812808	90
8	14,5	33	0,439394	17,83939	0,812808	90
9	14,5	33	0,439394	17,83939	0,812808	90
10	15	33	0,454545	18,45455	0,812808	90

Згідно даних зображених в табл.4.8, було побудовано графік, Рис.4.5, на якому зображено як змінюється об'ємний ККД залежно від параметру регулювання.

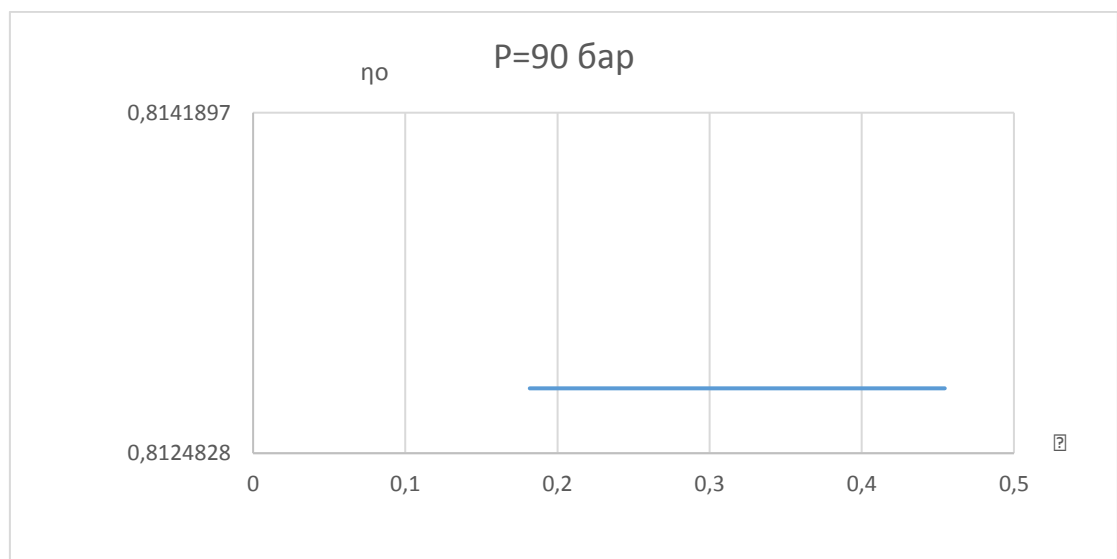


Рис. 4.5 Графік залежності об'ємного ККД від параметру регулювання.

Результати дослідження витрати при  $P_n=100\text{bar}$  наведені в таблиці 4.9

Таблиця 4.9

Результати дослідження витрати при  $P_n=100\text{bar}$

L	Qд	Qmax	$\square$	Qt	$\eta_o$	Pconst.
1	5,5	35,5	0,15493	6,290141	0,874384	100
2	8	35,5	0,225352	9,149296	0,874384	100
3	9	35,5	0,253521	10,29296	0,874384	100
4	9,5	35,5	0,267606	10,86479	0,874384	100
5	11,5	35,5	0,323944	13,15211	0,874384	100
6	12	35,5	0,338028	13,72394	0,874384	100
7	14	35,5	0,394366	16,01127	0,874384	100
8	14,5	35,5	0,408451	16,5831	0,874384	100
9	14,5	35,5	0,408451	16,5831	0,874384	100

Згідно даних зображених в табл.4.9, було побудовано графік, Рис.4.6, на якому зображено як змінюється об'ємний ККД залежно від параметру регулювання.

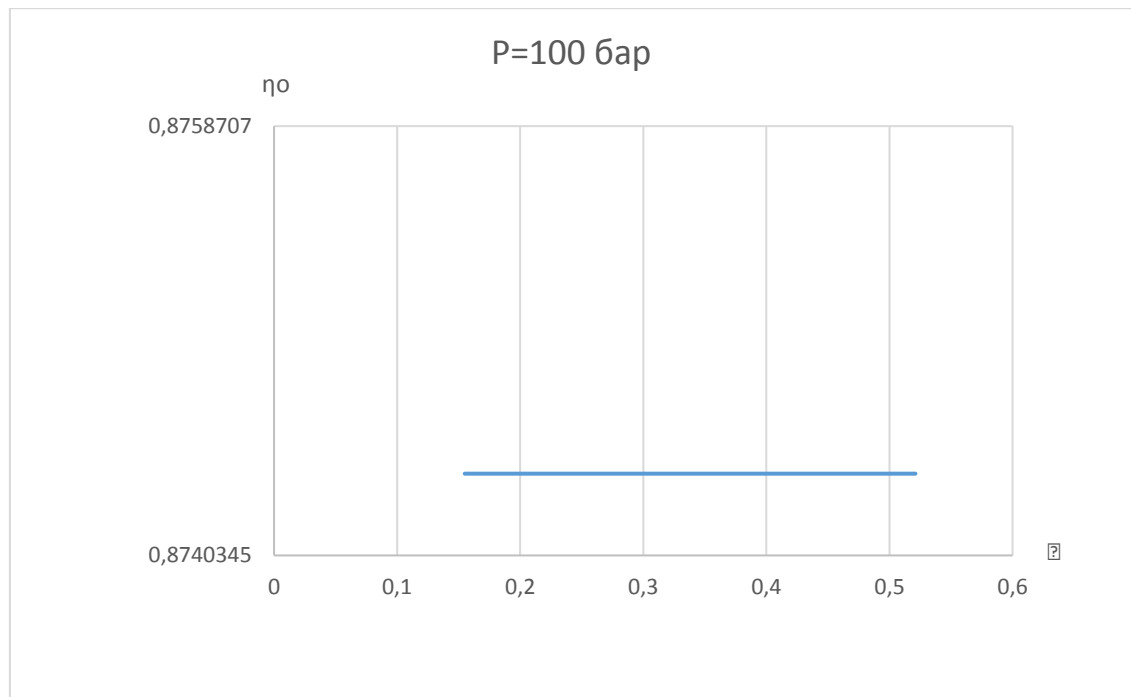


Рис. 4.6 Графік залежності об'ємного ККД від параметру регулювання.

**Висновок:** Даний насос, PVC1 характерний тим, що в його конструкцію входить спеціальна система LS керування, вона слугує для регулювання витрати, що власне і робить цей насос регульованим. Саме ця конструкційна особливість дозволяє підтримувати ККД насосу постійним не залежно від зміни параметру регулювання, саме це ми і відобразили на графіках.[10],[11],[25]

### 4.3 Дослідження витратної характеристики насоса, при різних значеннях сигналу керування

Мета досліджу: відслідкувати роботу системи насоса яка слідує за підтримкою постійної витрати при зміні робочого тиску при і при постійному навантаженні, яке імітується дроселем, ДР1. Побудувати графіки залежностей.

#### Хід роботи

1. Увімкнули живлення системи.
2. Увімкнули Р1, щоб робоча рідина проходила до Др2. Др2 в початкове положення повністю закрутили. Схема процесу зображена на рис.4.5[26]

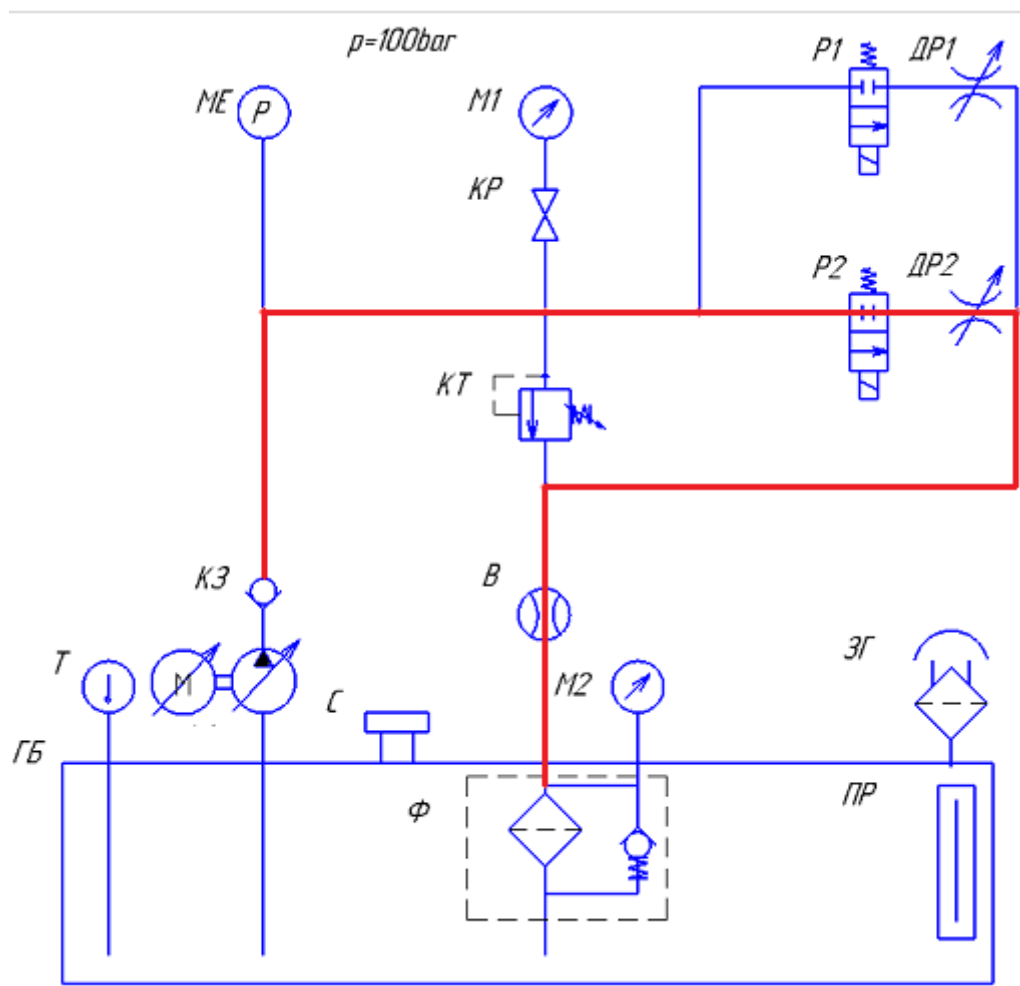


Рис.4.5 Схема руху рідини

3. Далі, ми за допомогою шестигранного ключа налаштували робочий тиск в системі , при цьому дивились на  $M1$  і чекали доки виставиться потрібне нам значення. На кожне положення дроселя нам потрібно було налаштувати систему на такі тиски (60.70.80.90.100 бар). Позичій дроселя на одну лабораторну 10.[26],[10]

