

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

«На правах рукопису»
УДК _____

«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 _____
(шифр групи)

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

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

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

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

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

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

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О. Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)
«__» _____ 2017 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації _____

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 _____

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Ковтун А.І., асистент		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація загальним обсягом 146 сторінок, містить 49 ілюстрацію, 36 таблиць, 1 додаток та 12 джерел за переліком посилань.

Актуальність : Актуальність роботи пов'язана з розробкою методики проведення дослідів на лабораторному стенді з метою покращення розуміння студентів у роботі з гідравлічним приводом.

Мета і завдання дослідження. Так як, вмiле регулювання витрати робочої рiдини на рiзних стадiях роботи дає можливість суттєво скоротити час спрацювання циклу та покращити енергоефективність системи, тому основною метою роботи є визначення якiсних характеристик гiдроприводу в залежності від впливу навантаження під час роботи дроселюючого та регулюючого апаратів. Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

1. Проаналізувати сучасне гідравлічне стендове обладнання та сформулювати необхідність створення лабораторного стенду для вивчення параметрів системи з можливістю об'ємного і дросельного регулювання швидкості руху виконавчого пристрою.
2. Описати робочий цикл схеми.
3. Описати порядок проведення пусконаладжувальних робіт та основних компонентів стенду.
4. Створити методику проведення дослідів.
5. Виконати досліди самостійно та провести обробку результатів.
6. Зробити висновки щодо виконаної роботи.
7. Запропонувати метод модернізації лабораторного стенду.

Об'єктом дослідження є лабораторний стенд, що являє собою гідравлічну систему з можливістю дросельного регулювання швидкості та регулювання за допомогою регулятора потоку.

Предмет дослідження – це створення методики проведення дослідів на лабораторному стенді для вивчення параметрів системи з можливістю об'ємного і дросельного регулювання швидкості руху виконавчого пристрою.

Методи дослідження. Обчислювальні та натурні експерименти.

Наукова новизна результатів. Проведення ряду дослідів, що показує суттєву різницю між способами регулювання витрати робочої рідини в гідросистемі, а також запропонування нового методу для вирішення задачі вимірювання дійсного значення зусилля на виконавчому пристрої. Ця розробка в подальшому дозволить створити принципову нову конструкцію кріплення динамометру, а також провести ряд дослідів. А це, в свою чергу, посприє точнішому розумінню відмінності у дросельному регулюванні швидкості та регулюванні за допомогою регулятора потоку, що і є основною задачею лабораторного стенду.

Практичне значення результатів. Перевірена та підтверджена створена методика проведення дослідів, що прогнозує результати обробки за певних параметрів налаштування лабораторного стенду. Отримані теоретичні та практичні данні надають підстави можливого використання розглядуваного лабораторного стенду у навчальній практиці. Результати магістерського дослідження дають змогу проведення лабораторних робіт на основі створеної методики, що суттєво полегшує розуміння та сприйняття роботи гідравлічної апаратури та гідроприводу в цілому.

Публікації. За матеріалами магістерської дисертації було опубліковано 2 праці, а саме 2 тези доповідей на міжнародній науково-технічній

конференції «Гідро- та пневмоприводи машин – сучасні досягнення та застосування».

Ключеві слова: ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСІДІВ, ДРОСЕЛЬНЕ ТА ОБ'ЄМНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, ГРАФІЧНА ЗАЛЕЖНІСТЬ, ВИСНОВКИ, КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

ABSTRACT

Master's dissertation with the total volume of 146 pages, contains 49 illustrations, 36 tables, 1 supplement and 12 sources under the list of references.

Actuality. The urgency of work is related to the development of a method for conducting experiments at a laboratory stand in order to improve the understanding of students in the work with hydraulic drives.

The purpose and tasks of the study. Since the skillful regulation of the flow of working fluids at different stages of operation makes it possible to significantly reduce the cycle time and improve the energy efficiency of the system, the main purpose of the work is to determine the quality characteristics of the hydraulic drive, depending on the impact of the load during the operation of the throttling and regulating apparatus. To achieve the goal, the following objectives were formulated:

1. To analyze the modern hydraulic stand equipment and to formulate the necessity of creating a laboratory stand for studying the parameters of the system with the possibility of volume and throttle control of the speed of the actuator.
2. Describe the workflow of the scheme.
3. Describe the procedure for starting up and adjustment works and the main components of the stand.
4. Create a methodology for carrying out experiments.
5. Perform the experiments on their own and conduct the processing of the results.
6. Make conclusions about the work done.
7. To propose a method of modernization of the laboratory stand.

The object of the study is a laboratory stand, which is a hydraulic system with the ability to throttle speed control and regulation with the flow regulator.

The subject of research - is the creation of a method of conducting experiments on a laboratory stand to study the parameters of the system with the possibility of volume and throttle control of the speed of the actuator.

Research methods. Computational and natural experiments.

Scientific novelty of the results. Carrying out a number of experiments, which shows the significant difference between ways of regulating the flow of working fluid in the hydrosystem, as well as the proposed new method for solving the problem of measuring the actual value of effort on the actuator. This development in the future will allow to create a fundamental new design of fastening dynamometer, as well as conduct a series of experiments. And this, in turn, will contribute to a more accurate understanding of the differences in throttle regulation of speed and regulation with the flow regulator, which is the main task of the laboratory stand.

The practical value of the results. The research methodology has been tested and confirmed, which predicts the results of processing for certain parameters of the laboratory stand. The obtained theoretical and practical data provide the basis for the possible use of the considered laboratory bench in educational practice. The results of the master's study enable the conduct of laboratory work on the basis of the established methodology, which significantly facilitates the understanding and perception of the operation of hydraulic equipment and the hydraulic drive in general.

Publications. On the materials of the master's thesis 2 papers were published, namely 2 theses of reports at the international scientific and technical conference "Hydraulic and pneumatic drives of cars - modern achievements and applications".

LABORATORY STAND, TRAFFIC METHOD, WASHING AND HANDLING
REGULATION, GRAPHIC DEPENDENCE, CONCLUSIONS, CHECKLIST
QUESTIONS

Реферат

Магистерская диссертация общим объемом 146 страниц, содержит 49 иллюстрации, 36 таблиц, 1 приложение и 12 источников по перечню ссылок.

Актуальность. Актуальность работы связана с разработкой методики проведения опытов на лабораторном стенде с целью улучшения понимания студентов в работе с гидравлическим приводом.

Цель и задачи исследования. Так как, умелое регулирование расхода рабочей жидкости на различных стадиях работы дает возможность существенно сократить время срабатывания цикла и улучшить энергоэффективность системы, поэтому основной целью работы является определение качественных характеристик гидропривода в зависимости от влияния нагрузки во время работы дросселирующей и регулирующей аппаратов. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Проанализировать современное гидравлическое стендовое оборудование и сформулировать необходимость создания лабораторного стенда для изучения параметров системы с возможностью объемного и дроссельного регулирования скорости движения исполнительного устройства.
2. Описать рабочий цикл схемы.
3. Описать порядок проведения пусконаладочных работ и основных компонентов стенда.
4. Создать методику проведения опытов.
5. Выполнить опыты самостоятельно и провести обработку результатов.
6. Сделать выводы о проделанной работе.
7. Предложить метод модернизации лабораторного стенда.

Объектом исследования является лабораторный стенд, представляющий собой гидравлическую систему с возможностью дроссельного регулирования скорости и регулирования с помощью регулятора потока.

Предмет исследования - это создание методики проведения опытов на лабораторном стенде для изучения параметров системы с возможностью объемного и дроссельного регулирования скорости движения исполнительного устройства.

Методы исследования. Вычислительные и натурные эксперименты.

Научная новизна. Проведение ряда опытов, показывает существенную разницу между способами регулирования расхода рабочей жидкости в гидросистеме, а также предлагаемых нового метода для решения задачи измерения действительного значения усилия на исполнительном устройстве. Эта разработка в дальнейшем позволит создать принципиальную новую конструкцию крепления динамометр, а также провести ряд опытов. А это, в свою очередь, поспособствует более точному пониманию различия в дроссельном регулировании скорости и регулировании с помощью регулятора потока, что и является основной задачей лабораторного стенда.

Практическое значение результатов. Проверена и подтверждена создана методика проведения опытов, прогнозирует результаты обработки при определенных параметров настройки лабораторного стенда .Отримани теоретические и практические данные предоставляют основания возможного использования рассматриваемого лабораторного стенда в учебной практике. Результаты магистерского исследования позволяют проведения лабораторных работ на основе созданной методики, существенно облегчает понимание и восприятие работы гидравлической аппаратуры и гидропривода в целом.

Публикации. По материалам магистерской диссертации было опубликовано 2 работы, а именно 2 тезисы докладов на международной

научно-технической конференции «Гидро- и пневмоприводы машин - современные достижения и применения».

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ, ДРОССЕЛЬНОЕ И ОБЪЁМНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, ГРАФИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ, ВЫВОДЫ, КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

Пояснювальна записка до магістерської дисертації

на тему: « Лабораторний стенд для вивчення параметрів системи з можливістю об'ємного і дросельного регулювання швидкості руху виконавчого пристрою»

Київ – 2018 року

ЗМІСТ

ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄМНЕ ТА ДРОСЕЛЬНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВИКОНАВЧОГО ПРИСТРОЮ	20
1.1. Управління витратою робочої рідини	20
1.2. Дросельне регулювання	21
1.3. Об'ємне регулювання	24
1.4. Приклади існуючого стендового обладнання	29
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ НА ЛАБОРАТОРНОМУ СТЕНДІ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ З МОЖЛИВІСТЮ ОБ'ЄМНОГО ТА ДРОСЕЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ВИКОНАВЧОГО ПРИСТРОЮ	34
2.1. Схема лабораторного стенду	34
2.2. Опис роботи гідравлічної схеми	36
2.3. Пусконаладжувальні роботи	49
2.4. Опис основних компонентів лабораторного стенду	56
2.5. Методика проведення дослідів	63
2.5.1. Визначення дійсної витрати гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при змінному навантаженні	63
2.5.2. Визначення теоретичної, дійсної витрати та об'ємного ККД гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при постійному навантаженні	68
2.5.3. Визначення зміни дійсної витрати робочої рідини при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при попередньо встановленій витраті	83
2.5.4. Визначення механічного ККД гідроциліндра	88

РОЗДІЛ 3. СТАРТАП-ПРОЕКТ	92
3.1. Опис ідеї проекту	92
3.2. Технологічний аудит ідеї проекту	94
3.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	95
3.4. Розроблення ринкової стратегії проекту	103
3.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	106
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	111
4.1. Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при роботі з стендовим обладнанням	111
4.2. Електробезпека виробничого приміщення	112
4.3. Пожежна безпека	113
4.4. Освітлення виробничого приміщення	114
4.5. Ультразвук і виробничий шум	117
4.6. Санітарно-гігієнічні характеристики приміщення	118
4.7. Засоби індивідуального захисту при роботі з гідравлічним обладнанням	119
4.8. Мікроклімат виробничих приміщень	120
4.9. Оцінювання інженерної та пожежної обстановки під час аварії на вибухонебезпечному об'єкті	121
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИТАНИХ ДЖЕРЕЛ	
ДОДАТОК А. ПРОТОКОЛИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Н1 – шестеренний насос;

Ед1 – електродвигун;

Др – регульований дросель;

РП – регулятор потоку;

М1, М2 – манометри;

М3 – показчик забруднення фільтра ;

ДТ1, ДТ2 – датчики тиску;

Кзв – зворотній клапан;

КЗ - запобіжний клапан;

Р1-Р4 – двохпозиційний електромагнітний розподільник;

Р5 – трьохпозиційний електромагнітний розподільник;

КТ1-КТ4 – клапани тиску;

ГЦ – виконавчий пристрій у вигляді гідроциліндру двосторонньої дії;

ДП – датчик потоку (витратомір) ;

ЗГ – зливна горловина;

ГБ – гідробак;

ПР – показчик рівня;

Ф – зливний фільтр;

ДТ - датчик температури;

α - кут повороту ручки дроселя (регулятора потоку) ;

Q_D (ДР) – дійсна витрата робочої рідини через дросель;

Q_D (РП) – дійсна витрата робочої рідини через регулятор потоку;

$Q_{T(Др)}$ - теоретична витрата робочої рідини через дросель;

$Q_{T(РП)}$ - теоретична витрата робочої рідини через регулятор потоку;

Δp - перепад тиску;

q - робочий об'єм насосу;

n - кількість обертів насосу;

$\eta_{O(Др)}$ - об'ємний ККД гідроциліндра при дросельному регулюванні швидкості;

$\eta_{O(РП)}$ - об'ємний ККД гідроциліндра при регулюванні швидкості регулятором потоку;

$p_{нав}$ - тиск навантаження;

S_1, S_2 - ефективні площі відповідно поршневої та штокової порожнин гідроциліндра;

D - діаметр поршня гідроциліндра;

$\eta_{M(Др)}$ - механічний ККД гідроциліндра при дросельному регулюванні швидкості;

$\eta_{M(РП)}$ - механічний ККД гідроциліндра при регулюванні швидкості регулятором потоку;

$F_T(Др)$ - теоретичне значення зусилля при дросельному регулюванні швидкості;

$F_T(РП)$ - теоретичне значення зусилля при регулюванні швидкості регулятором потоку;

$F_D(Др)$ - дійсне значення зусилля при дросельному регулюванні швидкості;

$F_D(РП)$ - дійсне значення зусилля при регулюванні швидкості регулятором потоку;

ΔL - деформація скоби динамометру.

ВСТУП

Протягом життєвого циклу будь-яка гідравлічна система піддається великому числу випробувань, різних за призначенням. Уже на початковій стадії розробки нової системи, при виборі типу, конструктивної схеми і деяких основних параметрів робочого процесу, необхідно мати у своєму розпорядженні надійні данні про реально досяжні ККД вузлів і елементів проточної частини, їх характеристик, показники потужності, основні параметри робочої рідини, яка застосовується. Вирішення цих завдань досягається в процесі проведення науково-дослідних випробувань.

Лабораторний практикум - суттєвий елемент навчального процесу в вузі, в ході якого студенти фактично вперше стикаються з самостійною практичною діяльністю в конкретній галузі. З метою інтеграції теорії і практики в вузах останнім часом стають все поширенішими комплексні лабораторні роботи, що проводяться на широкому технічному фоні із застосуванням різноманітної апаратури в умовах, близьких до реальних, в яких буде працювати майбутній фахівець.

Отримання, систематизація та аналіз зазначених даних – створення науково-технічного доробку - ведуться задовго до проектування конкретного вузла системи і є важливою частиною всього процесу розвитку гідроавтоматики.

Загальновідомий факт, що сфера використання гідравлічного приводу є досить таки значною. Гідропривод активно застосовується в нафтовидобувному обладнанні (гідропоршневі глибинні насосні установки, гідрокачалки, бурові установки тощо), гірничому машинобудуванні (прохідницькі та вугільні комбайни, щити для прокладання тунелів, механізоване кріплення гірничих лав та ін.), на транспортних, сільськогосподарських, дорожньо-будівельних, кар'єрних та інших машинах.

Верстатобудівна галузь належить до тих галузей, де гідравлічні приводи використовуються традиційно, а саме: у металорізальних верстатах

та ковальсько-пресовому обладнанні гідропривод використовується для здійснення як головних, так і допоміжних рухів і приводу робочих органів технологічних машин та роботів-маніпуляторів, затискних, фіксуєчих, транспортних пристроїв. Широко застосовують гідроприводи в літальних та підводних апаратах.

Велике значення у використанні гідроприводу на будь-якому виробництві відіграє спосіб регулювання його швидкості у відповідності до необхідних умов. Відомо, що існує дросельний, об'ємний та комбінований методи регулювання швидкості гідроприводу. Кожен з цих методів має ряд своїх недоліків та переваг, що в свою чергу відповідають за значення вихідних характеристик системи.

Перед використанням на реальному виробництві, фірмами підприємцями нерідко створюються випробувальні стенди, основною задачею яких є : детальне ознайомлення з принципом дії, зняття якісних та кількісних характеристик, можливість проведення експериментів та вияв оптимальних умов роботи тієї чи іншої системи.

Такий підхід до вивчення методів регулювання є досить наглядним і часто використовується у навчальній практиці.

Саме тому темою моєї магістерської дисертації є «Лабораторний стенд для вивчення параметрів системи з можливістю об'ємного і дросельного регулювання швидкості руху виконавчого пристрою»

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄМНЕ ТА ДРОСЕЛЬНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВИКОНАВЧОГО ПРИСТРОЮ

1.1. Управління витратою робочої рідини

Для зміни швидкості руху штоків гідроциліндрів двосторонньої дії або частоти обертання приводних валів реверсивних гідромоторів застосовують гідроапарати, які здатні керувати витратою робочої рідини (РР). Такі апарати в залежності від властивостей поділяють на два основних конструктивних виконання: дроселюючі і регулюючі.[9]

Дроселюючі гідроапарати призначені для створення гідравлічного опору потоку шляхом дроселювання витрати РЖ, який в свою чергу залежить від втрати тиску. До дроселюючих гідроапаратів відносяться синхронізатори витрат (подільники та суматори потоку) і гідродроселі (нерегульовані і регульовані), в тому числі зі зворотним клапаном або без нього.