3.Після налаштування тиску, ми відкрили ручку дроселя  $Dp1$ , на одну поділку.

4. Наступним кроком було визначення дійсної витрати. Значення дійсної витрати на даному тиску ми знімали з витратоміра.

4.В кінці лабораторної роботи зробили висновок щодо отриманих даних і на їхній основі побудували графіки.

На даному етапі, дослід проводиться при першій позиції положення дроселя  $\Delta L.1$ [26]

Після того як всі отримані ми занесли до таблиці 4.11, на основі цих даних ми побудували графік на якому зображено як змінюється витрата при зміні робочого тиску рис.4.7.

Таблиця 4.11

Результати дослід при позиції дроселя  $L=1$ 

Qд	Рупр	Lconst.
5	60	1
5	65	1
5	70	1
5	75	1
5	80	1
5	85	1
5	90	1
5,5	9	1
5,5	100	1

Після заповнення таблиці 4.11, на основі отриманих даних будемо графік, на якому зображуємо як поводить себе витрата насоса при зміні робочого тиску, якщо положення дроселя дорівнює 1 ( $\Delta L.=1$ ) рис.4.7.

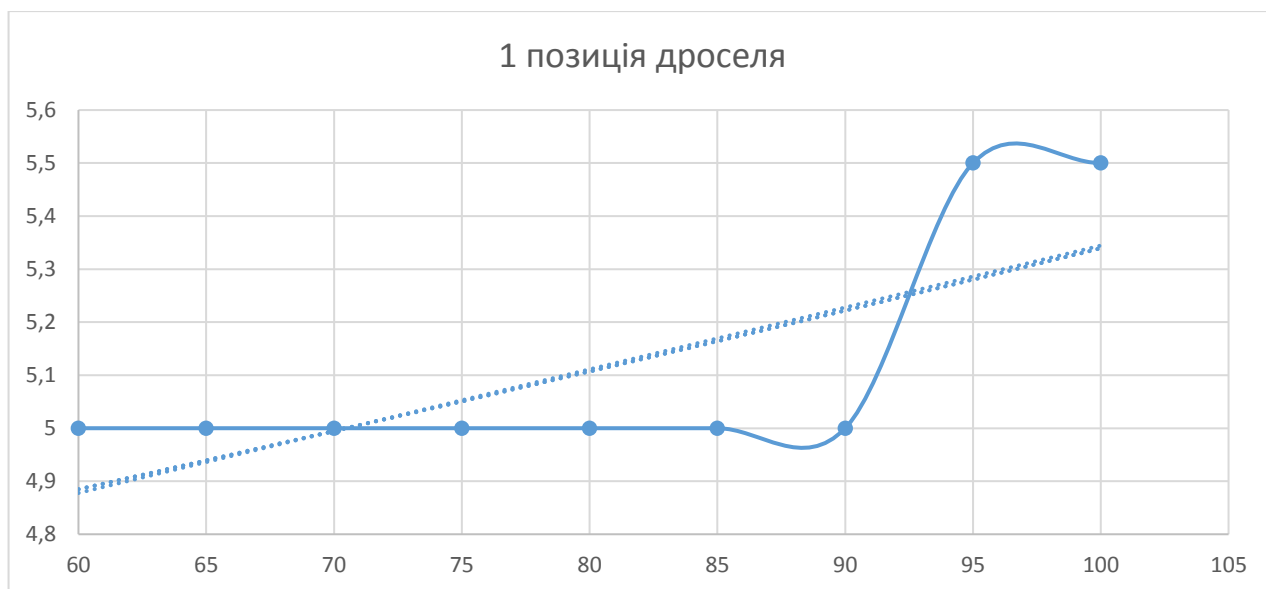


Рис.4.7 Зображення зміни витрати при зміні робочого тиску в системі  
На даному етапі, дослід проводиться при першій позиції положення дроселя  $\Delta L.2$

Таблиця 4.12

Результати дослідів при позиції дроселя  $L=2$

Qд	Рупр	$\Delta L_{const.}$
7	60	2
7	65	2
7,5	70	2
7,5	75	2
7,5	80	2
7,5	85	2
7,5	90	2
7,5	95	2
8	100	2

Після заповнення таблиці 4.12, на основі отриманих даних будемо графік, на якому зображуємо як поводить себе витрата насоса при зміні робочого тиску, якщо положення дроселя дорівнює 1 ( $\Delta L.=2$ ) рис.4.8.

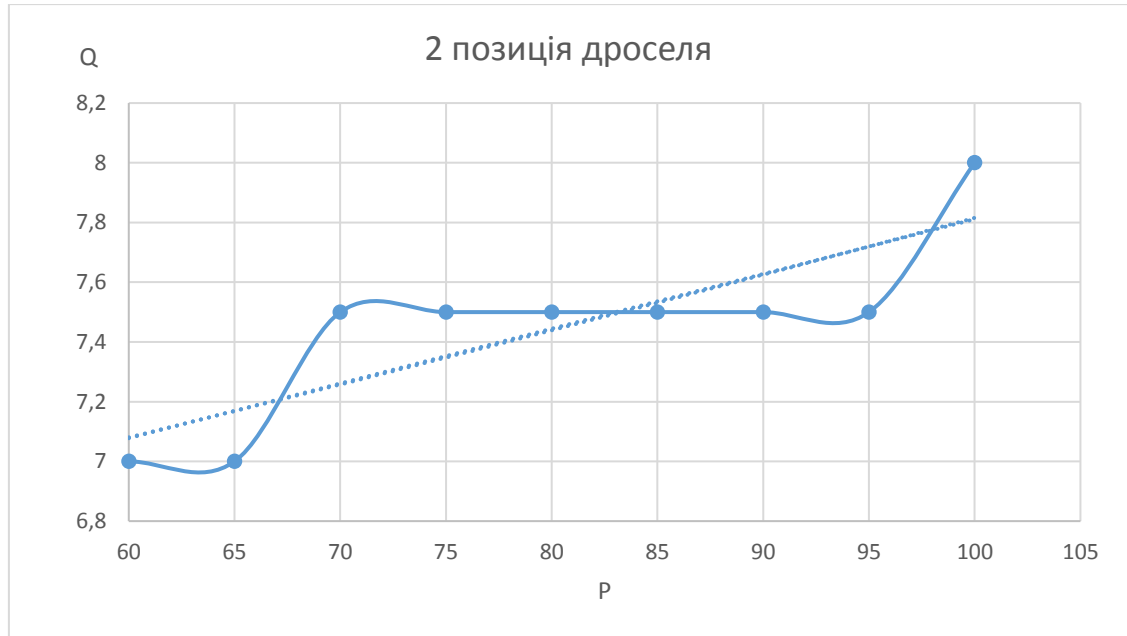


Рис.4.8 Зображення зміни витрати при зміні робочого тиску в системі  
На даному етапі, дослід проводиться при першій позиції положення дроселя  $\Delta L.3$

Таблиця 4.13

Результати дослідів при позиції дроселя  $L=3$

Qд	Pупр	$\Delta L_{const.}$
7	60	3
7,5	65	3
8	70	3
8	75	3
8	80	3
8,5	85	3
8,5	90	3
8,5	95	3
8,5	100	3

Після заповнення таблиці 4.12, на основі отриманих даних будемо графік, на якому зображуємо як поводить себе витрата насоса при зміні робочого тиску, якщо положення дроселя дорівнює 1 ( $\Delta L.=3$ ) рис.4.9.[10],[11]