Регулюючі гідроапарати призначені для підтримки заданого значення витрати незалежно від значень перепаду тисків в підводиться і відводиться потоках РЖ. До регулюючих гідроапарата відносяться регулятори витрати двохлінійні із змінним витратою на виході і зі стабілізацією в залежності від температури РЖ і трілінійні із змінним витратою на виході зі зливом надлишкового витрати в іншу гідролінію або в бак гідросистеми.

Більшість дроселюючих гідроапаратів представляють собою місцеві гідравлічні опори, в яких зміна витрати залежить від площі прохідного перерізу внаслідок втрати тиску P через деформацію потоку робочої рідини.

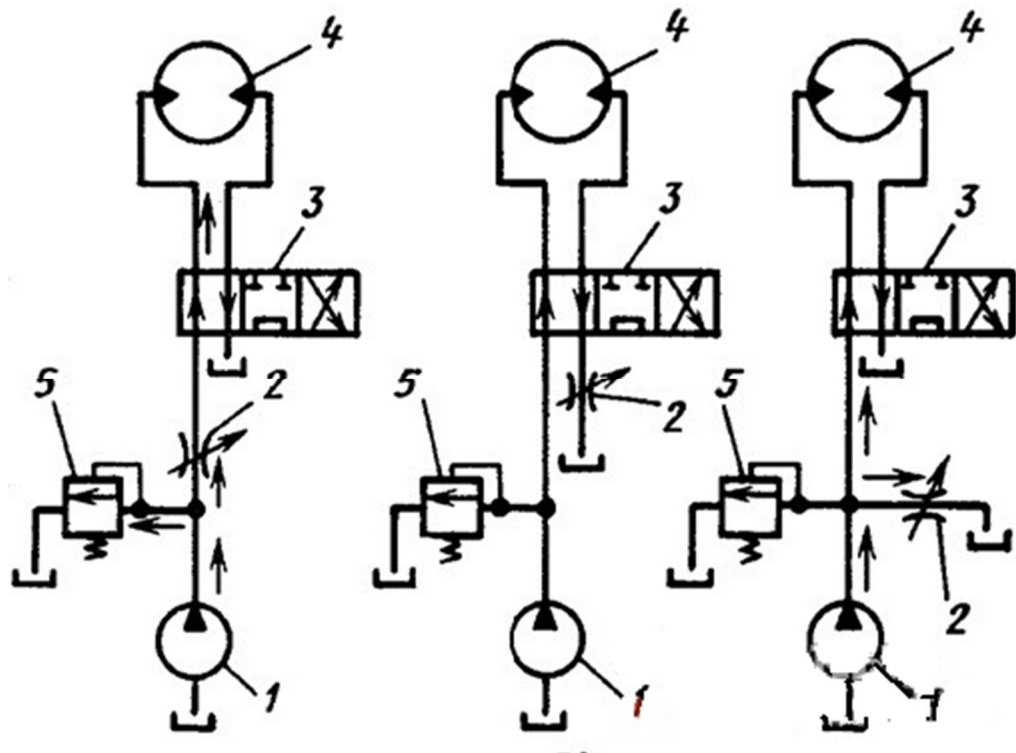


Рис. 1.1. Установка дроселів в гідросистемі на вході (а), на виході (б) і на відгалуженні (в): 1 - насос, 2 - дросель регульований, 3 - розподільник, 4 - гідромотор, 5 - запобіжний клапан[9]

1.2 Дросельне регулювання

При дросельному регулюванні витрати (зазвичай в контурах з насосами постійної подачі) швидкість руху виконавчих механізмів регулюють, змінюючи прохідний перетин дроселів. В цьому випадку використовуються три основні схеми установки дроселя в гідросистемі: на вході, на виході і в відгалуженні (рис. 1.2).

При аналізі гідросистем встановлено, що при дросельному регулюванні витрата змінюється в залежності від тиску, створюваного зовнішнім навантаженням. Відповідно швидкість виконавчого механізму і перепад тиску також залежить від зовнішнього навантаження і від форми і довжини

дроселюючої щілини: конічний дросель, поздовжня канавка трикутної або прямокутної форми, щілинний дросель або кільцевої дросель.

Дросельні схеми регулювання швидкості з-за великих втрат потужності малоефективні, особливо при експлуатації гідроприводів великої потужності. Однак дросельне управління витратою простіше і дешевше, тому для приводу машин невеликої потужності або рідко включається приводу, наприклад для плавного пуску і зупинки машини, нерідко застосовують дросельне регулювання, при якому частина РЖ зливається в бак, а її енергія перетворюється в тепло, нагріваючи РЖ в гідросистемі. [9]

На рис. 1.2, а, б показані умовне позначення і поздовжні перерізи двохлінійних регульованих дроселів, призначених для вбудовування в трубопроводи гідросистем.

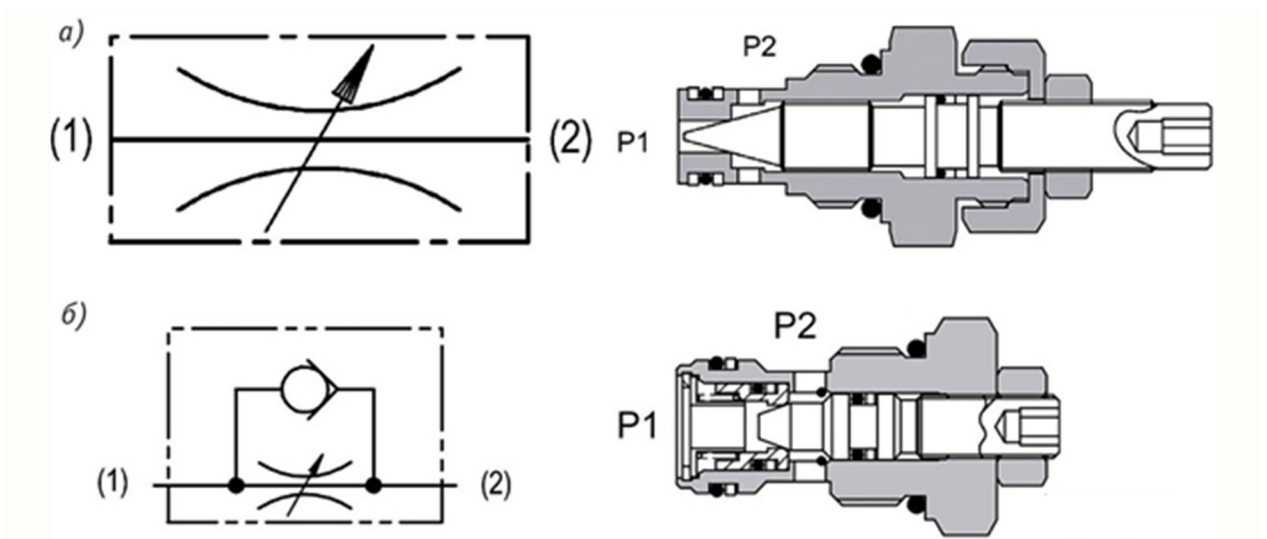


Рис. 1.2. Умовні позначення і поздовжні перерізи двохлінійних регульованих дроселів типу 2CN20 (а) і 2CR30 (б). [9]

Ці регульовані дроселі з конічним запірним елементом патронного виконання призначені для регулювання витрати РЖ в обох напрямках.

Типове застосування - регулювання швидкості руху штоків гідроциліндрів і частоти обертання гідромоторів. Дросель регульований типу 2CR30 має вбудований зворотний клапан, який вільно пропускає потік РЖ в одному напрямку, але з дроселюванням потоку в зворотному напрямку. Обертанням запірного елемента можна змінювати прохідний перетин дроселя і регулювати витрати РЖ приблизно пропорційно витків різьби, а також використовувати дросель як запірний клапан. На рис. 3 показані умовне позначення і загальні види регульованих дроселів із зворотними клапанами.

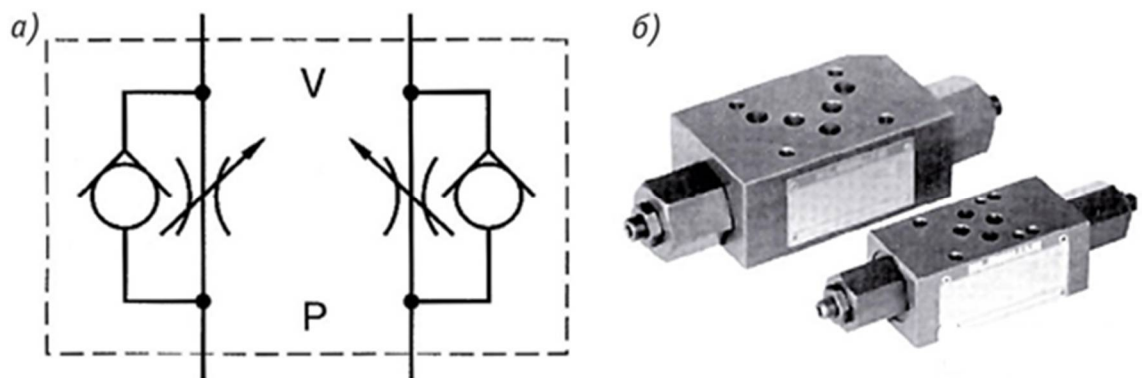


Рис. 1.3. Умовне позначення (а) і загальний вид (б) регульованих дроселів із зворотними клапанами серій VP-NDV-10 і VP-NDV-6.[9]

Ці регульовані дроселі застосовують для дроселювання потоку в одному напрямку і вільного проходу потоку в зворотному напрямку. Дроселі мають два дроселюючих золотника з регульовальними гвинтами і два зворотних клапана, вбудованих в корпус. Потік РР від насоса проходить під низьким тиском через зворотний клапан від вхідного отвору V_k отвору Р, що з'єднують з гідродвигуном. Зворотний потік РР від Р до V проходить при змінному дроселюванні в залежності від регулювання дроселюючим золотником. Приклади застосування регульованих дроселів в типових гідравлічних схемах наведені на рис. 1.4.

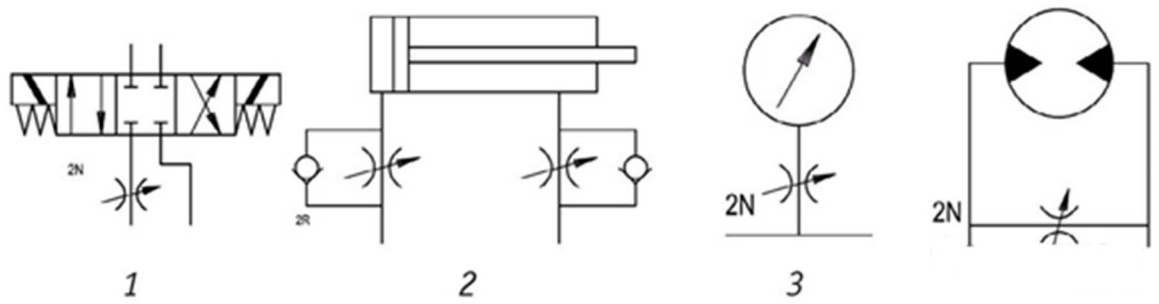


Рис.1.4. Приклади застосування регульованих дроселів в типових гідравлічних схемах: 1 - регулювання швидкості на вході потоку; 2 - регулювання швидкості на виході потоку; 3 - захист манометра від пульсацій тиску; 4 - регулювання частоти обертання реверсивного гідромотора. [9]

1.3 Об'ємне регулювання

Ці пристрої застосовуються для підтримки постійної витрати незалежно від зміни тиску. Принцип роботи регулятора витрати показаний на рис. 1.5. [9]

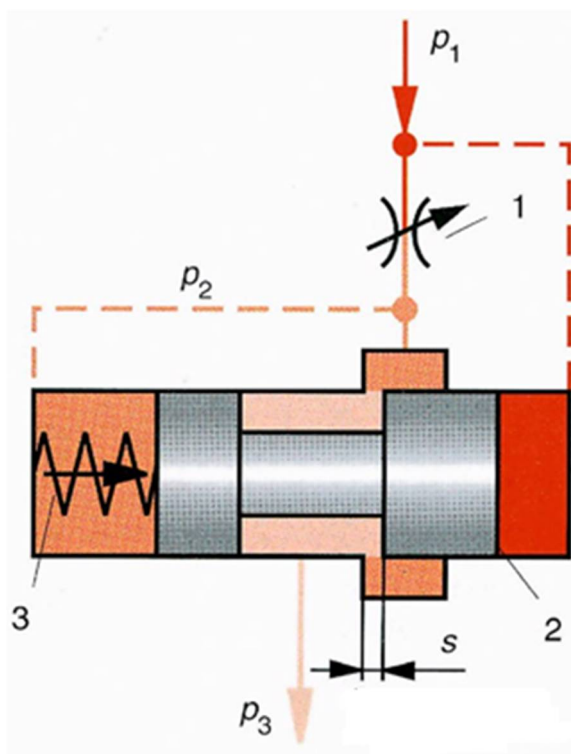


Рис. 1.5. Принцип роботи регулятора потоку.[9]

Регулятор витрати складається з наступних основних елементів: дозирующего дроселя 1 і компенсатора тиску 2 з пружиною 3. Зміна температури і відповідно в'язкості РР змінює перепад тиску. Щоб зменшити вплив цих факторів, застосовується спеціальна форма дроселюючої щілини.

Тип регулятора витрати залежить від конструкції компенсатора тиску. Якщо компенсатор тиску розташований послідовно з дозуючим дроселем, гідроапарат є двохлінійним регулятором витрати, якщо паралельно - трилінійним регулятором витрати.

У двохлінійних регуляторах витрати дозуючий дросель і компенсатор тиску розташовані послідовно. При цьому компенсатор тиску може розташовуватися перед дроселем на вході (рис. 1.6, а) або після нього на виході (рис. 1.6, б). На рис. 6, а видно, що керуюча А1 і дозирующая А2 дроселюючі щілини розташовані послідовно. Золотник компенсатора навантажений справа тиском Р2 і зліва тиском Р3 і зусиллям пружини Ff. [9]

Перепад тиску на регульованому дроселі в двохлінійні регуляторі витрати є відношенням зусилля регульованою пружини регулятора тиску F_F до торцевої площі золотника A_K і не залежить від послідовності розташування компенсатора тиску: перед дроселем або після нього.

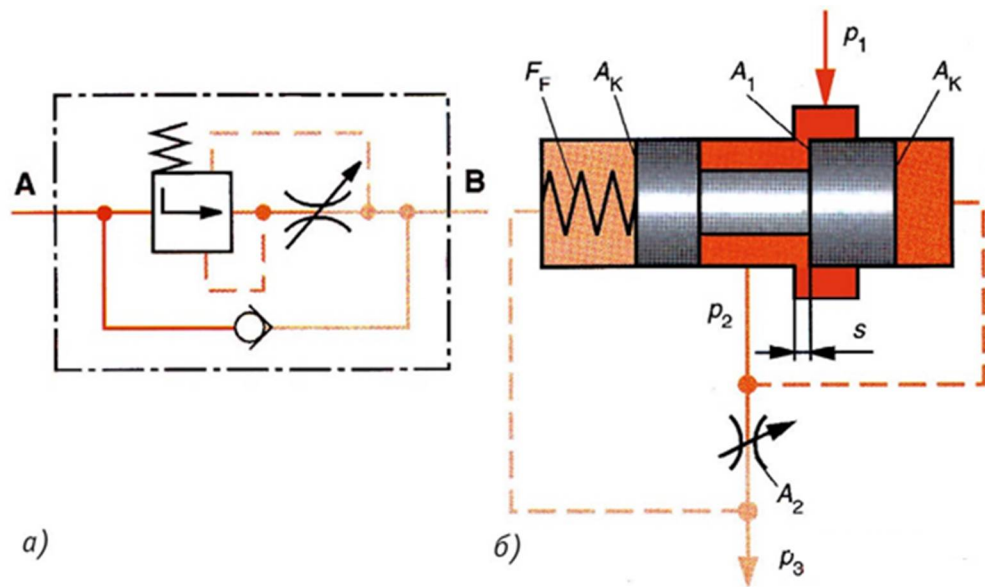


Рис. 1.6. Умовне позначення (а) і принцип роботи (б) кількох ліній регулятора витрати з компенсатором на вході. [9]

На рис. 1.7 показані умовне позначення і принцип роботи кількох ліній регулятора витрати з компенсатором тиску на виході. З рис. 1.7, б видно, що дозуючий дросель і компенсатор тиску кількох ліній регулятора витрати розташовані послідовно. Місце розташування компенсатора тиску (на вході або на виході) в двохлінійних регуляторах витрати визначається конструктивними міркуваннями. [9]

Розглянемо особливості застосування двохлінійних регуляторів витрати при дроселюванні потоку робочої рідини: на вході (первинне управління), на виході (вторинне управління) і в відгалуженні.