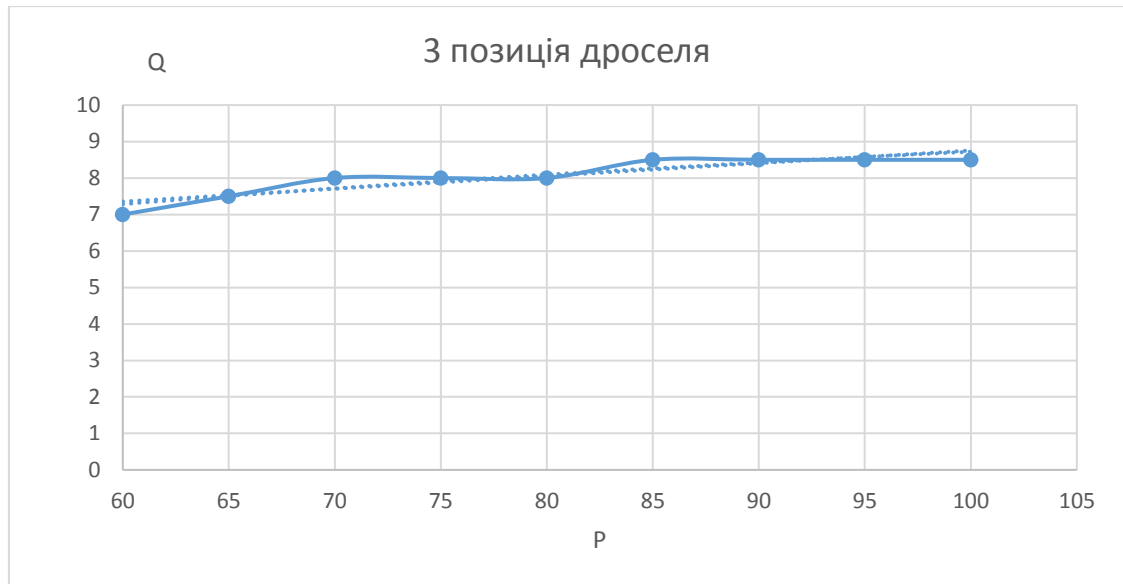


Рис.4.9 Зображення зміни витрати при зміні робочого тиску в системі  
На даному етапі, дослід проводиться при першій позиції положення дроселя  $\Delta L.4$

Таблиця 4.13

Результати дослідів при позиції дроселя  $L=4$

Qд	Рупр	$\Delta L_{const.}$
8	60	4
8,5	65	4
9	70	4
9,5	75	4
9,5	80	4
9,5	85	4
9,5	90	4
9,5	95	4
9,5	100	4

Після заповнення таблиці 4.13, на основі отриманих даних будемо графік, на якому зображуємо як поводить себе витрата насоса при зміні робочого тиску, якщо положення дроселя дорівнює 1 ( $\Delta L.=4$ ) рис.4.10

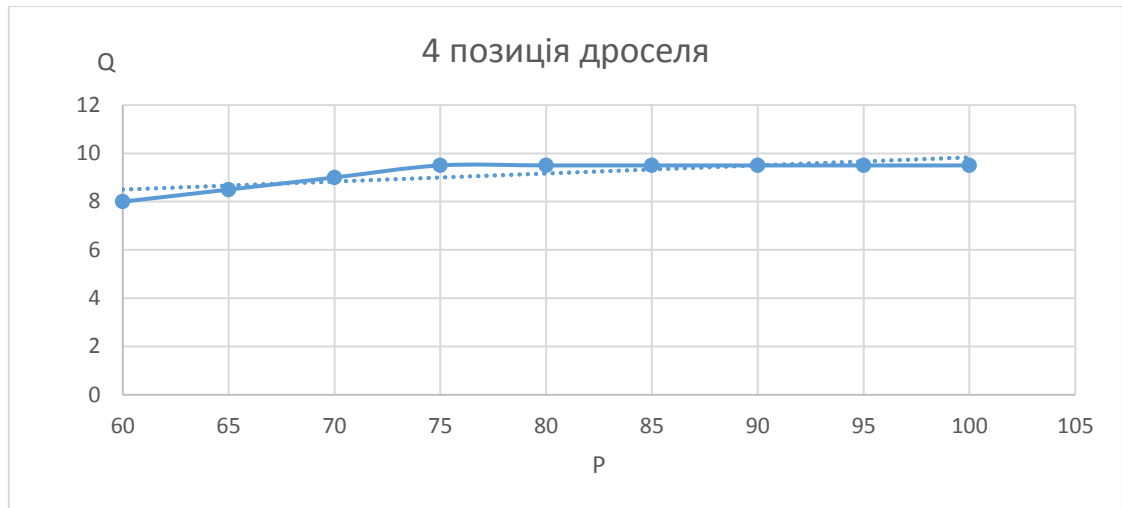


Рис.4.10 Зображення зміни витрати при зміні робочого тиску в системі  
На даному етапі, дослід проводиться при першій позиції положення дроселя  $\Delta L.5[25]$

Таблиця 4.14

Результати дослід при позиції дроселя L5

Qд	Рупр	$\Delta L_{const.}$
9	60	5
9	65	5
9	70	5
9	75	5
9,5	80	5
9,5	85	5
9,5	90	5
9,5	95	5
9,5	100	5

Після заповнення таблиці 4.14, на основі отриманих даних будемо графік, на якому зображуємо як поводить себе витрата насоса при зміні робочого тиску, якщо положення дроселя дорівнює 1 ( $\Delta L.=5$ ) рис.4.11[25]

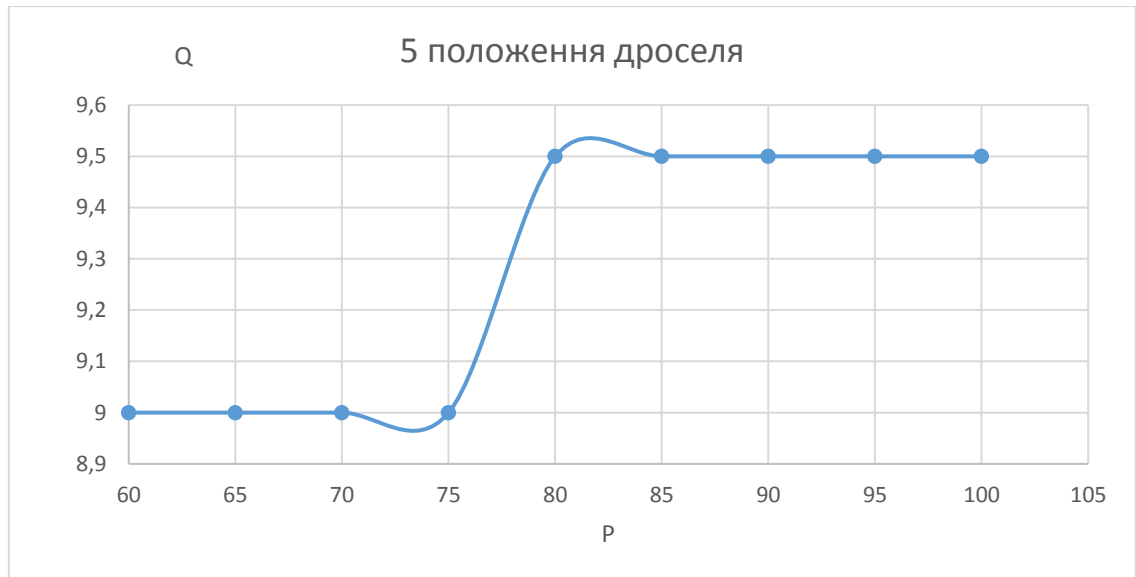


Рис.4.11 Зображення зміни витрати при зміні робочого тиску в системі

Після того як ми провели дослід на всіх 5 позиціях дроселя, на основі даних за всі 5 позицій дроселя, будемо один спільний графік, на якому зображуємо зміну витрати рідини при мінімальному, максимальному і середньому значенні тиску. Це потрібно для того щоб можна було візуально оцінити і відслідкувати перепад витрати між різними тисками.[10]

**Висновок:** Так як наш насос, а саме PVC1, належить до типу регульованих насосів, то логічним висновком є те що, витратна характеристика насоса є змінна. [25]Тобто, насос при кожній зміні імітуючого сигналу, в нашому випадку цим сигналом виступає дросель, підлаштовується під нове навантаження, і відповідно змінює робочу витрату. Саме це ми експериментально і довели, саме цю картину можна спостерігати на графіку який зображений на рис.4.12.[26]

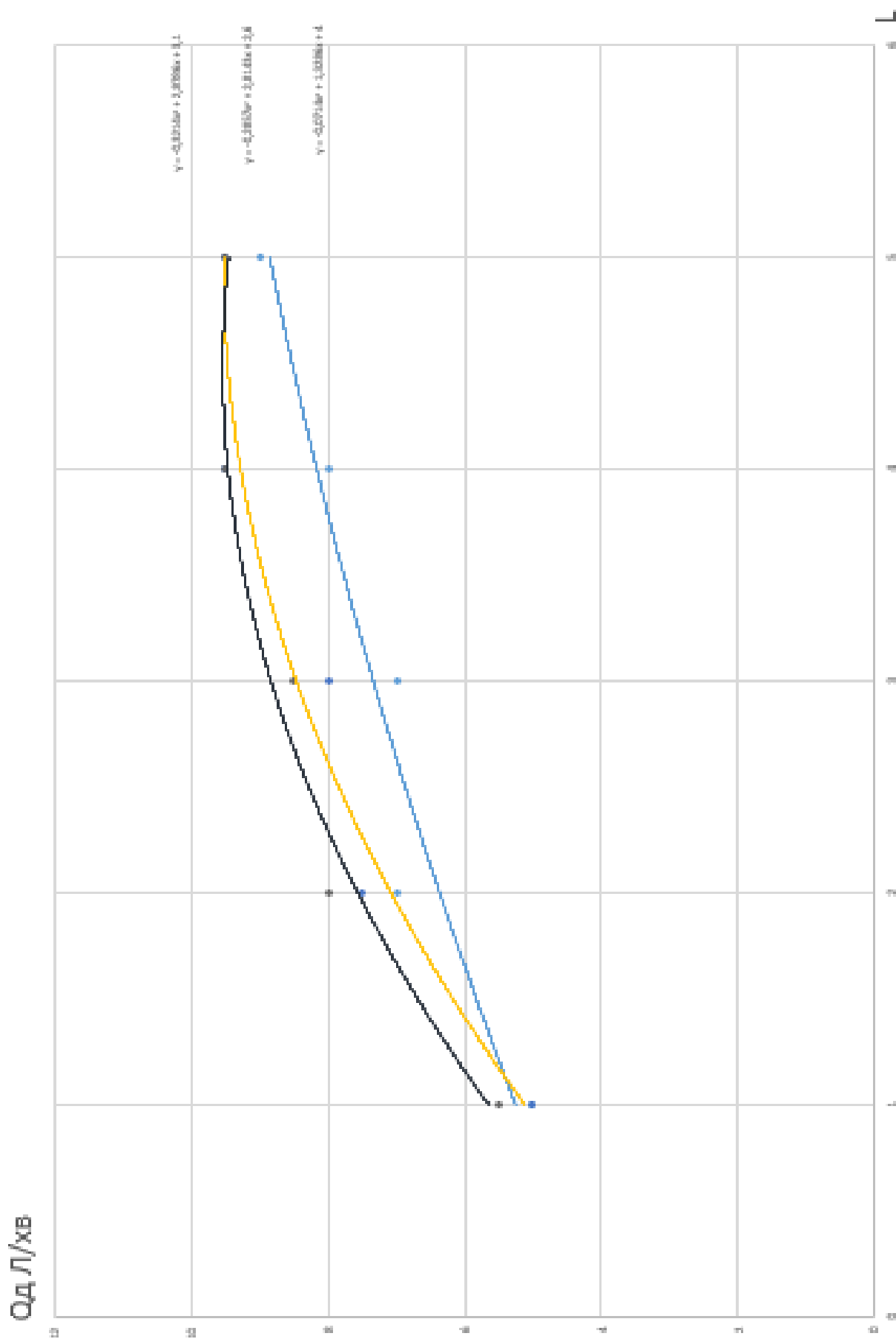


Рис.4.12 Загальний графік залежності об'ємного ККД від параметру регулювання.

### Висновки по розділу

Експериментальним шляхом нами було підтверджено, що методика проведення лабораторних робіт яка наведена в розділі 3, цілком і повністю підходить під цей стенд. [24] Але виявлена невелика розбіжність кінцевих даних. Це обумовлене тим, що досліди виконувались в різних температурних діапазонах. В подальшому я б рекомендував враховувати цей аспект при проведенні лабораторних робіт.[10]

## РОЗДІЛ 5. СТАРТАП-ПРОЕКТ

На сьогоднішній день професія інженера потрібна як ніколи. Саме тому ВНЗ стараються покращити методи навчання студентів.[27] Один із таких методів, це метод застосування теоретичних знань на практиці, а саме проведення лабораторних робіт в спеціалізованих лабораторіях Рис.5.1. Саме на таких лабораторних можна здобути основний відсоток знань по тому чи іншому предмету.[31]



Рис 5.1 Навчальна лабораторія

Гідравлічний стенд – обладнання без якого не проходить жодне ефективне випробування гідравлічних систем, агрегатів, окремих елементів.[28] Необхідність гідравлічних стендів полягає у випробуваннях для неруйнуючого контролю агрегатів, вузлів, технологічних систем, в роботі котрих використовується високий тиск . Навіть ідеально теоретично розрахована система, гідропривід, або інший агрегаст вимагає практичного випробування та

тестування. [30]Тільки так можна зрозуміти як об'єкт поводитиме себе у робочих і критичних умовах.

Але недоліком таких стендів є те що, вони застарілі, проведення лабораторних робіт на таких стендах з кожним разом стає все проблематичніше. Внаслідок цього і падає рівень кваліфікації студентів, тому що під час навчання студент зазвичай працює з обладнанням якому більше 10 років. Після випуску його зустрічають реалії, а саме зустріч із сучасним обладнанням Рис.5.2.[15]



Рис 5.2 Стенд для зняття характеристик з гідравлічного обладнання.

Враховуючи зазначене вище актуальність проекту не викликає сумніву.

Тому метою мого дипломного проектування було створення лабораторного стенду для випробування регульованої аксіально поршневої машини, і структуризація дослідів які можна проводити на цьому стенді.

## 5.1 Опис ідеї проекту

Ідея проекту лежить у тому, щоб застосовувати нове обладнання для створення таких стендів [27] В цьому проекті розглянута послідовність взаємокорисних зв'язків що надає змогу отримати корисний результат як розробникам обладнання, заводам що використовують обладнання, так і користувачеві цього продукту, а також навчальному закладу та науковцям, які матимуть змогу експериментувати за рахунок інвестицій гідравлічне обладнання, як його розробники та налаштувачі.[29]

Таблиця 5.1.

### Ідея проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Замінити застарілі стенди на нові більш сучасні.	Навчання студентів ВНЗ	Зміцнення теоретичної базистудентів.
	Підвищення кваліфікації на спец-курсах	Покращення рівня знань спеціалістів. Ознайомлення із новітнім обладнанням

До сильних сторін запропонованого проекту можна віднести:[31]

- Універсальність. На стенді можна проводити декілька лабораторних робіт.
- Безпека. В системі електромагнітні котушки мають потужність 24В
- Ефективність – ККД системи порядку 0.8, що є надзвичайно великий показник, проти старих систем, де найвищий ККД досягав 0.32
- Простота конструкції.. [30]

## 5.2 Технології застосовані в проекті

Під час створення проекту були застосовані такі технології як:

Газозварювання. ГОСТ 14771-76.[15]

Технологія обжиму гідравлічних шланг ГОСТ 6286-73[15]

Найголовніша технологія, що була використана в проекті, - це насосний агрегат зображений на (рис 5.3).



Рис 5.3. Насосний агрегат

Усі необхідні ресурси для виготовлення насосного агрегату представлені на ринку, та існує можливість використання аналогів основних компонентів за певних умов.

### 5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску проекту

За таблиці 5.2 видно, що за попереднім оцінюванням є ринок привабливим для входження.[29]

Таблиця 5.2

#### 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
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	<p>ДСТУ 2212:2003. Цей стандарт установлює українські терміни та визначення понять стосовно виробництва гідравлічного обладнання.</p> <p>Вимоги стандарту чинні для застосування у роботі підприємств, установ, організацій усіх форм власності, що діють на території України, технічних комітетів стандартизації, науково-технічних та інженерних товариств, міністерств (відомств).</p>
	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	17,9%

Компанія замовник – НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського

Проведімо аналіз ринкового середовища: складемо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому

перешкоджають (табл. 5.3). Фактори в таблицях подані в порядку зменшення значущості.[27]

Таблиця 5.3

## 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 стендів або додаткове фінансування
2	Нестійкість політичної та економічної ситуації в країні	Можлива криза внаслідок якої припиниться фінансування	Зупинка фінансування, закриття проекту
1	Підвищення ефективності циклу переробки	Скоротити витрати на оренду приміщень та використання обладнання.	Повний перехід НЗ на новий тип стендів.
2	Покращення якісних показників	Збереження вітаміну С, Підвищена усвояємість.	Повний перехід НЗ на новий тип стендів.

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. [30]Із цього робимо прогнозування ймовірних ризиків виходячи із різних типів конкуренції та результуючих дій. Після повного обзору конкуренцій переходимо далі (табл. 5.5).[31]

Таблиця 5.5

## Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Чиста конкуренція	Присутньо більше 40 виробників, при цьому ринок поділено між ними майже однаково	Зменшення собівартості та підвищення якості, компанія завоює більшу частин ринку
2. За рівнем конкурентної боротьби	Міжнародна	Міжнародна конкуренція сприяє переливанню капіталів і товарів між різними державами, забезпечує збалансований розвиток світового ринку і світового господарства.
3. За галузевою ознакою - міжгалузєва/ внутрішньогалузєва	внутрішньогалузєва	Наслідком внутрішньогалузєвої конкуренції є впровадження досягнень науки і техніки, зниження витрат виробництва, підвищення якості продукції.
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова - товарно-видова - між бажаннями	товарно-родова	На ринку виготовлення таких стендів ведеться конкурентна боротьба з іншими типами лабораторних стендів
5. За характером конкурентних переваг - цінова / нецінова	Нецінова	Головною конкурентною перевагою є унікальність схеми.
6. За інтенсивністю - марочна/не марочна	Марочна	ситуація на ринку, де компанія розглядає як своїх конкурентів компанії, що пропонують подібний продукт тим же цільовим покупцям

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (табл. 5.6).