При управлінні витратою робочої рідини на вході (див. рис. 1.1, а) регулятор витрати встановлюють в напірної гідролінії насоса після запобіжного клапана, перед гідродвигуном. Ця схема дроселювання рекомендується для гідросистем, в яких регулюється швидкість руху гідродвигуна, що долає протидію зусилля (позитивний опір). У цьому випадку перед регулятором витрати діє навантаження, визначене зовнішнім опором на гідродвигуні. [9]

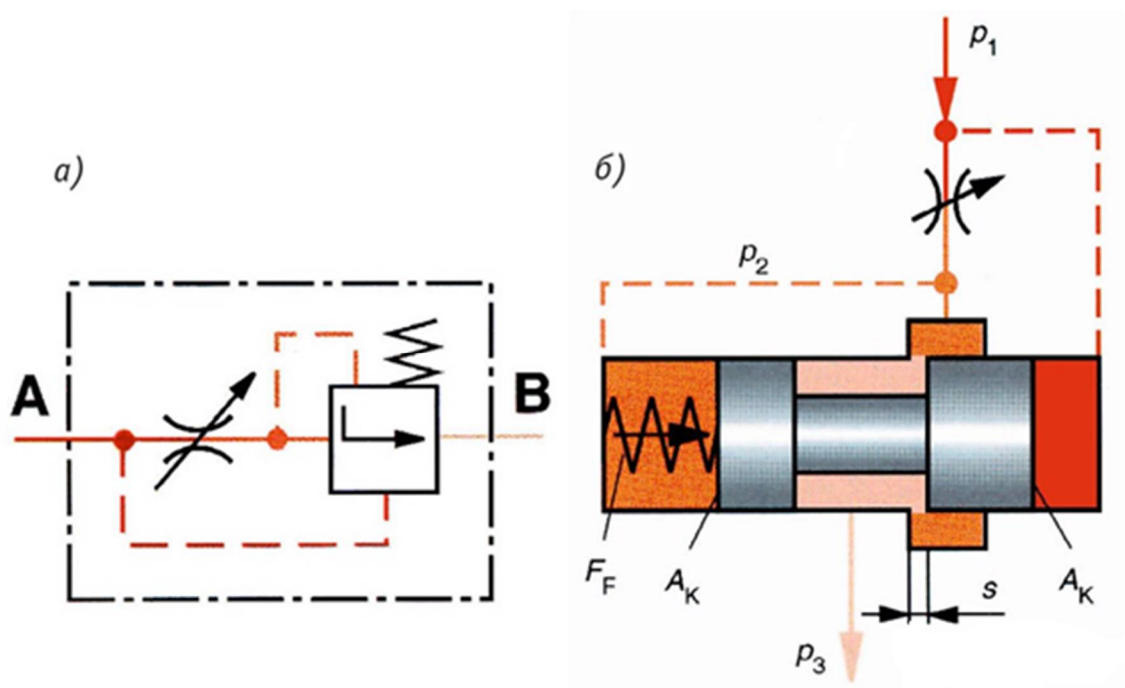


Рис. 1.7. Умовне позначення (а) і принцип роботи (б) кількох ліній регулятора витрати з компенсатором тиску на виході. [9]

Недоліком цієї схеми є необхідність налагоджування запобіжного клапана, встановленого перед регулятором витрати, на максимально можливий тиск в гідродвигуні. В результаті насос постійно працює під максимальним тиском, навіть коли гідродвигун долає невелике навантаження. Крім цього втрачає потужності при дроселюванні потоку

перетворюються в нагрів РЖ, яку необхідно охолоджувати для стабілізації теплового режиму.

На рис. 1.8 приведений приклад стенду для перевірки гідравлічної апаратури.



Рис.1.8. Стенд для перевірки гідравлічної апаратури

При управлінні витратою робочої рідини на виході (див. рис.1.1, б) регулятор витрати встановлюють на виході з гідродвигуна перед баком. Така схема управління витратою рекомендується для гідросистем з попутним робочим навантаженням (негативною), яка прагне переміщати шток гідроциліндра або обертати вал гідромотора швидше, ніж швидкість потоку РЖ, що визначається подачею насоса. Зберігається основний недолік схеми дроселювання - необхідність налагоджування запобіжного клапана на максимальний тиск і вплив максимального тиску на ущільнювальні елементи гідроциліндра навіть при холостому ході, т. Е. З більш високим рівнем тертя.

При управлінні витратою в відгалуженні (див. рис. 1, в) регулятор встановлюють паралельно гідродвигуна. У цій схемі регулятор обмежує витрату РР, що надходить в гідродвигун, шляхом перепуску частини потоку,

що нагнітається насосом, в бак гідросистеми. Якщо робочий орган доходить до упору, тиск в гідросистемі обмежується настроюванням запобіжного клапана, і слив потоку робочої рідини через клапан знову перетвориться в нагрів. [9]

Приклади застосування регуляторів витрати з компенсацією тиску в типових схемах наведені на рис. 1.9.

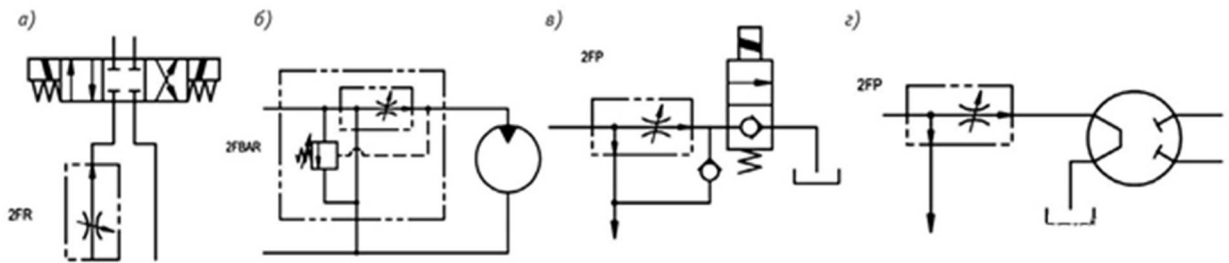


Рис. 1.9. Типові схеми застосування регуляторів витрати: а - регулювання швидкості на вході; б - управління частотою обертання гідромотора; в - двошвидкісний схема керування швидкістю; г - схема рульового управління.

[9]

1.4. Приклади існуючого стендового обладнання

В науковому світі є дуже популярним випробування моделей реальних апаратів перед їх практичною експлуатацією. Саме тому створення стендового обладнання є невід'ємною частиною у циклі роботи апаратури перед використанням на виробництві. До таких підходів вдаються дедалі більше виробників гідравлічної апаратури, так як це дозволить виявити ряд недоліків, навчитись коректно використовувати той чи інший апарат, а також обрати найоптимальніший режим його роботи.

1.4.1. Стендове обладнання для дослідження гідроприводу з дискретним регулятором потоку робочої рідини.

Авторами в роботі проведені теоретичні дослідження гідроприводу з дискретним регулятором потоку в вигляді комутованого інерційного пристрою, в яких показано підвищення його енергетичної ефективності. Для перевірки адекватності математичної моделі гідроприводу і порівняння розрахункових залежностей з експериментальними даними створено спеціальне стендове обладнання з комплексом керуючої і вимірною-реєструючої апаратури. Стендове обладнання включає в себе енергетичну підсистему для підготовки робочого середовища з заданим витратою, тиском і температурою, випробуваний гідропривід, що складається з регулятора потоку рідини і виконавчого елемента з навантаженням в вигляді гідроциліндра (рис.1.10) [12]

Зовнішній вигляд розробленого і виготовленого стендового обладнання для дослідження гідроприводів з дискретним управлінням показаний на рис.1.10, 1.11.



Рис. 1.10. Зовнішній вигляд стенда для проведення випробувань гідроприводу з дискретним регулятором потоку і інерційної трубкою (а) і навантажувального модуля (б). [12]

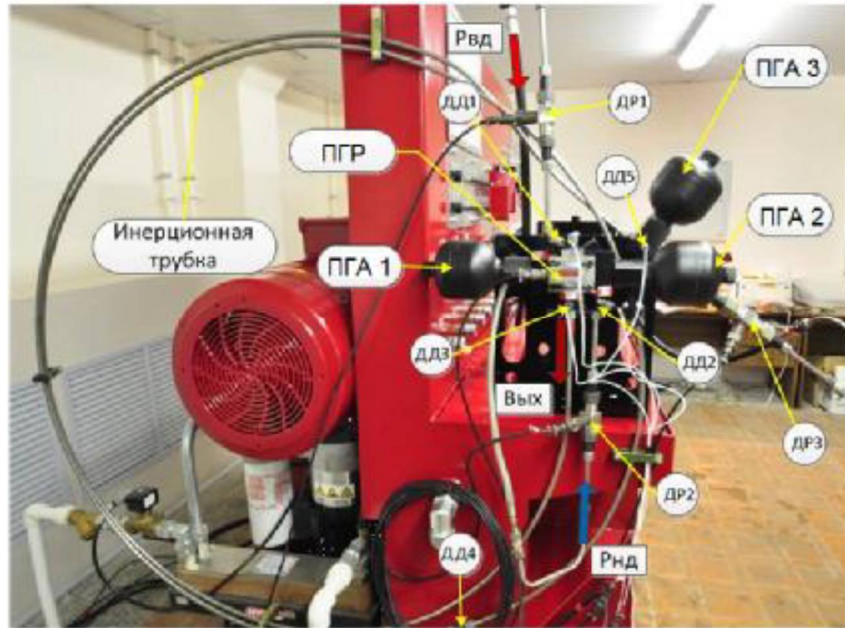


Рис. 1.11. Випробуваний гідропривід з дискретним регулятором потоку в складі станда: Рвд - тиск в напірній магістралі; Рнд - тиск в зливній магістралі; Др1-Др3 - датчики витрати; Дд1-Дд5 - датчики тиску; ПГА1 ПГА3 - гідроаккумулятори; Пгр - пропорційний гідро розподільник. [12]

1.4.2. Стендове обладнання «FESTO-DIDACTIC»

Стендове обладнання «FESTO-DIDACTIC» призначене для збірки навчальних гідравлічних схем і дослідження роботи. [10]

Гідравлічний стенд «FESTO-DIDACTIC» (рис.1.12) дозволяє :

- змодельовати різноманітні гідравлічні схеми;
- вивчити процеси і довести їх до досконалості перед впровадженням у виробництво;
- проводити навчання персоналу.

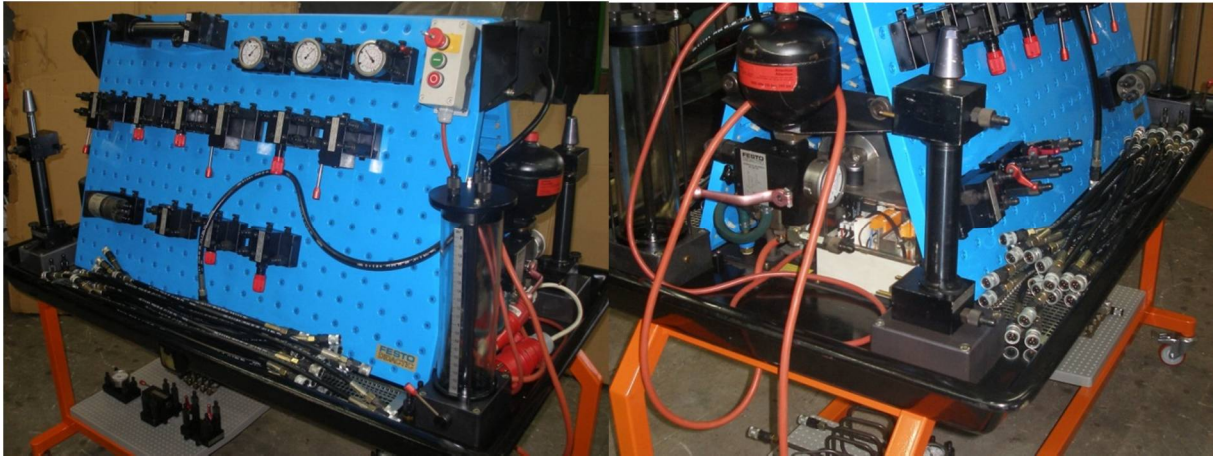


Рис. 1.12. Стендове обладнання «FESTO-DIDACTIC». [10]

1.4.3. Випробувальний стенд для авіаційних гідравлічних агрегатів компанії Parker в Україні

Основна функція стенда (рис.1.13) - це випробування гідравлічних запобіжників (FUSE), використовуваних в гідравлічних системах авіаційних суден. Стенд може використовуватися як випробувальне обладнання для різних агрегатів авіаційних гідравлічних систем: клапани, дроселі, розподільники, циліндри та інше обладнання. Вимірювальна апаратура стенду дозволяє проводити вимірювання тиску, витрат, температури робочої рідини в реальному часі.

Конструктивно стенд має розбірну конструкцію. Зовні знаходиться панель управління, інформаційна панель. гідравлічні агрегати всередині стенду закриті швидкознімними панелями з нержавіючої сталі. Випробувальна ванна закривається від'їжджаючої кришкою з оглядовим склом. [11]



Рис. 1.13. Випробувальний стенд для авіаційних гідравлічних агрегатів компанії «Parker». [11]

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ НА ЛАБОРАТОРНОМУ СТЕНДІ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ З МОЖЛИВІСТЮ ОБ'ЄМНОГО ТА ДРОСЕЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ВИКОНАВЧОГО ПРИСТРОЮ

Гідравлічне обладнання виконує складні технічні завдання, тому до нього пред'являються підвищені вимоги стійкості: до впливу циклічних випадкових навантажень, впливу навколишнього середовища (підвищеної вологості, різких перепадів температури протягом доби і ін.). Крім того, обладнання повинно без відмов працювати при низьких негативних температурах.

Про справність і надійність гідравлічного обладнання можна судити, виходячи з випробувань його на лабораторному стенді. [3]

2.1. Схема лабораторного стенду

Для регулювання швидкості гідравлічних систем на виробництві використовують регулюючі дроселі та регулятори потоку. Вони задовільно зарекомендували себе в експлуатації, так як мають відносно легку конструкцію та спосіб регулювання. В ідеальному випадку для коректної роботи системи повинне створюватися обладнання з характеристиками, необхідними для забезпечення саме цієї машини.[1]

На кафедрі «Прикладної гідроаеромеханіки та механотроніки» механіко-машинобудівного університету КПІ імені Ігоря Сікорського в рамках співпраці з компанією «Hydraulic Line» створено стендове обладнання, зокрема, для дослідження динамічних характеристик дроселя та регулятора потоку даного типу. Воно дозволяє визначати цілий ряд параметрів гідравлічної системи з можливістю об'ємного та дросельного регулювання швидкості руху виконавчого пристрою.

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

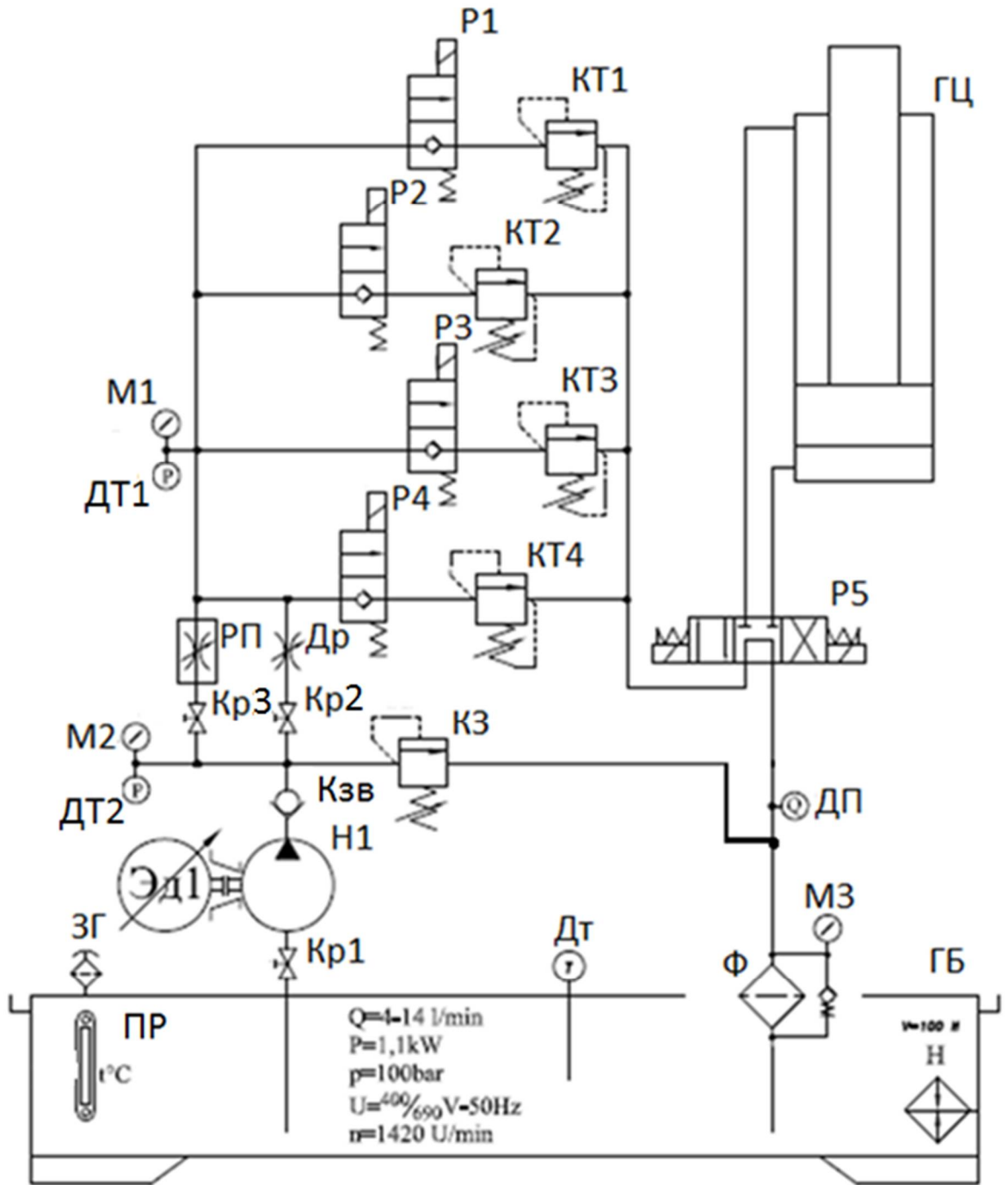


Рис.2.1. Принципова гідравлічна схема лабораторного стенду для вивчення параметрів системи з можливістю об'ємного та дросельного регулювання швидкості руху виконавчого пристрою.

М1, М2 - манометри; М3 – показчик забруднення фільтра; ДТ1, ДТ2 – датчики тиску; Кр2, Кр3- крани; Кзв – зворотній клапан; КЗ - запобіжний клапан; Ед1 – асинхронний електродвигун; Н1 – шестеренний насос; P1-P4 – двохпозиційний

електромагнітний розподільник; Р5 – трьохпозиційний електромагнітний розподільник ; КТ1-КТ4 – клапани тиску; ГЦ – виконавчий пристрій у вигляді гідроциліндру двосторонньої дії; ДП – датчик потоку (витратомір); ЗГ – зливна горловина; Др – регульований дросель; РП – регулятор потоку; ГБ – гідробак; ПР – показчик рівня; Ф – зливний фільтр; ДТ - датчик температури.

2.2. Опис роботи гідравлічної схеми

При вмиканні живлення рідина з гідробаку ГБ через відкрите положення крану Кр1 за допомогою електродвигуна Ед від шестеренного насосу Н1 йде через один з відкритих клапанів Кр2 чи Кр3 (залежно від досліду). Надлишок рідини скидається через запобіжний клапан КЗ, тиск в якому є постійним і налаштований на 80 bar. Далі робоча рідина йде через дросель або регулятор потоку відповідно. Залежно від значення навантаження, яке регулюється клапанами тиску КТ1-КТ4, рідина через відкритий клапан надходить до електромагнітного розподільника Р5, сигнал на праву котушку якого подається через панель керування кнопкою «PR» Розподільник переключається у праве положення і рідина потрапляє в робочу порожнину виконавчого пристрою – гідроциліндра ГЦ. Таким чином, рідина надходить у поршневу порожнину гідроциліндра та виконавчий пристрій рухається вперед із швидкістю, що задається навантаженням на клапанах тиску. При поданні сигналу на ліву котушку розподільника через кнопку на панелі керування «PL» – і рідина потрапляє в штокову порожнину циліндра – відбувається рух в зворотньому положенні. При вмиканні кнопки «PR» на панелі керування цикл повторюється.

Дана схема дає можливість провести ряд дослідів, а саме:

2.2.1. Визначення дійсної витрати гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при змінному навантаженні.

2.2.2. Визначення теоретичної, дійсної витрати та об'ємного ККД гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при постійному навантаженні.

2.2.3. Визначення зміни дійсної витрати робочої рідини при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при попередньо встановленій витраті.

2.2.4. Визначення механічного ККД гідроциліндра.

Для коректного проведення дослідів необхідно мати уявлення щодо роботи схеми на кожному етапі. Для цього нижче приведений опис розглядуваної схеми для дросельного регулювання та для регулювання регулятором потоку окремо.

2.2.1. Визначення дійсної витрати гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при змінному навантаженні.

На рис.2.2 представлений робочий цикл гідравлічної схеми випробувального стенду при проведенні дослідів з дросельним регулюванням (а) та при регулюванні регулятором потоку (б).

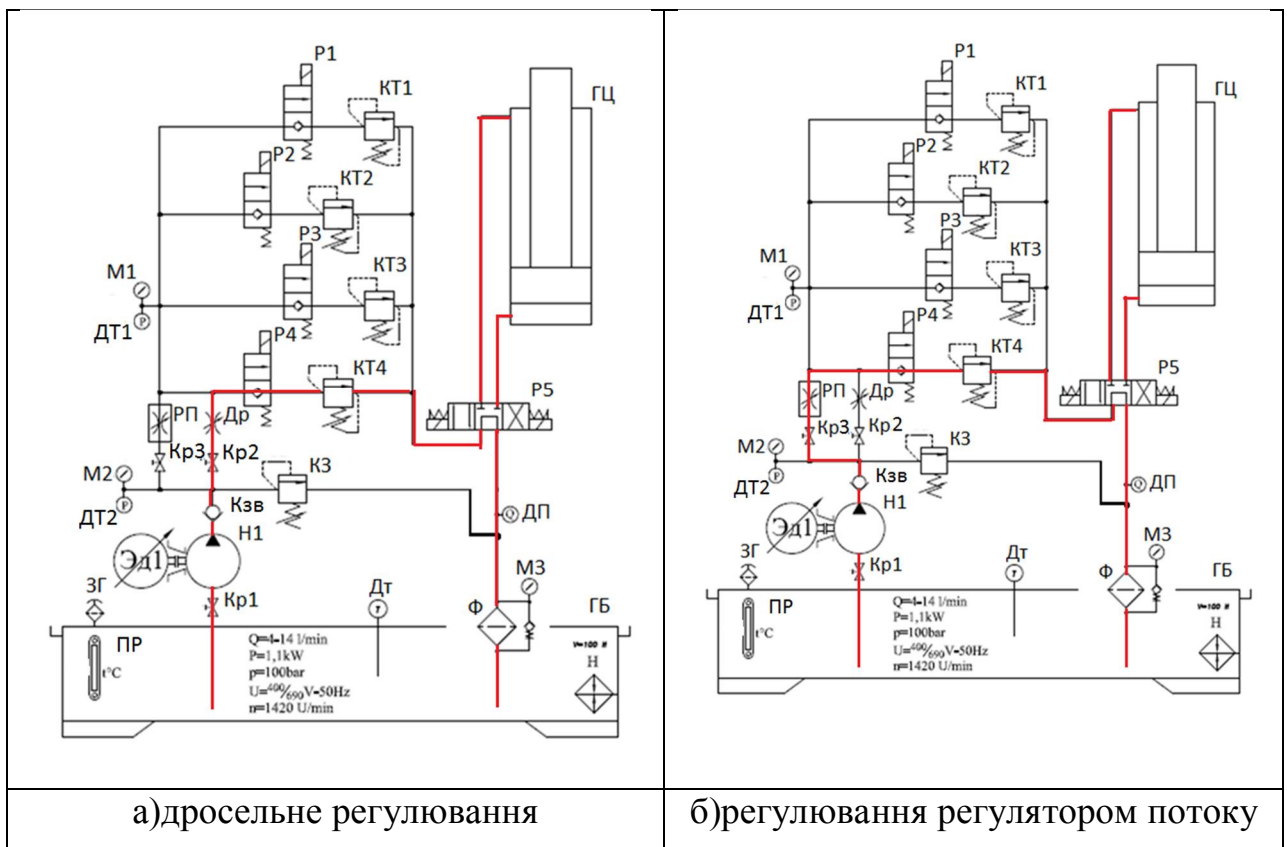


Рис.2.2. Робочий цикл схеми при визначенні дійсної витрати гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при змінному навантаженні: а) – при відкритому положенні Кр2; б) – при відкритому положенні Кр3.

Опис роботи схеми при:

1) Дросельному регулюванні (рис.2.2(а))

При вмиканні живлення рідина з гідробаку ГБ через відкрите положення крану Кр1 за допомогою електродвигуна Ед від шестеренного

насосу Н1 поступає до зворотнього клапану Кзв. Тиск зростає і клапан відкривається. Далі робоча рідина йде через відкритий клапан Кр2 до дроселя Др.

Примітка: В даному досліді положення ручки дроселя Др є незмінним в рамках чотирьох значень навантаження , тобто положення ручки змінюється тільки після зняття значень дійсної витрати для кожного з чотирьох навантажень, яке задається клапанами тиску КТ1-КТ4.

Після чого рух рідини залежить від навантаження, яке задається на клапанах тиску КТ1-КТ4 відповідно. Сигнал з панелі керування (рис.2.20) подається на один з розподільників Р1-4 , який відкривається і пропускає рідину через клапан КТ1-КТ4 відповідно. Після цього рідина через відкритий клапан надходить до електромагнітного розподільника Р5, сигнал на праву котушку якого подається через панель керування кнопкою «PR»(рис.2.20). Від розподільника Р5 рідина потрапляє в робочу порожнину виконавчого пристрою – гідроциліндра ГЦ. Таким чином, рідина надходить у поршневу порожнину гідроциліндра та виконавчий пристрій рухається вперед із швидкістю, що задається навантаженням на клапанах тиску. При поданні сигналу на ліву котушку розподільника через кнопку на панелі керування «PL» (рис.2.20) – рідина потрапляє в штокову порожнину циліндра – і відбувається рух в зворотньому положенні. При вмиканні кнопки «PR» на панелі керування цикл повторюється.

2) Регулюванні регулятором потоку (рис.2.2(б))

При вмиканні живлення рідина з гідробаку ГБ через відкрите положення крану Кр1 за допомогою електродвигуна Ед від шестеренного насосу Н1 поступає до зворотнього клапану Кзв. Тиск зростає і клапан відкривається. Далі робоча рідина йде через відкритий клапан Кр3 до регулятора потоку РП.

Примітка: В даному досліді положення ручки регулятора потоку РП є незмінним в рамках чотирьох значень навантаження , тобто положення ручки

змінюється тільки після зняття значень дійсної витрати для кожного з чотирьох навантажень, яке задається клапанами тиску КТ1-КТ4.

Після чого рух рідини залежить від навантаження, яке задається на клапанах тиску КТ1-КТ4 відповідно. Сигнал з панелі керування (рис.2.20) подається на один з розподільників Р1-4, який відкривається і пропускає рідину через клапан КТ1-КТ4 відповідно. Після цього рідина через відкритий клапан надходить до електромагнітного розподільника Р5, сигнал на праву котушку якого подається через панель керування кнопкою «PR» (рис.2.20). Розподільник переключається у праве положення і рідина потрапляє в робочу порожнину виконавчого пристрою – гідроциліндра ГЦ. Таким чином, рідина надходить у поршневу порожнину гідроциліндра та виконавчий пристрій рухається вперед із швидкістю, що задається навантаженням на клапанах тиску. При поданні сигналу на ліву котушку розподільника через кнопку на панелі керування «PL» (рис.2.20) – рідина потрапляє в штокову порожнину циліндра – і відбувається рух в зворотньому положенні. При вмиканні кнопки «PR» на панелі керування цикл повторюється.

2.2.2. Визначення теоретичної, дійсної витрати та об'ємного ККД гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при постійному навантаженні.

На рис.2.3 представлений робочий цикл гідравлічної схеми випробувального стенду при проведенні дослідів з дросельним регулюванням (а) та при регулюванні регулятором потоку (б).

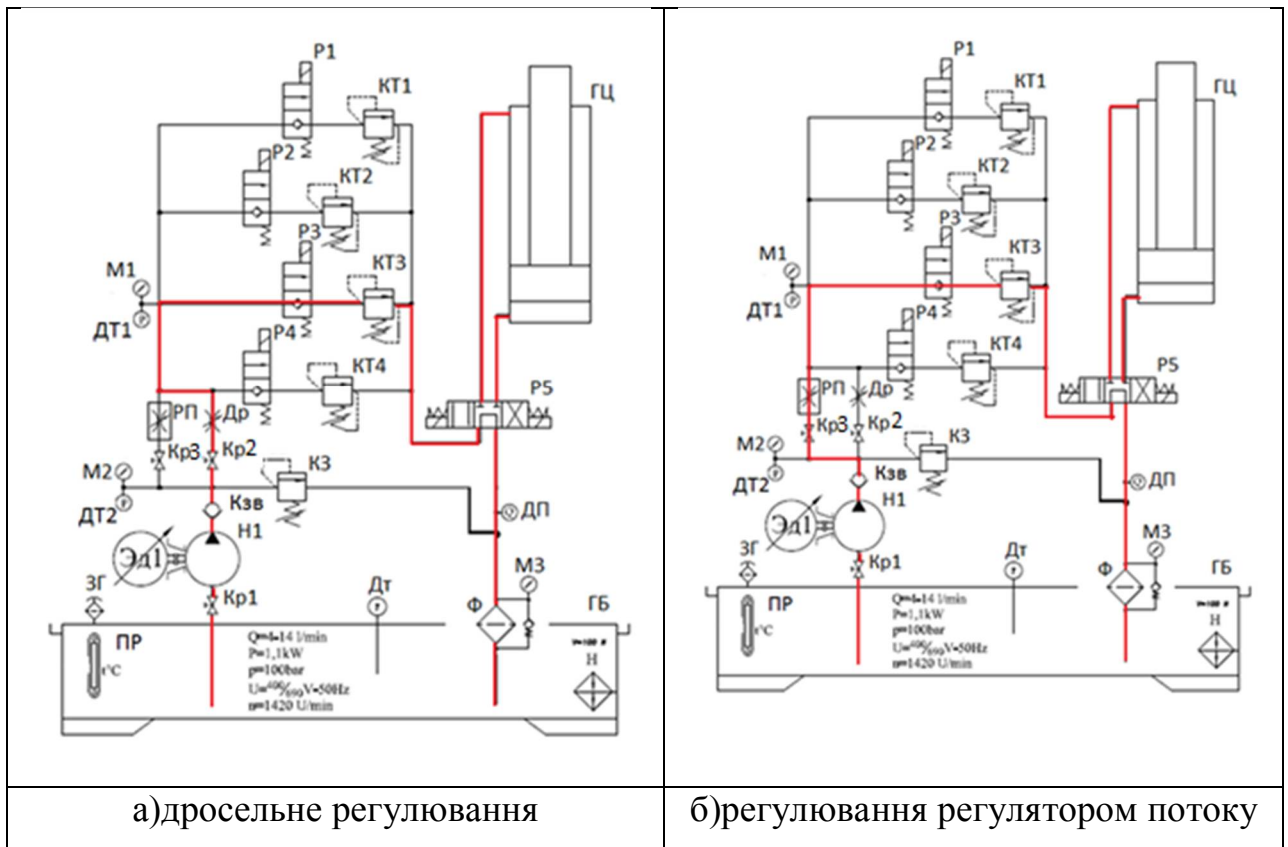


Рис.2.3. Робочий цикл схеми при визначенні теоретичної, дійсної витрати та об'ємного ККД гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при постійному навантаженні: а) – при відкритому положенні Кр2; б) – при відкритому положенні Кр3.

Опис роботи схеми при:

1) Дросельному регулюванні (рис.2.2(а))

При вмиканні живлення рідина з гідробаку ГБ через відкрите положення крану Кр1 за допомогою електродвигуна Ед від шестеренного насосу Н1 поступає до зворотнього клапану Кзв. Тиск зростає і клапан відкривається. Далі робоча рідина йде через відкритий клапан Кр2 до дроселя Др.

Примітка: В даному досліді положення ручки дроселя Др є змінним, тобто в рамках кожного з чотирьох значень навантаження положення ручки змінюється від мінімального до максимального.

Після чого рух рідини залежить від навантаження, яке задається на клапанах тиску КТ1-КТ4 відповідно. Сигнал з панелі керування (рис.2.20) подається на один з розподільників Р1-4, який відкривається і пропускає рідину через клапан КТ1-КТ4 відповідно. Після цього рідина через відкритий клапан надходить до електромагнітного розподільника Р5, сигнал на праву котушку якого подається через панель керування кнопкою «PR» (рис.2.20). Розподільник переключається у праве положення і рідина потрапляє в робочу порожнину виконавчого пристрою – гідроциліндра ГЦ. Таким чином, рідина надходить у поршневу порожнину гідроциліндра та виконавчий пристрій рухається вперед із швидкістю, що задається навантаженням на клапанах тиску. При поданні сигналу на ліву котушку розподільника через кнопку на панелі керування «PL» (рис.2.20) – рідина потрапляє в штокову порожнину циліндра – і відбувається рух в зворотньому положенні. При вмиканні кнопки «PR» на панелі керування цикл повторюється.