Таблиця 5.6[29]

## Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	На ринку спостерігається тенденція до скорочення кількості підприємств і посилення конкуренції на ринку.	Бар'єри входу на ринок є доволі значними. Вартість організації бізнесу з виробництва стендів сягає 500 тис. дол. Обов'язковою є сертифікація продукції.	Існує чітка залежність від постачальників в якості продукції, так і можливих обсягів її виробництва.	Споживачі мають широку географію. Бізнес має постійний характер. Зимою необхідно заохочувати додаткові ресурси.	Відсутні
Висновки:	Має місце інтенсивна конкурентна боротьба з боку прямих конкурентів	Можливість входу на ринок низька.	Постачальники диктують умови на ринку за рахунок якості та обсягів виробництва	Клієнти диктують умови на ринку через згоду/незгоду купувати обладнання	Відсутні

На основі аналізу конкуренції, проведеного вище в (табл. 5.6), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 4.1), вимог споживачів до товару (табл. 5.2) та факторів маркетингового середовища (табл. 5.4 - 5.5) визначається

та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюємо за табл. 5.7.[31]

Таблиця 5.7

## Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Унікальність позиціонування	В умовах чистої конкуренції, коли фактор ціна/якість є ключовим засобом ведення конкурентної боротьби, важливим є створення та підтримання унікального лабораторного стенду що створює певний захист від конкурентних зіткнень.
2	Ціна	Оскільки лабораторний стенд є товаром не постійної покупки при тому, що споживач має високу цінову чутливість, ціна на товар є одним з засобів ведення конкурентної боротьби. Тому чим вигіднішою є ціна для споживача, тим вірогідніше його вибір.
3	Репутація виробника	За рахунок того, що в світі популяризація концепції поширення технічних спеціальностей це робить величезний вплив на розвиток різних сегментів промисловості, споживач при виборі нашого продукту керується також впливом технології на світовий ринок праці. Це важливо при виході на ринок з новими товарами, або при виході на нові сегменти, що полегшує позитивне сприйняття новинок.

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 5.7) проводитимемо аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл.5.8).[30]

Таблиця 5.8

## 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
Інноваційність	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) (табл. 5.9) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 5.8).[30]

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. [31]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.[28]

Таблиця 5.9

## SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Інноваційність;</li> <li>2. Покращення техніко-економічних показників підприємства</li> <li>3. Скорочення технологічного циклу;</li> <li>4. Висока ефективність</li> <li>5. Висока якість продукту</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не мультизадачність</li> </ol>

<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Можливість поєднати теоретичну базу з практичною</li> <li>2. Можливість збільшення вступників НЗ</li> </ol>	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перевищення бюджету внаслідок появи непередбачених робіт</li> </ol>
--	---

На основі SWOT-аналізу обираємо SO стратегію виходу на ринок. Це обумовлене великою кількістю сильних сторін та можливостей.[29]

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 5.10).[27]

Таблиця 5.10.

## Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Використання засобів стимулювання збуту на технологічних виставках та конференція для збільшення продаж товару <i>(більш глибоке проникнення на ринок)</i>	Дозволяє суттєво збільшити обсяги продаж. Потребує маркетингових витрат, спланованих та координованих дій	0,5 року
2	Впровадження індивідуального підходу до кожного замовника <i>(розвиток товару)</i>	Можливість залучення нових споживачів. Потребує значних капіталовкладень на розробку та виведення на ринок	1 рік
3	Збільшення представленості в різних регіонах <i>(розвиток ринку)</i>	Можливість розширення охоплення цільової аудиторії.	4 роки

Враховуючи ймовірність отримання ресурсів та найкоротші строки реалізації, обрано першу альтернативу[30]

#### 5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 5.11).[31]

Таблиця 5.11.

#### Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Навчальні заклади	+	високий	низька	середня
2	Заводи	+	низький	середня	середня
Які цільові групи обрано: обрана перша група потенційних споживачів					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) визначена стратегія охоплення ринку: компанія працює із всім ринком, пропонуючи стандартизовану програму (включно із характеристиками товару/послуги), значить використовується диференційований маркетинг.[27],[28]

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувавши базову стратегію розвитку (табл. 4.12).

Таблиця 5.12

## Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Розвиток ринку	Масовий маркетинг	Високі витрати створюють бар'єр входу для нових конкурентів	Стратегія лідерства по витратах
2	Розвиток товару	Диференційований маркетинг	Відмітні властивості товару і завойована прихильність клієнтів захищають фірму і від товарів-замінників	Стратегія диференціації
3	Більш глибоке проникнення на ринок	Концентрований маркетинг	Задоволення потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти	Стратегія спеціалізації

На основі таблиці 5.12 обрана базова стратегія розвитку - стратегія диференціації.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл.5.13).

Таблиця 5.13

## Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	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?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Так	Так	Ні	Стратегія лідера
2	Ні	Так	Ні	Стратегія виклику лідера
3	Ні	Ні	Так	Стратегія наслідування лідеру
4	Так	Ні	Ні	Стратегія заняття конкурентної ніші

На основі таблиці 5.13 стратегія конкурентної поведінки - стратегія лідера.

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 5.1), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 5.11) та стратегії конкурентної [27] поведінки (табл. 5.12) розробляється стратегія позиціонування (табл. 5.14), що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.[30]

Таблиця 5.14

## 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	Доступна ціна	Стратегія лідерства по витратах	Використання методу ціноутворення на основі аналізу беззбитковості	Доступність, масштабність, досвід
2	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)
3	Відмінні властивості продукту	Стратегія диференціації	Посилити використання таких конкурентних переваг як унікальне позиціонування та рівень диференціації	Відмінність, незамінність, новації
4	Задоволення конкретних потреб	Стратегія спеціалізації	Стимулювати збут та засоби торгового маркетингу в межах вибраного сегменту	Індивідуальність, локальність, низька ринкова доля

## 5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування *маркетингової концепції* товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 5.15 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.[30]

Таблиця 5.15.

## Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Покращення ефективності навчального процесу	Зменшення витрат на роботу обладнання	Інноваційність технології
2	Покращення якісних показників	Збільшення якості, зменшення собівартості	Збільшення усваяємості , зменшення витрат на обробку

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субститутути, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 5.16). Аналіз проводиться експертним методом.[30]

Таблиця 5.16.

## Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
100-150 тис. грн.		6 млн грн	200 тис. грн

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл.5.17):

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;

- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.15

## . Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Характерно для наукомістких галузей зі специфічним і (або) дорогим товаром, який може бути придбаний обмеженим числом споживачів, які	Просування на ринок подібних продуктів в рамках даної системи збуту не вимагає будь-якої широкої реклами. Швидше	Канал нульового рівня	Канал складається з виробника, який продає свій товар безпосередньо споживачам (через відділ збуту, збутові
Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
потребують специфічних компонентах для свого специфічного фінального продукту (машинобудування з виробництвом за індивідуальними замовленнями або дрібними серіями).	потрібно одного разу з'ясувати, хто з потенційних покупців інновацій може в них потребу і яка поточна платоспроможність даного клієнта.		філії, мережу фірмових магазинів, посылкову торгівлю тощо)

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 5.18).[31],[29]

Таблиця 5.18

## . Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Наукомісткі галузі зі специфічним і (або) дорогим товаром, який може бути придбаний обмеженим числом споживачів	Включають в себе пряму поштову розсилку, замовлення по друкованим каталогам і продаж в режимі он-лайн.	Конкурентне позиціонування, яке базується на демонстрації переваг товарів підприємства над товарами конкурентів.	Отримати можливість у кілька разів збільшити обсяг продажу своїх товарів	Головними елементами структури реклами є тема реклами і девіз рекламної кампанії.

## 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 обладнання для обробки молока.

Даний ринок є привабливим для входження через інноваційність продукту. 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 \$248000.

Отже, має місце доцільність подальшої імплементації проекту.

## РОЗДІЛ 6 . ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі аналізуються умови праці при експлуатації гідравлічних систем на навчальних стендах що розміщені 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.[15]

### 6.1. Санітарно - гігієнічна характеристика аудиторії.[15]

Табл. 6.1

#### Загальна площа приміщення

Розміри ділянки	8м x 9м
Площа	72 м <sup>2</sup>
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

Табл. 6.2

## 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 =  $72 \text{ м}^2$

Обсяг:  $V$  аудиторії =  $72 \times 3 = 216 \text{ м}^3$

Площа приміщення на одну людину розраховується за формулою:

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

Обсяг, 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 табл. 6.3.

Табл. 6.3

## Дані розмірів ділянки на одного працівника

Параметр	Нормативне значення	Фактичне значення
Площа	Не менш $4.5 \text{ м}^2$	$18 \text{ м}^2$
Об'єм	Не менш $15 \text{ м}^3$	$54 \text{ м}^3$
Висота	Не менш 3 м	3 м

Табл.6.4

## 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"> <li>• Організація робочого місця відповідно до вимог 100%</li> <li>• Режим праці і відпочинку 100%</li> <li>• Дотримання правил технічної безпеки</li> <li>• Проведення планово-попереджувальних оглядів 100%</li> </ul>

## 6.2. Оцінка небезпечних і шкідливих виробничих факторів[15]

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори відповідно до ГОСТ 12.0.003-74, що є в данній лабораторії наведені в табл. 6.5.