2) Регулюванні регулятором потоку (рис.2.2(б))

При вмиканні живлення рідина з гідробака ГБ через відкрите положення крану Кр1 за допомогою електродвигуна Ед від шестеренного насосу Н1 поступає до зворотнього клапану Кзв. Тиск зростає і клапан відкривається. Далі робоча рідина йде через відкритий клапан Кр3 до регулятора потоку РП.

Примітка: В даному досліді положення ручки регулятора потоку РП є змінним, тобто в рамках кожного з чотирьох значень навантаження положення ручки змінюється від мінімального до максимального.

Після чого рух рідини залежить від навантаження, яке задається на клапанах тиску КТ1-КТ4 відповідно. Сигнал з панелі керування (рис.2.20) подається на один з розподільників Р1-4, який відкривається і пропускає рідину через клапан КТ1-КТ4 відповідно. Після цього рідина через відкритий клапан надходить до електромагнітного розподільника Р5, сигнал на праву котушку якого подається через панель керування кнопкою «PR» (рис.2.20).

Від розподільника P5 рідина потрапляє в робочу порожнину виконавчого пристрою – гідроциліндра ГЦ. Таким чином, рідина надходить у поршневу порожнину гідроциліндра та виконавчий пристрій рухається вперед із швидкістю, що задається навантаженням на клапанах тиску. При поданні сигналу на ліву котушку розподільника через кнопку на панелі керування «PL» (рис.2.20) – рідина потрапляє в штокову порожнину циліндра – і відбувається рух в зворотньому положенні. При вмиканні кнопки «PR» на панелі керування цикл повторюється.

2.2.3. Визначення зміни дійсної витрати робочої рідини при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при попередньо встановленій витраті.

На рис.2.4 представлений робочий цикл гідравлічної схеми випробувального стенду при проведенні дослідів з дросельним регулюванням (а) та при регулюванні регулятором потоку (б).

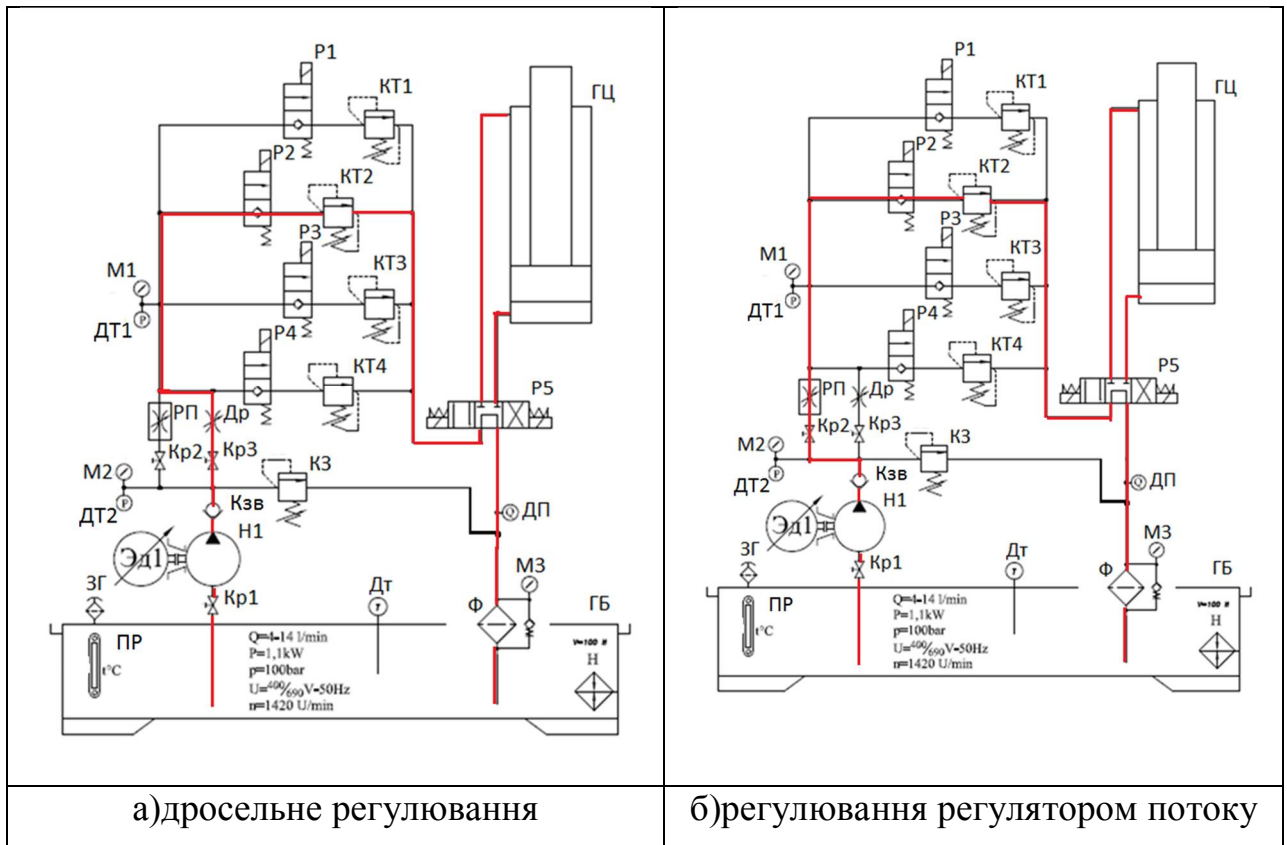


Рис.2.4. Робочий цикл схеми при визначенні зміни дійсної витрати робочої рідини при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при попередньо встановленій витраті.

Опис роботи схеми при:

1) Дросельному регулюванні (рис.2.2(а))

При вмиканні живлення рідина з гідробаку ГБ через відкрите положення крану Кр1 за допомогою електродвигуна Ед від шестеренного насосу Н1 поступає до зворотнього клапану Кзв. Тиск зростає і клапан відкривається. Далі робоча рідина йде через відкритий клапан Кр2 до дроселя Др.

Примітка: В даному досліді положення ручки дроселя встановлено зарання на певне значення витрати (задається викладачем) і є незмінним впродовж досліду, тобто значення витрати залежатиме тільки від навантаження.

Сигнал з панелі керування (рис.2.20) подається на один з розподільників Р1-4, який відкривається і пропускає рідину через клапан КТ1-КТ4 відповідно. Після цього рідина через відкритий клапан надходить до електромагнітного розподільника Р5, сигнал на праву котушку якого подається через панель керування кнопкою «PR»(рис.2.8). Розподільник переключається у праве положення і рідина потрапляє в робочу порожнину виконавчого пристрою – гідроциліндра ГЦ. Таким чином, рідина надходить у поршневу порожнину гідроциліндра та виконавчий пристрій рухається вперед із швидкістю, що задається навантаженням на клапанах тиску. При поданні сигналу на ліву котушку розподільника через кнопку на панелі керування «PL» (рис.2.20) – рідина потрапляє в штокову порожнину циліндра – і відбувається рух в зворотньому положенні. При вмиканні кнопки «PR» на панелі керування цикл повторюється.

2) Регулюванні регулятором потоку (рис.2.2(б))

При вмиканні живлення рідина з гідробаку ГБ через відкрите положення крану Кр1 за допомогою електродвигуна Ед від шестеренного насосу Н1 поступає до зворотнього клапану Кзв. Тиск зростає і клапан відкривається. Далі робоча рідина йде через відкритий клапан Кр3 до регулятора потоку РП.

Примітка: В даному досліді положення ручки регулятора потоку встановлено зарання на певне значення витрати (задається викладачем) і є незмінним впродовж досліду, тобто значення витрати залежатиме тільки від навантаження.

Сигнал з панелі керування (рис.2.20) подається на один з розподільників Р1-4, який відкривається і пропускає рідину через клапан КТ1-КТ4 відповідно. Після цього рідина через відкритий клапан надходить до електромагнітного розподільника Р5, сигнал на праву котушку якого подається через панель керування кнопкою «PR» (рис.2.20). Від розподільника Р5 рідина потрапляє в робочу порожнину виконавчого пристрою – гідроциліндра ГЦ. Таким чином, рідина надходить у поршневу порожнину гідроциліндра та виконавчий пристрій рухається вперед із швидкістю, що задається навантаженням на клапанах тиску. При поданні сигналу на ліву котушку розподільника через кнопку на панелі керування «PL» (рис.2.20) – рідина потрапляє в штокову порожнину циліндра – і відбувається рух в зворотньому положенні. При вмиканні кнопки «PR» на панелі керування цикл повторюється.

2.2.4. Визначення механічного ККД гідроциліндра.

На рис.2.5 представлений робочий цикл гідравлічної схеми випробувального стенду при проведенні дослідів з дросельним регулюванням (а) та при регулюванні регулятором потоку (б).

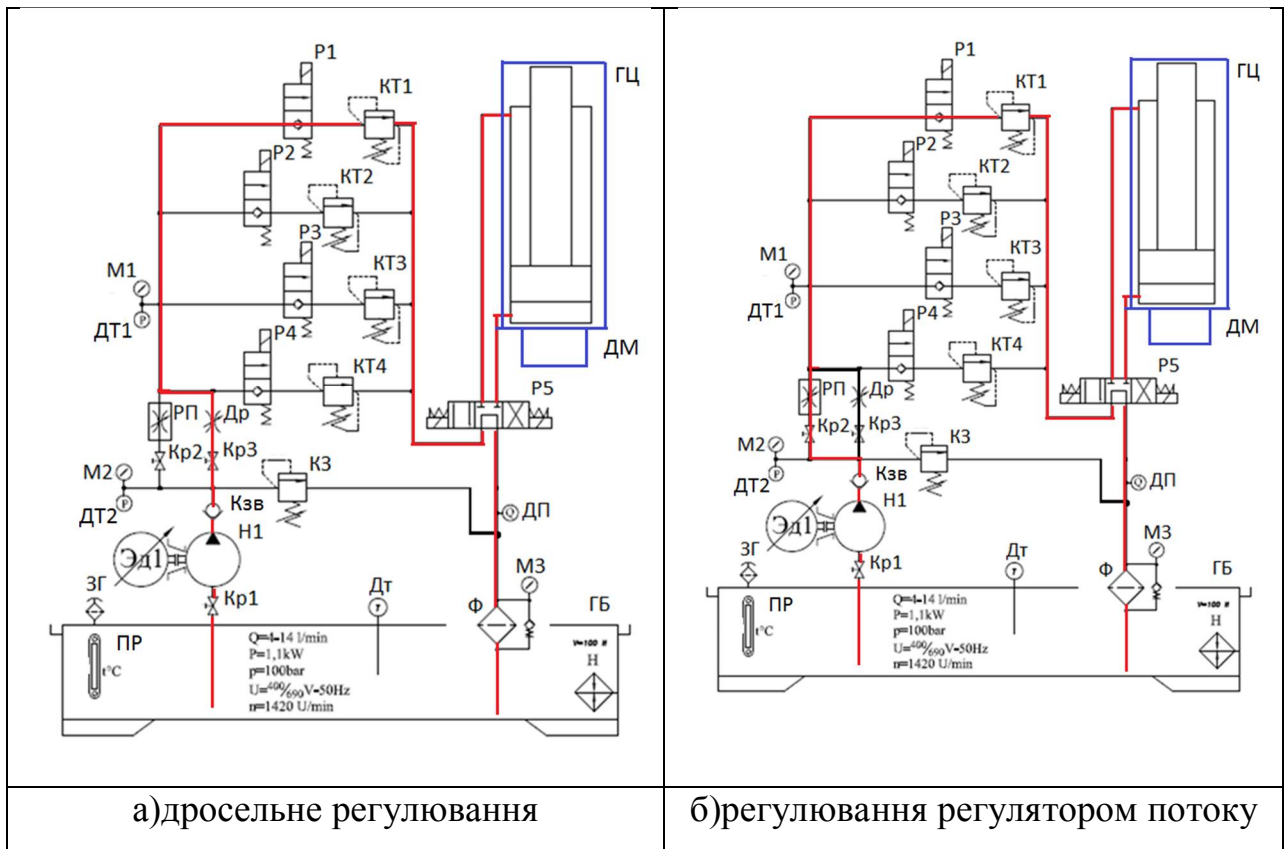


Рис.2.5. Робочий цикл схеми при визначенні механічного ККД гідроциліндра

Опис роботи схеми при:

1) Дросельному регулюванні (рис.2.2(а))

При вмиканні живлення рідина з гідробаку ГБ через відкрите положення крану Кр1 за допомогою електродвигуна Ед від шестеренного насосу Н1 поступає до зворотнього клапану Кзв. Тиск зростає і клапан відкривається. Далі робоча рідина йде через відкритий клапан Кр2 до дроселя Др.

Примітка: В даному досліді положення ручки дроселя Др є змінним, тобто в рамках кожного з чотирьох значень навантаження положення ручки змінюється від мінімального до максимального робочого.

Особливістю даного досліду є можливість зняття дійсного значення зусилля на штоці гідроциліндра ГЦ, яке здійснюється за допомогою динамометра ДМ (рис.2.27) та тарувального графіка (графік 2.28) Знання цих

величин дає змогу визначити механічний ККД даного виконавчого пристрою - гідроциліндра ГЦ при дросельному регулюванні.

Сигнал з панелі керування (рис.2.20) подається на один з розподільників Р1-4, який відкривається і пропускає рідину через клапан КТ1-КТ4 відповідно. Після цього рідина через відкритий клапан надходить до електромагнітного розподільника Р5, сигнал на праву котушку якого подається через панель керування кнопкою «PR» (рис.2.20). Розподільник переключається у праве положення і рідина потрапляє в робочу порожнину виконавчого пристрою – гідроциліндра ГЦ. Таким чином, рідина надходить у поршневу порожнину гідроциліндра та виконавчий пристрій рухається вперед із швидкістю, що задається навантаженням на клапанах тиску. При поданні сигналу на ліву котушку розподільника через кнопку на панелі керування «PL» (рис.2.20) – рідина потрапляє в штокову порожнину циліндра – і відбувається рух в зворотньому положенні. При вмиканні кнопки «PR» на панелі керування цикл повторюється.

2) Регулюванні регулятором потоку (рис.2.2(б))

При вмиканні живлення рідина з гідробака ГБ через відкрите положення крану Кр1 за допомогою електродвигуна Ед від шестеренного насосу Н1 поступає до зворотнього клапану Кзв. Тиск зростає і клапан відкривається. Далі робоча рідина йде через відкритий клапан Кр3 до регулятора потоку РП.

Примітка: В даному досліді положення ручки регулятора потоку РП є змінним, тобто в рамках кожного з чотирьох значень навантаження положення ручки змінюється від мінімального до максимального робочого.

Особливістю даного досліді є можливість зняття дійсного значення зусилля на штоці гідроциліндра ГЦ, яке здійснюється за допомогою динамометра ДМ (рис.2.27) та тарувального графіка (графік 2.28) Знання цих величин дає змогу визначити механічний ККД даного виконавчого пристрою - гідроциліндра ГЦ при регулюванні за допомогою регулятора потоку.

Сигнал з панелі керування (рис.2.20) подається на один з розподільників Р1-4, який відкривається і пропускає рідину через клапан КТ1-КТ4 відповідно. Після цього рідина через відкритий клапан надходить до електромагнітного розподільника Р5, сигнал на праву котушку якого подається через панель керування кнопкою «PR» (рис.2.20). Від розподільника Р5 рідина потрапляє в робочу порожнину виконавчого пристрою – гідроциліндра ГЦ. Таким чином, рідина надходить у поршневу порожнину гідроциліндра та виконавчий пристрій рухається вперед із швидкістю, що задається навантаженням на клапанах тиску. При поданні сигналу на ліву котушку розподільника через кнопку на панелі керування «PL» (рис.2.20) – рідина потрапляє в штокову порожнину циліндра – і відбувається рух в зворотньому положенні. При вмиканні кнопки «PR» на панелі керування цикл повторюється.

2.3 Пусконаладжувальні роботи

Пусконаладжувальні роботи є ключовим етапом, після якого відбувається введення змонтованого обладнання у безпечну експлуатацію. Вони включають в себе перевірку, налаштування і випробовування обладнання, метою чого є забезпечення усіх параметрів і режимів, заданих проектом. Ці роботи є експертною оцінкою виконаних монтажних робіт.