Табл. 6.5

## Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

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

## 6.3 Шум

Табл.6.6

## Джерела шуму та їх наслідки

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

Значення рівнів звуку і шуму по ДСН.3.3.6.037-99 наведені в табл.6.6

Табл.6.7

## 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 Табл.6.8.

Табл.6.8

## Заходи та засоби захисту від шуму

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

#### 6.4. Електробезпека [15]

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 табл. 6.9-6.11.

Табл. 6.9

#### 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"> <li>• Опіки живих тканин</li> <li>• Поранення</li> </ul>	Вихід з ладу, псування внутрішніх елементів і деталей корпусу
Вентилятор		
Розетки та вимикачі		

Табл. 6.10

#### Параметри споживачів напруги

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

Табл.6.11

## 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 0.00-1.32-99.

## 6.5. Пожежна безпека[15]

Цех відповідно до ОНТП 24-86 можна віднести до категорії «Г» з вибухопожежної небезпеки, робоча зона приміщення згідно з ПУЕ відноситься до класу П-ІІ за пожежною безпекою Табл.6.12.

Табл.6,12

## Джерела і наслідки пожежної небезпеки

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

		• Загроза життю людей
--	--	-----------------------

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  $40 \text{ м}^2$ .

6.6. 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-вимірвальна 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)

$$\Delta P_{\Phi} = \frac{262}{\sqrt{1+7.66 \times 10^{-5} \frac{L}{Q} - 1}} = \frac{262}{\sqrt{1+7.66 \times 10^{-5} \frac{1000}{200} - 1}} = 13 \text{кПа} \quad (6.1)$$

- 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-вимірної 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.[15]

#### 6.7. Вказівки щодо роботи за стендом

- Випробувальний стенд повинен забезпечувати безпеку персоналу при монтажі

(демонтажі) маслonaсоса 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 маслonaсоса. 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.

## Висновки по розділу

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 пожежної безпеки відповідно до вимог НАПБ.А.01.001 95 «Правила пожежної безпеки».

Робимо висновок, що умови праці в лабораторії є оптимальними.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Існує велика кількість виробників, які займаються безпосередньо виготовленням дидактичних стендів. Кожен із цих стендів зазвичай створюється під одне зосереджене завдання. [3]

Саме тому я поставив собі за ціль створити стенд, на якому можна було б, знання по об'ємним машинам використати на практиці. Була проведена робота по створенню гідравлічної схеми, проектування рами і підбір робочого обладнання.

За підтримки компаній Hydraulic Line і Hansa Flex був створений стенд для зняття характеристик з аксіально-поршневого насосу

В другому розділі були представлені всі комплектуючі стенду, їхні параметри та характеристики.

Проведена робота по цьому розділу дозволяє ознайомитися із характеристиками комплектуючих. Розділ розкриває головну суть стенду, а саме випробування аксіально-поршневого насосу. Пояснює принципи роботи такого насосу, а також особливості LS регулятора.

В третьому розділі була запропонована методика проведення дослідів, а також правила до пуско-налагоджувальних робіт

Проведена робота по цьому розділу дозволяє ознайомитися із лабораторними роботами, які будуть проводитися за стендом. Також детально описані правила запуску і експлуатації цього стенду.

В четвертому розділі експериментальним шляхом нами було підтверджено, що методика проведення лабораторних робіт яка наведена в розділі 3, цілком і повністю підходить під цей стенд. [24] Але виявлена невелика розбіжність кінцевих даних. Це обумовлене тим, що досліди виконувались в різних температурних діапазонах. В подальшому я б рекомендував враховувати цей аспект при проведенні лабораторних робіт.

В п'ятому розділі 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 обладнання для обробки молока.

Даний ринок є привабливим для входження через інноваційність продукту. 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 \$248000.

Отже, має місце доцільність подальшої імплементації проекту.

У шостому розділі 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».

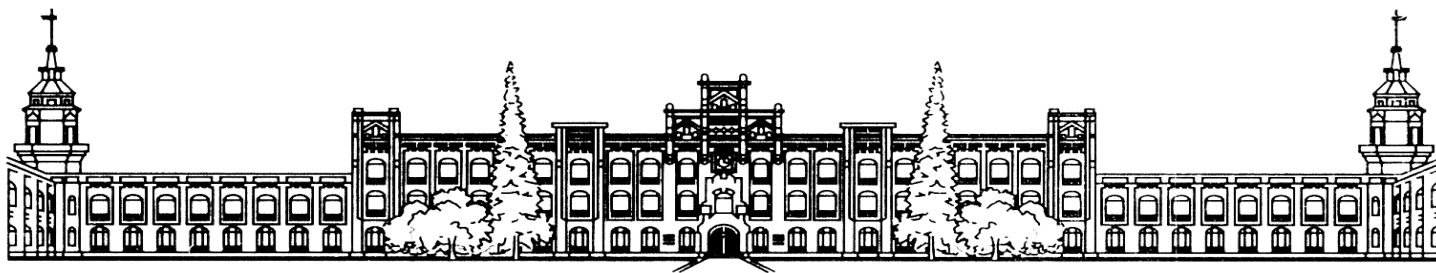
Робимо висновок, що умови праці в лабораторії є оптимальними.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бакалаврська робота студента Кабали Олексія
2. <https://spectrolab.com.ua/p35588147-stend-laboratornyj-gidravlika.html>
3. <http://uilomsk.ru/profobrazovanie/gidravlika/image/ntc-11.17.2/>
4. <http://uilomsk.ru/profobrazovanie/gidravlika/image/ntc-11.60/>
5. <http://rvtltd.com.ua/power-hydraulics/p-200-uniflex/>
6. [http://inpromsys.com.ua/ua/catalog/teaching\\_and\\_laboratory\\_benches/ntts-11-00-gidravlika/ntts-11-60-issledovanie-gidravlicheskih-kharakteristik-nasosnogo-oborudovaniya-s-mpso.html](http://inpromsys.com.ua/ua/catalog/teaching_and_laboratory_benches/ntts-11-00-gidravlika/ntts-11-60-issledovanie-gidravlicheskih-kharakteristik-nasosnogo-oborudovaniya-s-mpso.html)
7. [http://inpromsys.com.ua/ua/catalog/teaching\\_and\\_laboratory\\_benches/ntts-11-00-gidravlika/ntts-11-17-1-gidravlika-m1.html](http://inpromsys.com.ua/ua/catalog/teaching_and_laboratory_benches/ntts-11-00-gidravlika/ntts-11-17-1-gidravlika-m1.html)
8. [http://www.vrnlab.ru/catalog\\_section/gidravlika/](http://www.vrnlab.ru/catalog_section/gidravlika/)
9. <http://newstyle-y.ru/high-school/liquid-gas/>
10. Башта Т. М., Объемные насосы и гидравлические двигатели, М: Машиностроение 1969
11. Анурев В. И., Справочник конструктора-машиностроителя в 3 т., 8-е изд. переработанное, М: Машиностроение 2001, 920 с.
12. Конспект лекцій з курсу «Об'ємні машини»
13. Федорець В. О., Педченко М. Н., Струтинський В. Б., Новік М. А., Єлисєєв Ю. В., Гідроприводи та гідро пневмоавтоматика, К: Вища шк.. 1995, 463 с.
14. Бим-Бад Б. М., Кабаков М. Г., Прокофьев В. Н., Стесин С. П., Атлас конструкций гидромашин и гидропередат, М: Машиностроение 1990, 136 с.
15. Буслов В. К., Методичні вказівки до охорони праці К: НТУУ«КПІ» 1999, 61 с.
16. Під редакцією А.Ф. Горбацевина, Курсове проектування по технології машинобудування, Мінськ: Вища школа 1975

17. Добрянський С. С., Фролов В.К., Малашее В., Методичні рекомендації до практичним заняттям та індивідуальної роботи з дисципліни «Технологія машинобудувальника» для студентів спеціальностей хімічного машинобудування, К: КПІ 1991, 91 с.
18. Під редакцією Кошлової А.Г. та Мещаніков Р.К., Довідник технолога – машинобудівника Т.1. и 2, 4 –е видав., перероб. та допов., М: Машинобудування 1985-1986, 823 с.
19. Каталог продукції компанії Hudraulick line
20. Каталог продукції компанії Hansa flex
21. Каталог продукції компанії Hidrosila
22. Каталог продукції компанії Bosh Rexroth
23. Каталог продукції компанії Parker
24. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Объемные гидромашины и гидропередачи» Киев КПИ 1984
25. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом «Об’ємний пневмопривод» «Гідравлічні та Пневматичні машини» Київ КПІ 2010
26. Методичні вказівки та варіанти завдань до курсової роботи по об’ємним гідропередачам по курсу «об’ємні гідромашини та гідропередачі» Київ КПІ 1999
27. ЕКОНОМІКА (навчальний посібник) В.В. Кириленко, Тернопіль: Економічна думка, 2002. – 193с.
28. Економічна теорія Комарницький І.Ф., Чернівці, 2006. - 334 с.
29. Економіка підприємства В.С Рижиков В.А Панков
30. Кравченко В.О. ОСНОВИ МЕНЕДЖМЕНТУ Навчальний посібник
31. Основи менеджменту: Навчальний **посібник** Автора: Осовська Г.В., Осовський О.А. | Год издания: 2006 | Издатель: Київ: Кондор |  
Количество страниц: 664

ДОДАТОК. ПРОТОКОЛ ЛАБОЛАТОРНОЇ РОБОТИ



**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського**

Кафедра Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

**ЛАБОЛАТОРНА РОБОТА**

Вивчення роботи аксіально-поршневої машини з автоматичною підтримкою тиску в системі

**Виконав студент \_\_\_\_\_ курсу, групи**

\_\_\_\_\_



ПЕРЕВІРИВ: \_\_\_\_\_

Захищено з оцінкою: \_\_\_\_\_

## ДОСЛІД 1

ТЕМА: Визначення зміни параметру регулювання насоса, при регулюванні дроселем

Мета дослідю: визначити значення теоретичної, максимальної та дійсної витрати робочої рідини при сталому тиску навантаження, але при різних значення положення рукоятки дроселя., на основі отриманих даних вирахувати параметр регулювання даного насосу. Побудувати графіки залежності параметр регулювання від положення ручки дроселя; зробити висновки щодо виконаної роботи.