Загальний вид лабораторного стенду представлений на рис.2.6.[4]

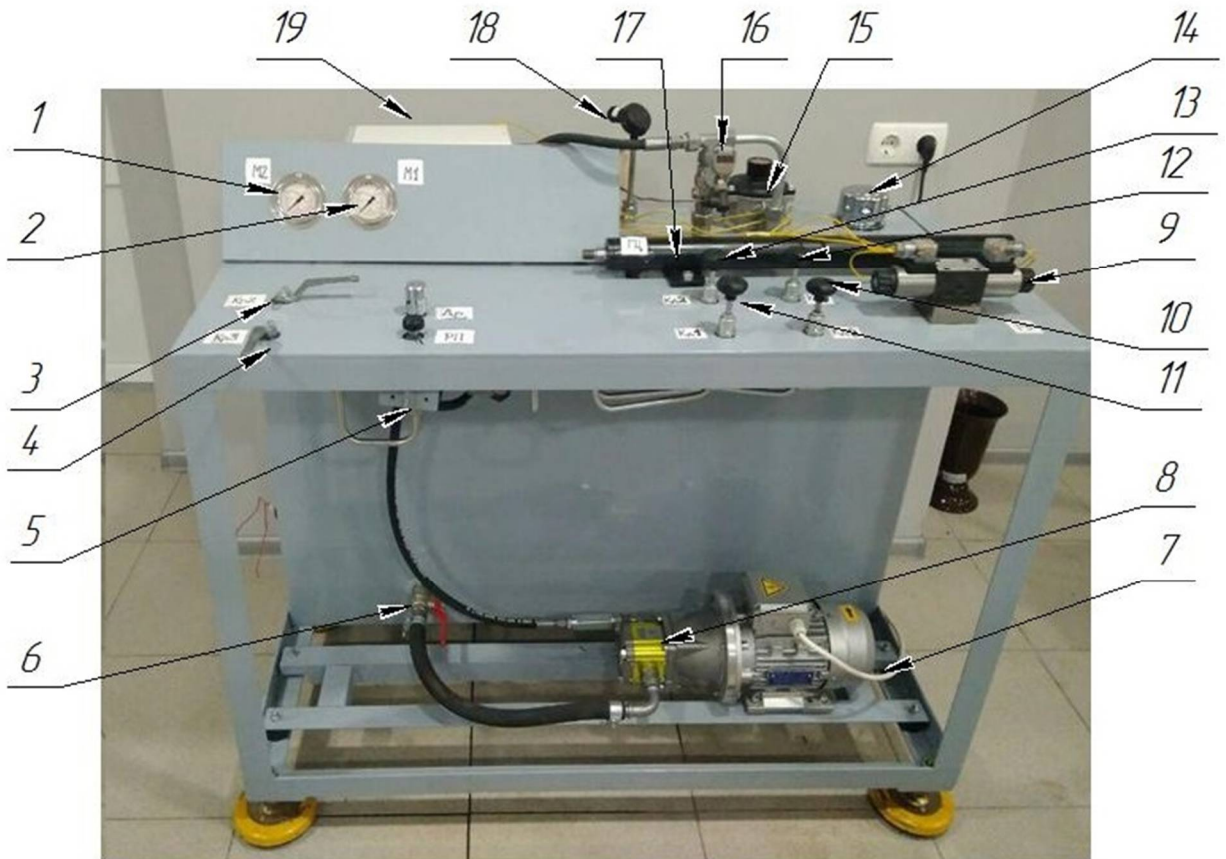


Рис.2.6. Лабораторний стенд для вивчення параметрів системи з можливістю об'ємного та дросельного регулювання швидкості руху виконавчого пристрою.

1- манометр М2; 2- манометр М1; 3 - кран Кр2; 4 - кран Кр3; 5 – запобіжний клапан КЗ; 6 – кран Кр3; 7 – асинхронний електродвигун ЕД; 8 – шестеренний насос НШ; 9 – електромагнітний розподільник Р5; 10 – клапан тиску КТ2; 11 – клапан тиску КТ1; 12 – клапан тиску КТ3; 13 – клапан тиску КТ4; 14 – зливна

горловина ЗГ; 15 – зливний фільтр грубої очистки Ф з манометром МЗ; 16 – витратомір; 17 – гідроциліндр ГЦ; 18 – термостат.

Основні етапи пусконаладжувальних робіт щодо введення в експлуатацію лабораторного стенду:

1. Ввімкнення живлення в лабораторії.
2. Під'єднання стенду до мережі живлення.
3. Перевірка справності обладнання та налаштування його у вихідне положення.
4. Попередній запуск стенду.
5. Вимкнення живлення та скидання тиску в системі.

УВАГА! Перед початком роботи в лабораторії обов'язково потрібно прослухати інструктаж з питань охорони праці.

1. Ввімкнення живлення в лабораторії.

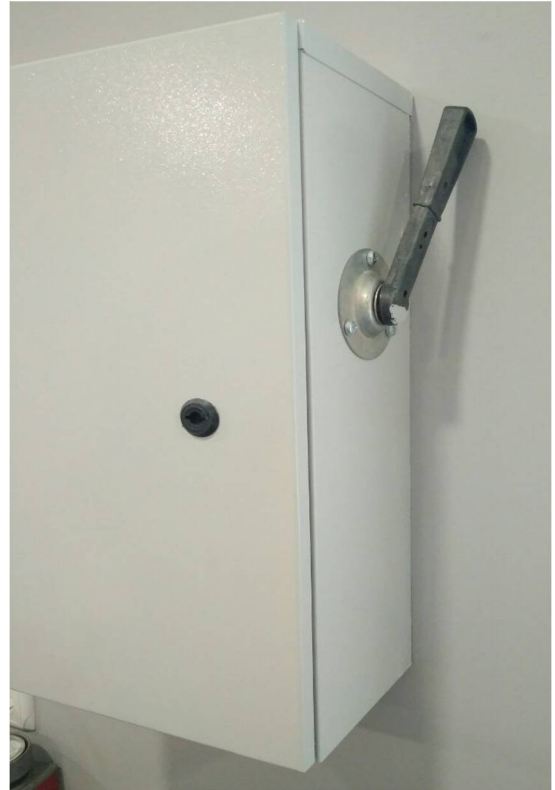
Щиток живлення перевести в положення «Ввімкнено». (рис.2.7)



Рис.2.7(а). Загальний вигляд щитка живлення.



а)Вимкнено



б)Ввімкнено

Рис.2.7(б). Загальний вигляд щитка живлення.

2. Під'єднання стенду до мережі живлення.

Для під'єднання лабораторного стенду до мережі 380В потрібно під'єднати розетку живлення.(рис.2.8)



а)Вимкнено



б)Ввімкнено

Рис.2.8. Розетка живлення.

3. Перевірка справності обладнання та налаштування його у вихідне положення:

3.1. Перевірка та налаштування положення ручки дроселя.(рис.2.9)



✗ Невірно



✓ Вірно

Рис.2.9. Налаштування положення ручки дроселя.

3.2. Перевірка та налаштування положення крану подачі насосу.

Кран має бути у відкритому положенні при першому запуску системи.(рис.2.10)



Закрите положення



Відкрите положення

Рис.2.10. Налаштування крану подачі насосу.

3.3. Блок живлення має бути включений в розетку та налаштований на напругу 24 В; струм 1,1 А.(рис.2.11)



Рис.2.11. Загальний вигляд блока живлення.

4. Попередній запуск стенду.

Після перевірки апаратури на правильність підключення та налаштування необхідно здійснити перший запуск стенду з щитка живлення (рис.2.12) Ручка включення зображена у вимкненому положенні, для її включення необхідно підняти три перемикачі догори.

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

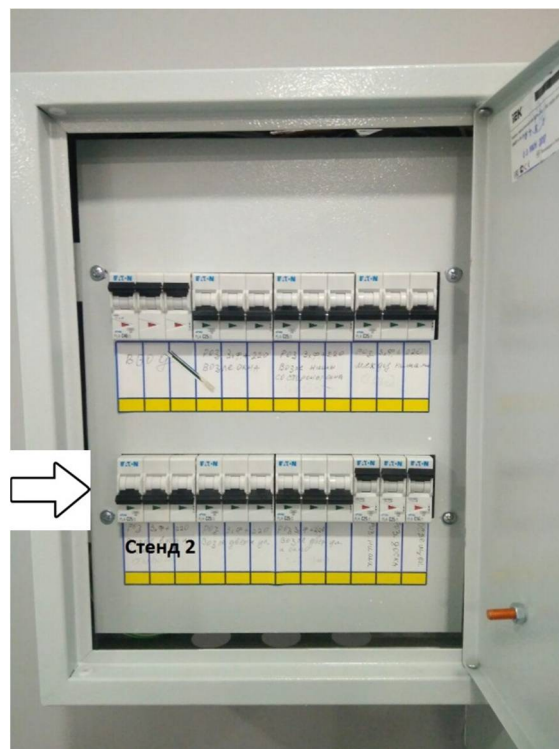


Рис.2.12. Загальний вигляд щитка живлення у вимкненому положенні.

Якщо система налаштована вірно, то манометр М2 буде показувати тиск налаштування в системі (цей тиск налаштовується запобіжним клапаном КЗ заздалегідь на 80 бар).

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

5. Вимкнення живлення та скидання тиску в системі.

При здійсненні вимкнення лабораторного стенду необхідно дотримуватись наступної послідовності дій :

5.1. Вимкнути всі кнопки на панелі керування гідравлічною апаратурою.(рис.2.20)

Увага! Впродовж проведення дослідів необхідно слідкувати, щоб не було включено два електромагніту одночасно на розподільнику Р5 (рис.2.1., рис.2.6., рис.2.16) задля запобіганню перегорання контакту!

5.2. Вимкнути перемикачі на щитку живлення.(рис.2.12)

5.3. Вимкнути з джерела напруги блок живлення (рис.2.11)

5.4. Вимкнути розетку живлення насосної станції (рис.2.8)

2.4. Опис основних компонентів лабораторного стану

Лабораторний стан складається з наступних вузлів:

- асинхронного електродвигуна типу MS803-4 фірми INDUCTION MOTOR, зображеного на рис.2.13.,рис.2.1., рис.2.6

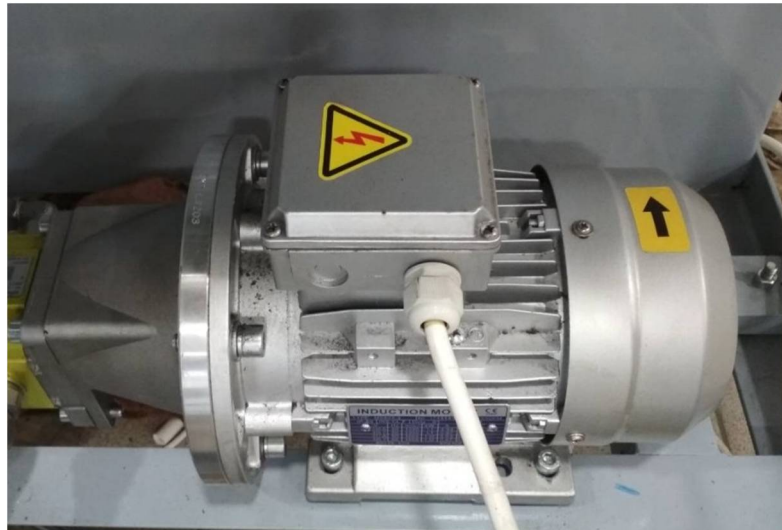


Рис.2.13. Електродвигун типу MS803-4

- нерегульованого шестеренного гідронаосу Н1 типу X2P4502ЕСВА фірми VIOLO (рис.2.14,рис.2.1., рис.2.6).

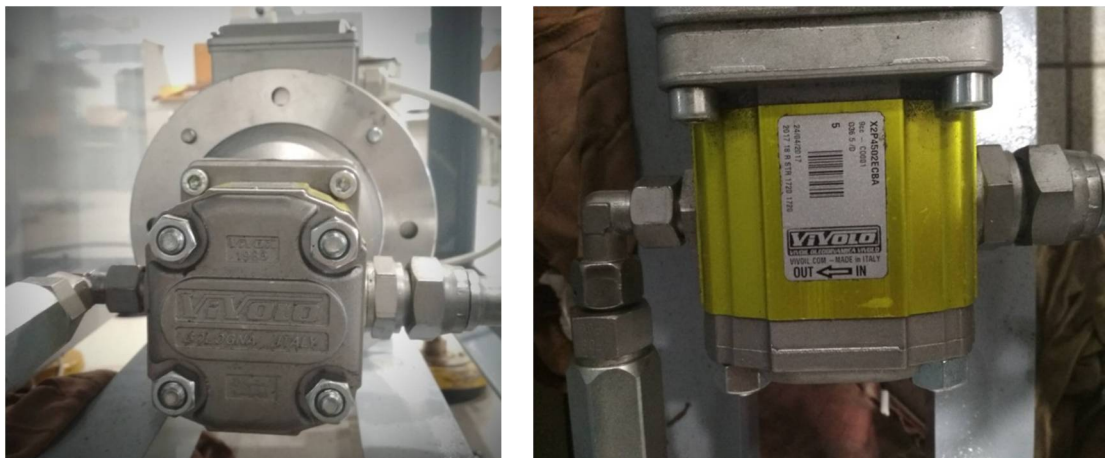


Рис.2.14. Шестеренний гідронаос Н1 типу X2P4502ЕСВА

- запобіжного клапана КЗ типу НКV01218006 фірми HANSA FLEX GERMANY(рис.2.15,рис.2.1., рис.2.6).

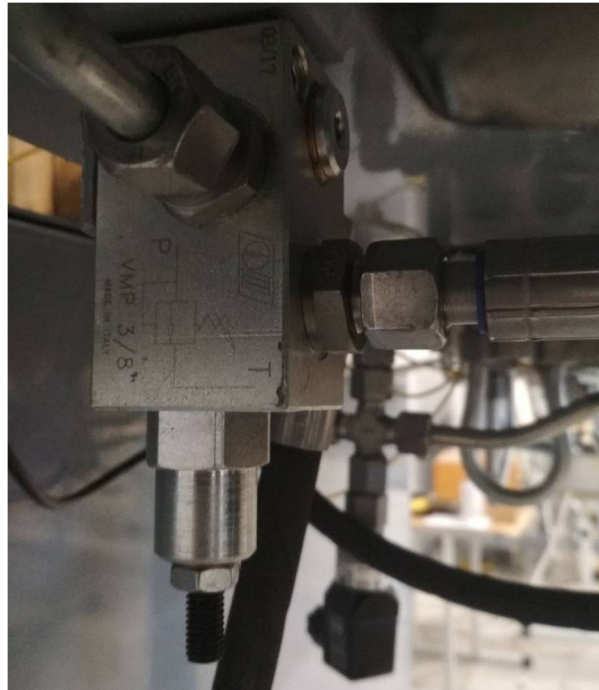


Рис.2.15. Шестеренний гідронасос Н1 типу Х2Р4502ЕСВА

- трьохпозиційного чотирьохлінійного електромагнітного розподільника Р5 типу НКDHE0714Х24DC фірми HANSA FLEX GERMANY (рис.2.16,рис.2.1., рис.2.6).

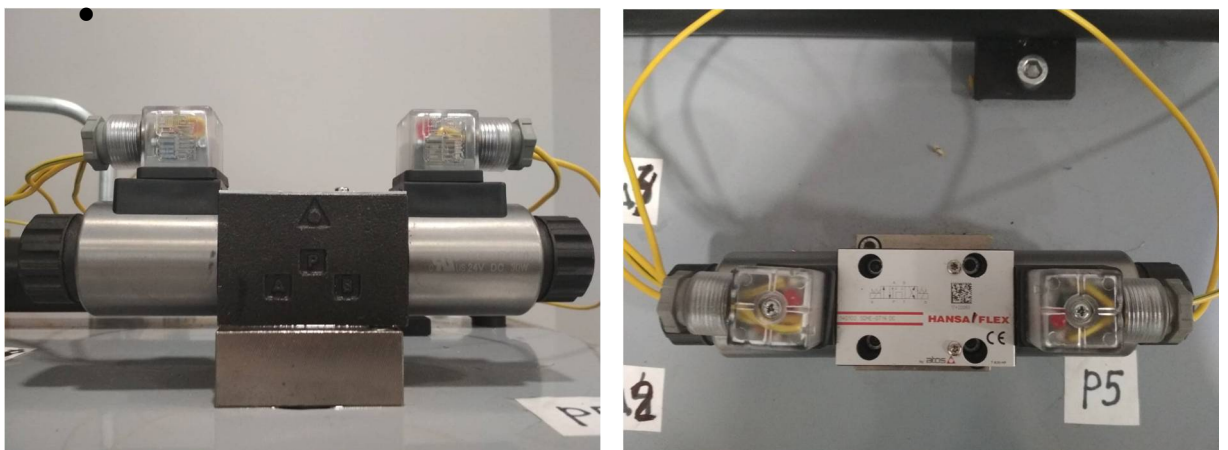


Рис.2.16. Розподільник Р5 типу НКDHE0714Х24DC

- гідроциліндра ГЦ двосторонньої дії типу 40/20*500 фірми Hydraulic Line Ukraine у якості виконавчого пристрою. (рис.2.17,рис.2.1., рис.2.6)

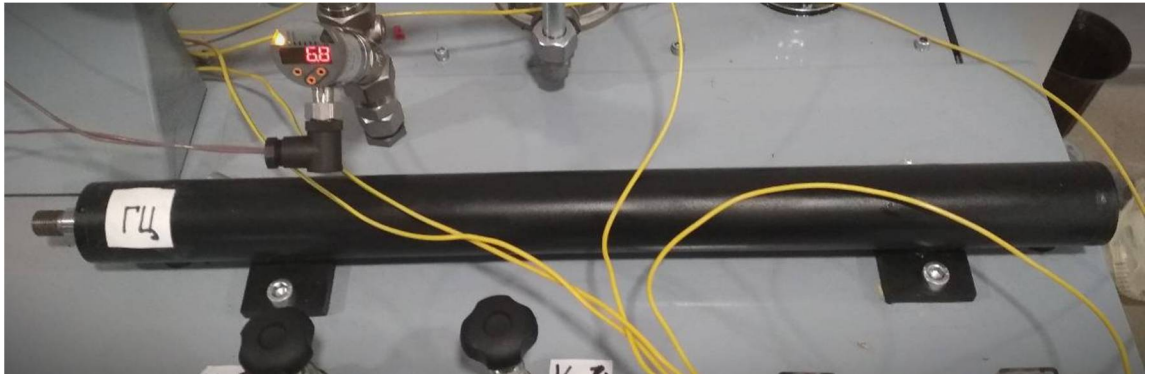


Рис.2.17. Гідроциліндр ГЦ типу 40/20*500

Насосна станція НС включає в себе приводний асинхронний електродвигун (рис.2.2,рис.2.1., рис.2.6), шестеренний насос (рис.2.3,рис.2.1., рис.2.6) з робочим об'ємом $q_p = 10.8 \text{ см}^3 / \text{об}$ та масляний бак, заповнений рідиною (масло індустріальне НLР46).

Гідравлічні агрегати з'єднані між собою алюмінієвими трубами та рукавами високого тиску РВД.

Стенд містить клапани тиску КТ1, КТ2, КТ3, КТ4 (рис.2.18,рис.2.1., рис.2.6), призначені для створення імітації навантаження системи.

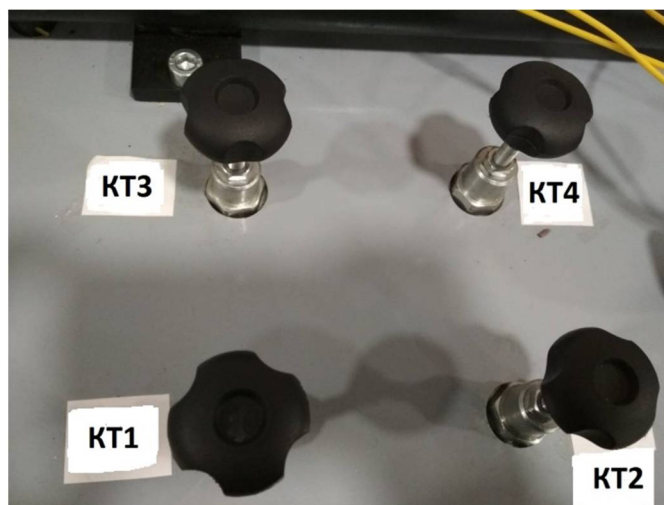


Рис.2.18. Клапани тиску КТ1, КТ2, КТ3, КТ4 типу

Включення їх в роботу відбувається за допомогою двохпозиційних двохлапних електромагнітних розподільників Р1-4 типу MSV30E 24VDC фірми Hydronit Italy (рис.2.19,рис.2.1., рис.2.6).

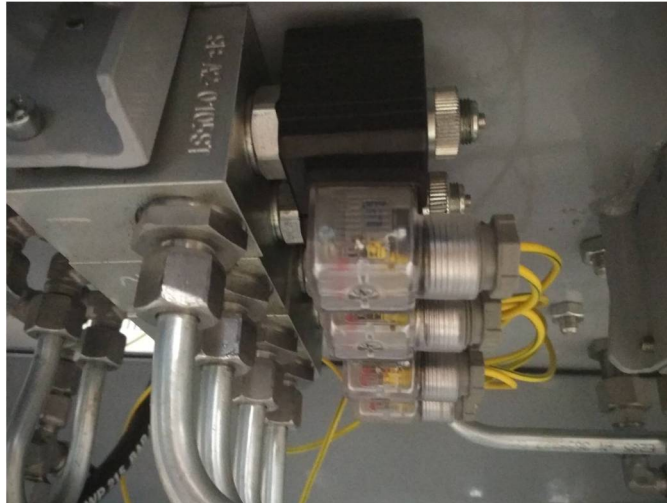


Рис.2.19. Розподільники Р1-Р4 типу MSV30E 24VDC

Сигнал на електромагнітні розподільники Р1-4 подається з панелі керування за допомогою кнопок (рис.2.20,рис.2.1., рис.2.6).

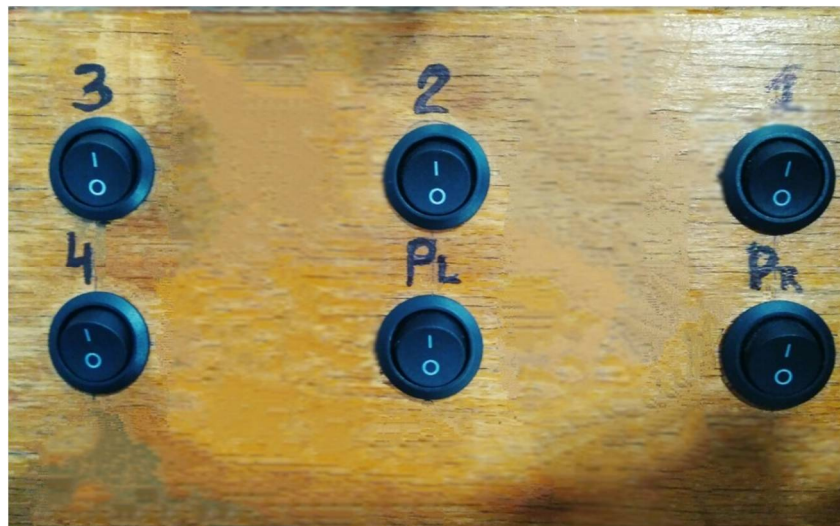


Рис.2.20. Кнопкова панель керування розподільниками: кнопка 1 – подає сигнал на клапан Р1; кнопка 2 – на Р2; кнопка 3 – на Р3; кнопка 4 – на Р4; PL – на лівий магніт розподільника Р5; PR – на правий магніт розподільника Р5.

У системі встановлений регульований дросель Др типу НКFCVHN800S12 фірми HANSA FLEX GERMANY та регулятор потоку РП типу FR12W36NT фірми Winner Taiwan (рис.2.21,рис.2.1., рис.2.6).

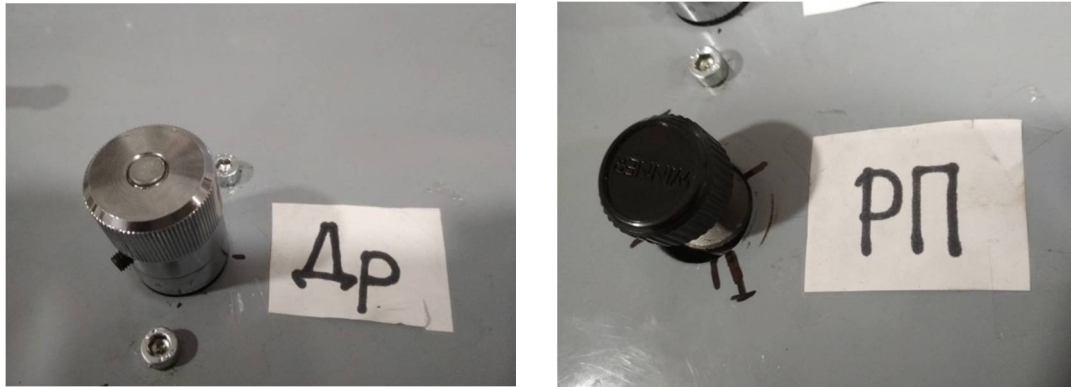


Рис.2.21. Дросель Др типу НКFCVHN800S12 та регулятор потоку РП типу FR12W36NT у відкритому положенні

Переключення між дроселем Др або регулятором потоку РП здійснюється через кулькові крани Кр2 та Кр3 типу ВKR13VZ фірми HANSA FLEX GERMANY (рис.2.22,рис.2.1., рис.2.6).

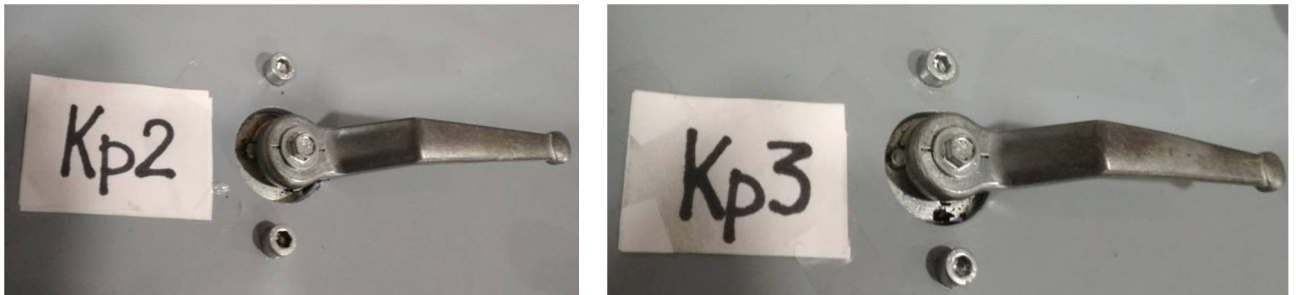


Рис.2.22. Кран кульковий Кр2 та Кр3 типу ВKR13VZ у відкритому положенні.

Регулятор РП типу FR12W6NT призначений для регулювання подачі рідини від насосу у гідроциліндр ГЦ. Надлишок рідини зливається через клапан КЗ (рис.2.4) у масляний бак. Клапан КЗ налаштований на тиск $p = 80\text{бар}$.

Для контролю за рівнем робочої рідини у системі встановлений показник рівня та температури t (рис.2.23,рис.2.1., рис.2.6).



Рис.2.23. Показник рівня робочої рідини

Перепад тиску на дроселі фіксується на двох манометрах М1 та М2 (рис.2.24,рис.2.1., рис.2.6)



Рис.2.24. Манометри М1 та М2 в нульовому положенні

Манометр М3 встановлений для показу рівня забруднення зливного фільтру Ф (рис.2.25,рис.2.1., рис.2.6).

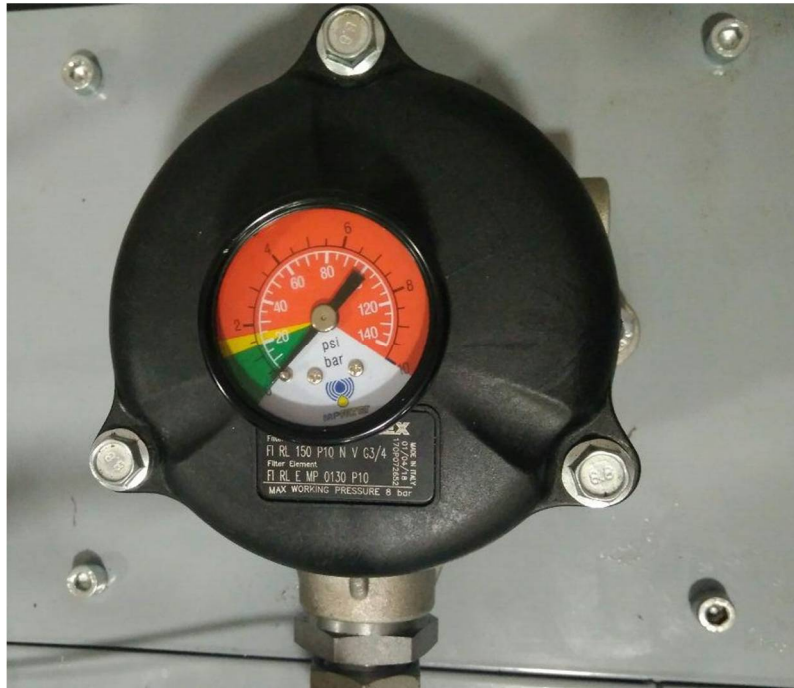


Рис.2.25. Зливний фільтр Ф типу та манометр МЗ

Датчик потоку ДП або витратомір типу SVG 232 (рис.2.26,рис.2.1., рис.2.6) фірми IFM Germany дає можливість зняти значення витрати у будь-який стаціонарний момент роботи гідравлічної системи.



Рис.2.26. Датчик потоку (витратомір) ДП типу SVG 232

2.5 Методика проведення дослідів

2.5.1. Визначення дійсної витрати гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при змінному навантаженні.

Мета дослідів: визначити значення дійсної витрати робочої рідини при змінній тиску навантаження при різних значеннях положення рукоятки дроселя та регулятора потоку ; побудувати графіки залежності дійсної витрати від положення ручки; зробити висновки щодо виконаної роботи.

Методика проведення дослідів:

1. Ввімкнути живлення системи.

2. Налаштувати клапани тиску КТ1, КТ2, КТ3, КТ4 (рис.2.19,рис.2.1., рис.2.6) на відповідні значення тиску 25, 35, 45, 55 bar (таблиця 2.1). Для цього необхідно відкрити кран Кр2 (рис.2.22,рис.2.1., рис.2.6).та натиснути кнопку 1 на панелі керування, після чого прокрутити клапан тиску КТ1 доти, доки на манометрі М2 (рис.2.24,рис.2.1., рис.2.6) не встановиться значення тиску 25 bar. Аналогічні налаштування провести для трьох інших клапанів.

Таблиця 2.1

Налаштування навантажувальних клапанів тиску КТ1-КТ4

КТ1	КТ2	КТ3	КТ4
<i>bar</i>	<i>bar</i>	<i>bar</i>	<i>bar</i>
25	35	45	55

3. Виставити дросель Др та регулятор потоку РП (рис.2.21,рис.2.1., рис.2.6) в перше положення ручки.

Примітка! Першим робочим положенням ручки дроселя або регулятора потоку необхідно вважати таке положення, при якому витратомір (рис.2.26, рис.2.1., рис.2.6) показуватиме значення із ввімкненим жовтим індикатором. (рис. 2.26).

4. Для вимірювання витрати через дросель Др (рис.2.21,рис.2.1., рис.2.6) необхідно відкрити кран Кр2 (рис.2.22,рис.2.1., рис.2.6) та змінювати положення ручки дроселя α , отримані значення занести в таблицю 2.2.
5. Для вимірювання витрати через регулятор потоку РП (рис.2.21,рис.2.1., рис.2.6) необхідно відкрити кран Кр3 (рис.2.22,рис.2.1., рис.2.6) та змінювати положення ручки регулятора, отримані значення занести в таблицю 2.2.
6. Побудувати графік залежності дійсної витрати робочої рідини від тиску навантаження при різних положеннях ручки для дроселя Др та для регулятора потоку РП.
7. Зробити висновок щодо отриманих залежностей.
8. Відповісти на контрольні запитання.

Таблиця 2.2

Результати вимірювань 1-ого досліду

Положення ручки α	Експериментальні дані							
	Q_D (ДР)				Q_D (РП)			
	$\frac{l}{xв}$				$\frac{l}{xв}$			
	25bar	35bar	45bar	55bar	25bar	35bar	45bar	55bar
1								
2								
...								
21								

За отриманими експериментальними даними необхідно побудувати графік залежності $Q_{D(Др)} = f(\alpha)$ та $Q_{D(РП)} = f(\alpha)$.

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

Згідно з проведеними експериментами було виміряно дійсну витрату ріднини в системі при роботі з дроселем (у 21 положеннях ручки) та при роботі в режимі з регулятором потоку (у 9-ти положеннях ручки). Результати дослідів записані в таблицю 2.3.

Обробка результатів дослідів 2.5.1

Таблиця 2.3

Результати вимірювань 1-ого дослідів

Положення ручки α	Експериментальні дані									
	Q_D (ДР)				Q_T (ДР)	Q_D (РП)				Q_T (РП)
	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$				$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$				$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$
	25bar	35bar	45bar	55bar	15,012	25bar	35bar	45bar	55bar	15,012
1	7,4	6,8	6,4	5,7	15,012	5,5	5,6	5,7	5,6	15,012
2	9,9	8,8	8,8	6,7	15,012	6,9	7	7	7	15,012
3	10,9	9,8	9,1	7,7	15,012	8,9	8,9	9	8,9	15,012
4	11,8	10,6	9,7	8,3	15,012	11	11	10,9	10,9	15,012
5	12,6	11,5	10,4	9	15,012	12,9	13	12,9	12,7	15,012
6	13	12,3	11	9,6	15,012	15,3	15,5	15,3	15,4	15,012
7	13,6	12,8	11,6	10	15,012	15,3	15,5	15,4	15,4	15,012
8	14	13,2	12,1	10,4	15,012	15,4	15,6	15,5	14,8	15,012
9	14,2	13,6	12,6	10,9	15,012	15,5	15,5	14,7	14,6	15,012
10	14,8	13,9	12,9	11,3	15,012					
11	15,2	14,3	13,1	11,6	15,012					
12	15,5	14,6	13,3	11,9	15,012					
13	15,8	14,9	13,6	12,2	15,012					
14	15,8	15,2	13,9	12,5	15,012					
15	15,8	15,4	14,1	12,8	15,012					
16	15,7	15,6	14,3	12,9	15,012					
17	15,8	15,7	14,5	13,1	15,012					
18	15,6	15,6	14,7	13,2	15,012					
19	15,7	15,6	14,8	13,4	15,012					
20	15,6	15,6	14,9	13,5	15,012					
21	15,6	15,6	15	13,7						

Побудовані графік залежності в програмі Microsoft Excel:

- ✓ дійсної витрати робочої рідини через дросель Др від положення ручки дроселя $Q_{Д(Др)} = f(\alpha)$ (рис. 2.26);
- ✓ дійсної витрати робочої рідини через регулятор потоку РП від положення ручки $Q_{Д(РП)} = f(\alpha)$ (рис. 2.27).