### Технічні характеристики стенду



$N_{дв.} = 7.5 \text{ кВт}$

$n = 1500 \text{ об/хв}$

$q = 28 \text{ см}^3$

$U_{дв} = 380 \text{ В}$

$U_{катушок \text{ клапанів}} = 24 \text{ В}$

$U_{витратоміра} = 24 \text{ В}$

### Основні формули

$Q_{д} =$

$Q_{т} =$

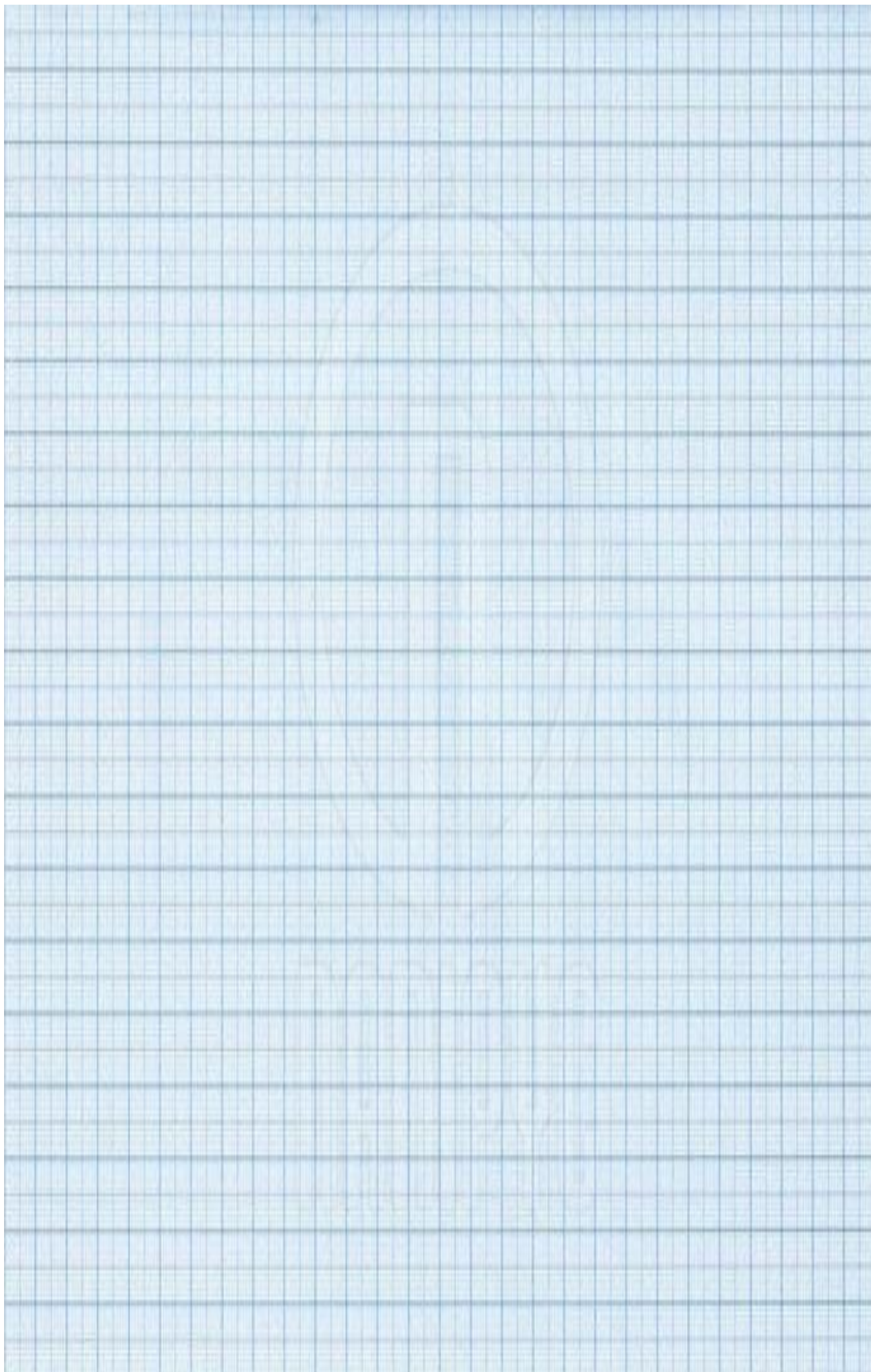
$\square =$

$\eta_{об} =$

**Примітка:** дослід потрібно виконати на 5 робочих тисках. Дані про тиск видає викладач після того як бригада ознайомилась зі стендом і пройшла інструктаж. Про порядок виконання лабораторної, читай методику виконання лабораторної роботи.

**Таблиця спостережень та результатів**

L	Qд	Qmax	□	Qt	ηo	Pconst.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						



## Контрольні запитання

- Пояснити принцип роботи аксіально-поршневого насосу
- Визначення максимальної витрати
- Визначення теоретичної витрати
- Визначення дійсної витрати
- Визначення параметру регулювання
- Пояснення принципу роботи LS регулятора
- Переваги й недоліки такого методу регулювання витрати

### Висновок:

## ДОСЛІД 2

ТЕМА: Визначення залежності об'ємного ККД ( $\eta_{об}$ ) від параметру регулювання насосу ( $\square$ ).

Мета досліду: визначити значення теоретичної, максимальної та дійсної витрати робочої рідини при сталому тиску навантаження, але при різних значеннях положення рукоятки дроселя. На основі цих даних вирахувати значення об'ємного ККД для кожного положення ручки дроселя, розрахувати параметр регулювання насосу також для кожного положення ручки дроселя. На основі цих даних побудувати графік зміни об'ємного ККД відносно зміни параметру регулювання насосу.