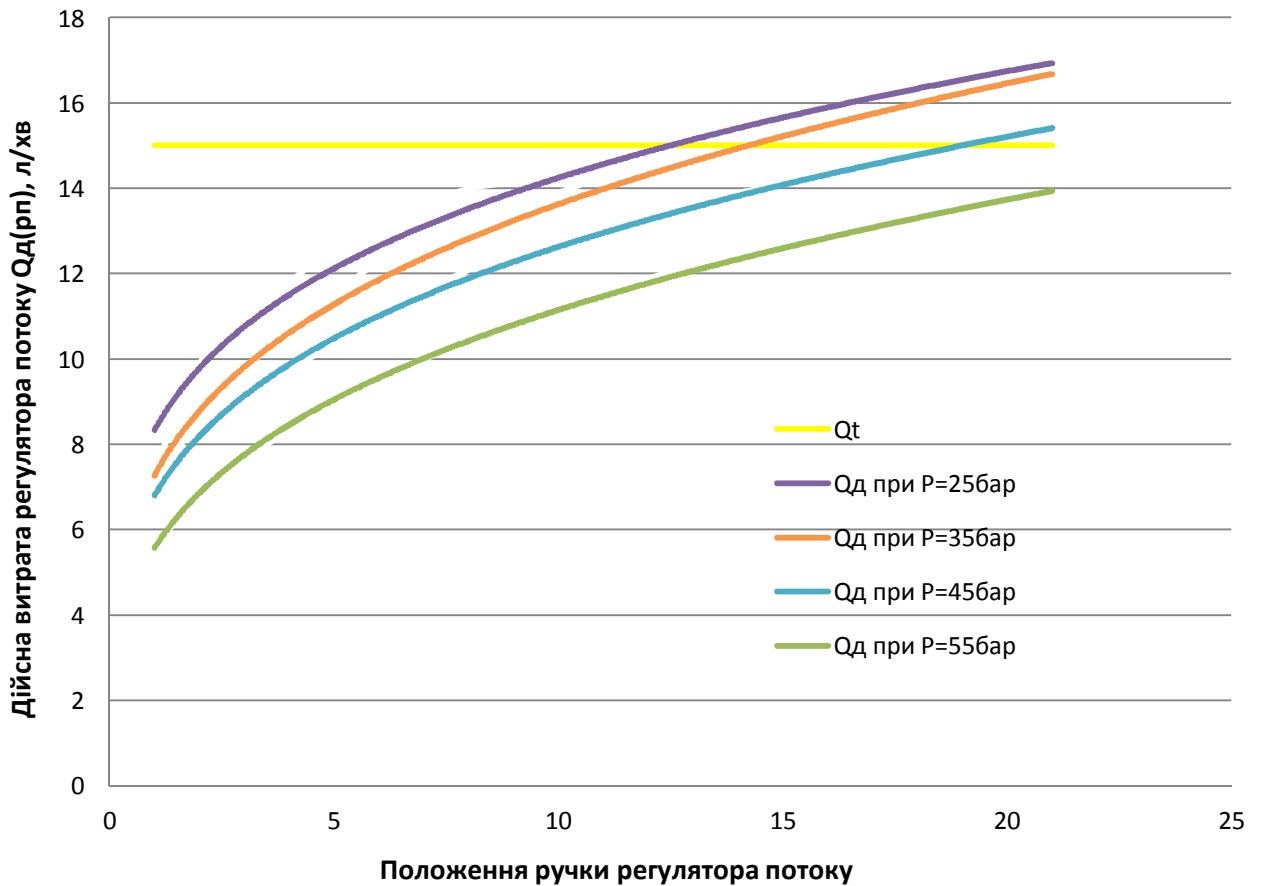


Рис.2.26. Залежність дійсної витрати дроселя від положення ручки при змінному навантаженні.

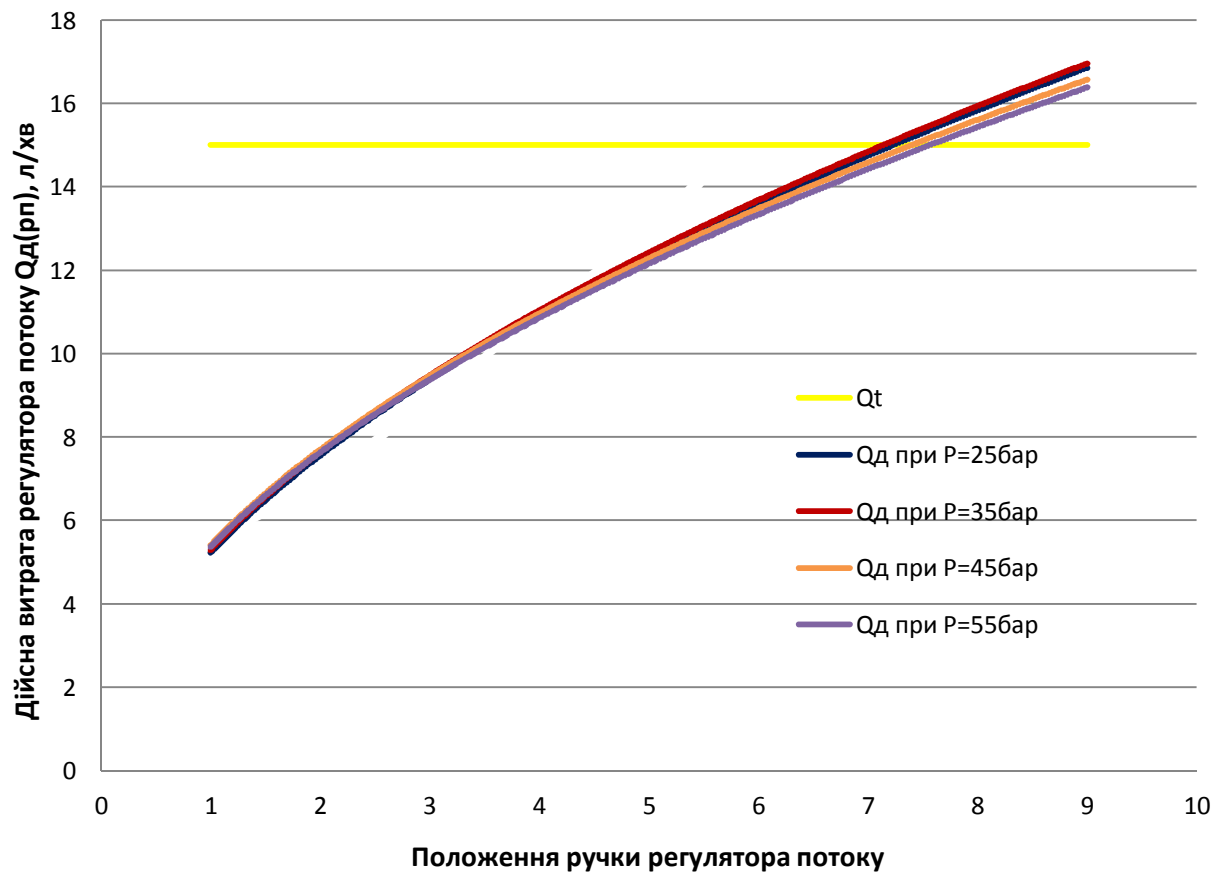


Рис.2.27. Залежність дійсної витрати регулятора потоку від положення ручки при змінному навантаженні.

Висновки

За результатами вимірювань можна зробити наступні висновки:

- при збільшенні ручки повороту дроселя α дійсна витрата $Q_{д(др)}$ у системі зростає за прямо пропорційною залежністю.
- при збільшенні ручки повороту регулятора потоку α дійсна витрата $Q_{д(рп)}$ у системі зростає за прямо пропорційною залежністю.
- оптимальний режим роботи системи при регулюванні швидкості за допомогою дроселя спостерігається при 10-ому положенні

ручки, так як теоретична витрата $Q_{T(Dp)}$ та дійсна витрата $Q_{D(Dp)}$ мають приблизно однакові значення. Виходячи з цього ККД системи в такому випадку буде найвищий.

- оптимальний режим роботи системи при регулюванні швидкості за допомогою регулятора потоку спостерігається при 6-ому положенні ручки, так як теоретична витрата $Q_{T(P1)}$ та дійсна витрата $Q_{D(P1)}$ мають приблизно однакові значення. Виходячи з цього ККД системи в такому випадку буде найвищий.

Контрольні запитання:

1. Які види регулювання швидкості в системі Ви знаєте? Перерахуйте їх переваги та недоліки.
2. Чи впливає навантаження на роботу системи? Якщо так, то яким чином.
3. Який характер залежності між навантаженням в системі та дійсною витратою гідروциліндра при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку?
4. Від чого залежить оптимальний режим роботи? Який найоптимальніший режим роботи системи в даному досліді при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку?

2.5.2 Визначення теоретичної, дійсної витрати та об'ємного ККД гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при постійному навантаженні.

Мета досліджу: визначити значення теоретичної, дійсної витрати та об'ємного ККД гідравлічної системи при регулюванні дроселем та регулятором потоку при постійному навантаженні; побудувати графіки залежності дійсної витрати та об'ємного ККД від перепаду тиску; зробити висновки щодо виконаної роботи.

Методика проведення досліджу:

1. Ввімкнути живлення системи.
2. Налаштувати кожен з клапанів тиску КТ (рис.2.19,рис.2.1., рис.2.6) на тиск навантаження, який задається викладачем в діапазоні (5...75) bar. Значення тиску для клапанів тиску КТ1, КТ2, КТ3, КТ4 наведені в таблиці 2.1.
3. Для вимірювання витрати через дросель Др (рис.2.21,рис.2.1., рис.2.6) необхідно відкрити кран Кр2 (рис.2.22,рис.2.1., рис.2.6) та змінювати положення ручки дроселя.
4. Для вимірювання витрати через регулятор потоку РП (рис.2.21,рис.2.1., рис.2.6) необхідно відкрити кран Кр3 та змінювати положення ручки регулятора.
5. Вимірювання витрати дроселя Q_D (Др) необхідно провести для 18-ти положень ручки дроселя і для чотирьох значень навантаження P (навантаження)=25,35,45,55 bar відповідно. Експериментальні значення занести в таблиці 2.4-2.7. Значення витрати знімають з витратоміра. (рис.2.26,рис.2.1., рис.2.6)
6. Вимірювання витрати регулятора потоку Q_D (РП) необхідно провести для 9-ти положень ручки регулятора потоку і для чотирьох значень навантаження

$P(\text{навантаження})=25,35,45,55 \text{ bar}$ відповідно. Експериментальні значення занести в таблиці 2.8-2.11. Значення витрати знімають з витратоміра. (рис.2.26,рис.2.1., рис.2.6)

7. При кожному значенні положення ручки дроселя необхідно фіксувати значення тиску в системі (перед дроселем), яке відображається на манометрі M_2 та значення тиску після дроселя - на манометрі M_1 ; (рис.2.24,рис.2.1., рис.2.6) отримані значення занести в таблицю 2.4 - 2.8.

8. При кожному значенні положення ручки регулятора потоку необхідно фіксувати значення тиску в системі (перед регулятором потоку), яке відображається на манометрі M_2 та значення тиску після регулятора потоку - на манометрі M_1 ; (рис.2.24,рис.2.1., рис.2.6) отримані значення занести в таблицю 2.8 - 2.11.

9. Порахувати перепад тиску на дроселі (регуляторі потоку) за формулою [2], отримані значення занести в таблицю 2.4 – 2.7 та 2.8 – 2.11 відповідно:

$$\Delta p = M_1 - M_2 \quad (2.1)$$

Де :

M_1 - значення тиску перед дроселем (регулятором потоку), *bar*

M_2 - значення тиску після дроселя (регулятора потоку), *bar*

10. Порахувати теоретичну витрату системи треба за формулою[3]:

$$Q_T = qn \quad (2.2)$$

Де :

q - робочий об'єм насоса, $\frac{\text{см}^3}{\text{хв}}$

n - кількість обертів насоса, хв^{-1}

Обрахунки:

$$Q_T = 1390 * 10,8 = 15,012 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

11. Знаючи теоретичну та дійсну витрату можна знайти об'ємний ККД гідроциліндру за формулою [2]:

Для дроселя :

$$\eta_{o(\text{Др})} = \frac{Q_{T(\text{Др})}}{Q_{D(\text{Др})}} \quad (2.3)$$

Для регулятора потоку:

$$\eta_{o(\text{РП})} = \frac{Q_{T(\text{РП})}}{Q_{D(\text{РП})}} \quad (2.4)$$

Де:

$Q_{T(\text{Др})}$ - теоретична витрата через дросель, $\frac{\text{л}}{\text{хв}}$

$Q_{D(\text{Др})}$ - дійсна витрата робочої рідини через дросель Др, $\frac{\text{л}}{\text{хв}}$;

$Q_{T(\text{РП})}$ - теоретична витрата через регулятор потоку, $\frac{\text{л}}{\text{хв}}$;

$Q_{D(\text{РП})}$ - дійсна витрата робочої рідини через регулятор потоку РП, $\frac{\text{л}}{\text{хв}}$

Отримані значення об'ємного ККД для дроселя Др та для регулятора потоку РП занести відповідно в таблиці 2.4 – 2.7 та 2.8 – 2.11 відповідно.

12. Побудувати:

- чотири графіки залежності при різних значеннях Р(навантаження) для дроселя : $Q_{D(\text{Др})} = f(\Delta p)$,
- чотири графіки залежності при різних значеннях Р(навантаження) для регулятора потоку $Q_{D(\text{РП})} = f(\Delta p)$,

- чотири графіки залежності при різних значеннях $P(\text{навантаження})$ для дроселя $\eta_{o(\text{Др})} = f(\Delta p_{\text{Др}})$,
- чотири графіки залежності при різних значеннях $P(\text{навантаження})$ для регулятора потоку $\eta_{o(\text{РП})} = f(\Delta p_{\text{РП}})$.

13. Зробити висновки щодо отриманих залежностей.

14. Відповісти на контрольні запитання.

Обробка результатів досліду 2.5.2.

1. Результати дослідження дроселя при $P_{\text{навантаження}}=25\text{bar}$ наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Результати дослідження дроселя при $P_{\text{навантаження}}=25\text{bar}$

Положення ручки дроселя	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{\text{Др}}$	$P_2(M2)_{\text{Др}}$	$Q_{\text{Д}}(\text{Др})$	$\Delta p_{\text{Др}}$	$Q_{\text{Т}}(\text{Др})$	$\eta_{O(\text{Др})}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	
1	1,00	76,00	7,00	75	15,012	0,466293632
2	4,00	74,00	8,90	70	15,012	0,592859046
3	5,00	73,00	9,80	68	15,012	0,652811084
4	9,00	72,00	10,60	63	15,012	0,706101785
5	11,00	71,00	11,40	60	15,012	0,759392486
6	13,00	70,00	12,00	57	15,012	0,799360512
7	15,00	69,00	12,60	54	15,012	0,839328537
8	17,00	68,00	13,10	51	15,012	0,872635225
9	18,00	67,00	13,50	49	15,012	0,899280576
10	19,00	66,00	13,80	45	15,012	0,919264588
11	20,00	65,00	14,10	45	15,012	0,939248601
12	21,00	64,00	14,40	43	15,012	0,959232614
13	22,00	59,00	14,60	36	15,012	0,972555289
14	22,50	56,00	14,60	33,5	15,012	0,972555289
15	22,50	53,00	14,70	28	15,012	0,979216627
16	22,00	51,00	14,70	28	15,012	0,979216627
17	22,00	49,00	14,80	27	15,012	0,985877964
18	22,00	48,00	14,80	26	15,012	0,985877964

2. Результати дослідження дроселя при $P_{\text{навантаження}}=35\text{bar}$ наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Результати дослідження дроселя при $P_{\text{навантаження}}=35\text{bar}$

Положення ручки дроселя	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{Др}$	$P_2(M2)_{Др}$	$Q_{Д}$ (Др)	$\Delta p_{Др}$	$Q_{Т}$ (Др)	$\eta_{O(Др)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	
1	1,00	75,00	6,6	74,00	15,012	0,439648281
2	4,00	74,00	8,2	70,00	15,012	0,546229683
3	8,00	72,00	9,1	64,00	15,012	0,606181721
4	10,00	71,00	9,9	61,00	15,012	0,659472422
5	13,00	70,00	10,6	57,00	15,012	0,706101785
6	15,00	69,00	11,2	54,00	15,012	0,746069811
7	16,00	68,00	11,7	52,00	15,012	0,779376499
8	18,