### Технічні характеристики стенду



$N_{дв}$ -7.5кВт

$n$ -1500об/хв

$q$ -28см<sup>3</sup>

$U_{дв}$ -380В

$U_{котушок\ клапанів}$ -24В

$U_{витратоміра}$ -24В

### Основні формули

$Q_{д} =$

$Q_{т} =$

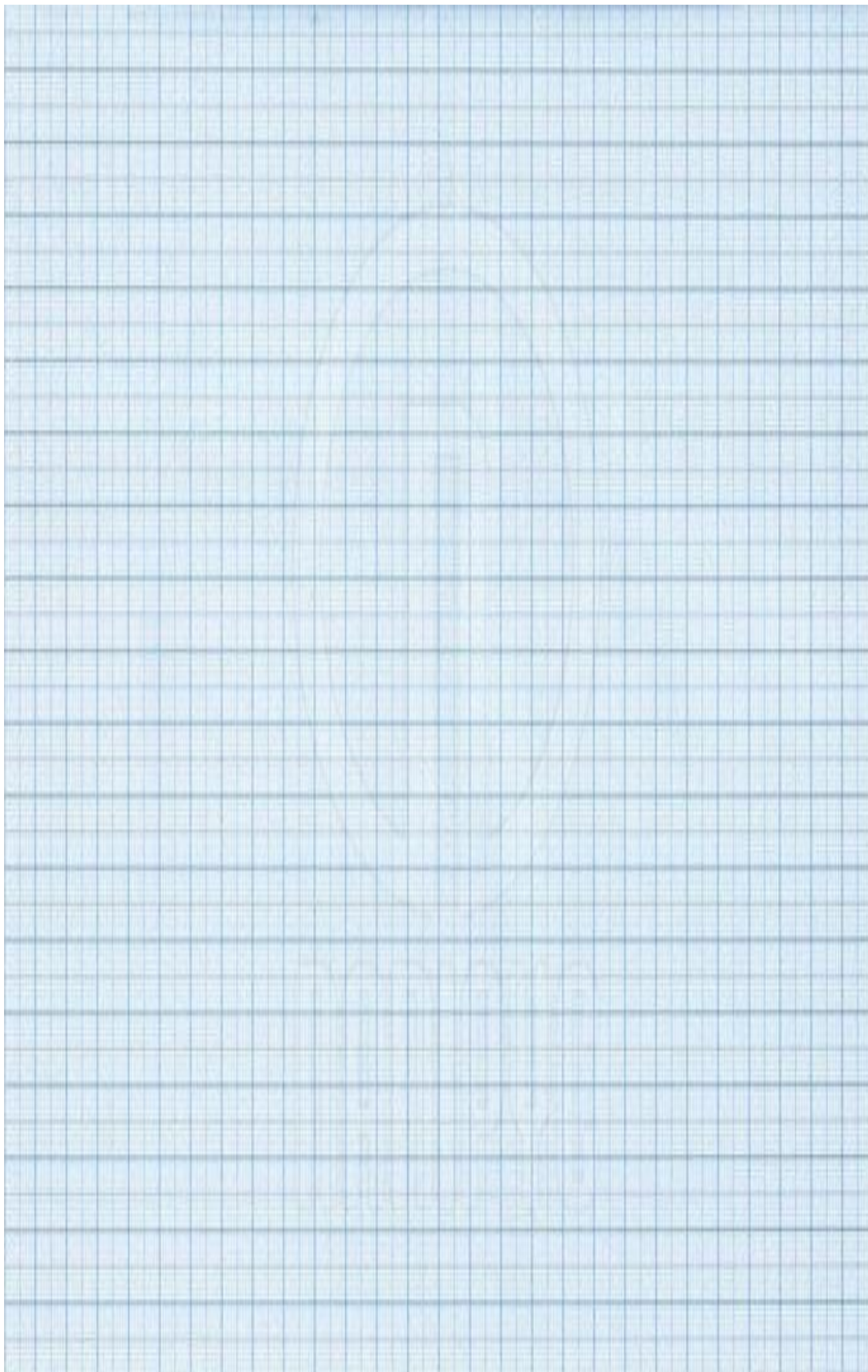
$\square =$

$\eta_{об} =$

**Примітка:** дослід потрібно виконати на 5 робочих тисках. Дані про тиск видає викладач після того як бригада ознайомилась зі стендом і пройшла інструктаж. Про порядок виконання лабораторної, читай методику виконання лабораторної роботи.

**Таблиця спостережень та результатів**

L	Qд	Qmax	□	Qt	ηo	Pconst.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						



### **Контрольні запитання**

- Пояснити принцип роботи аксіально-поршневого насосу
- Визначення максимальної витрати
- Визначення теоретичної витрати
- Визначення дійсної витрати
- Дати визначення поняттю об'ємний ККД.
- Визначення параметру регулювання
- Чому дорівнює ККД насосу робочого стенду?
- Пояснити вплив параметру регулювання на об'ємний ККД

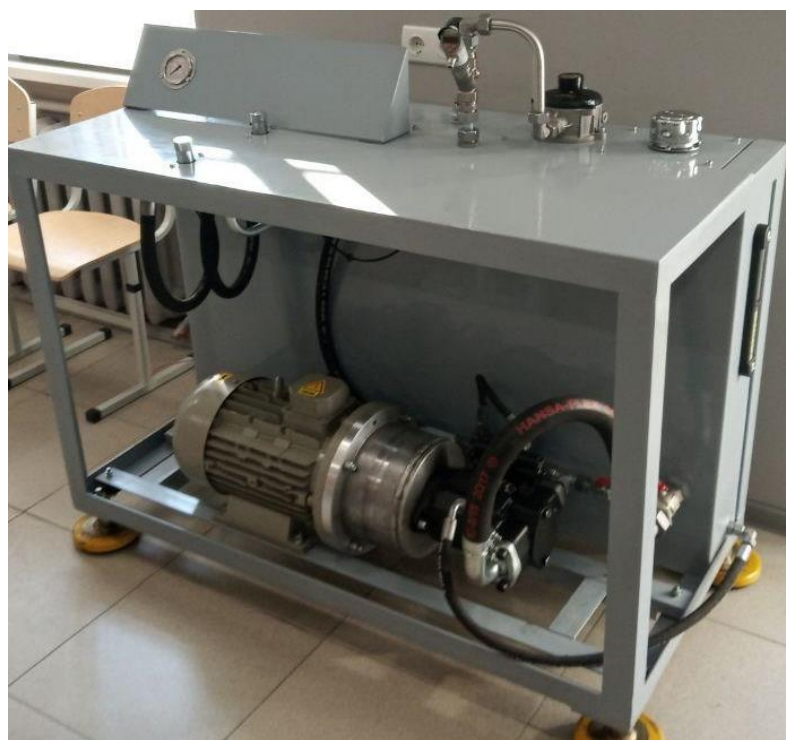
### **Висновок:**

## ДОСЛІД 3

ТЕМА Дослідження витратної характеристики насосу, при різних значеннях сигналу керування

Мета досліду: проаналізувати роботу системи насосу, яка слідує за підтримкою постійної витрати при зміні робочого тиску і при постійному навантаженні, яке імітується дроселем, ДР1. Побудувати графіки залежностей.\

### Технічні характеристики стенду



Ндв.-7.5кВт

n-1500об/хв

q-28см<sup>3</sup>

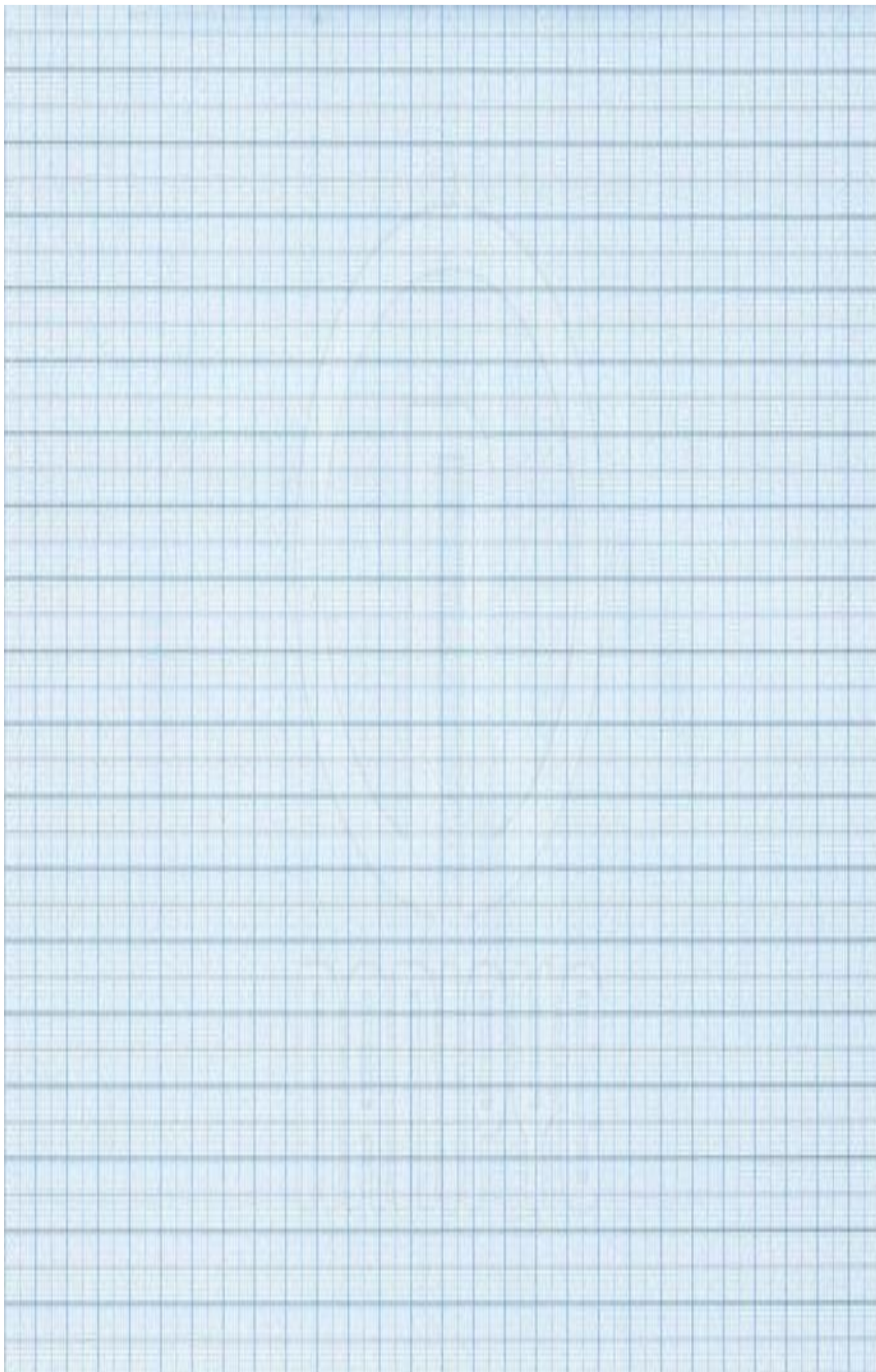
Uдв-380В

Uкотушок клапанів-24В

Uвитратоміра-24В

**Примітка:** дослід потрібно виконати на 10 робочих тисках. Дані про тиск видає викладач після того як бригада ознайомилась зі стендом і пройшла інструктаж. Про порядок виконання лабораторної, читай методику виконання лабораторної роботи.





## Контрольні запитання

- Пояснити принцип роботи аксіально-поршневого насосу
- Визначення максимальної витрати
- Визначення теоретичної витрати
- Визначення дійсної витрати
- Пояснити принцип регулювання витрати в даній системі
- Пояснення принципу роботи LS регулятора

### Висновок: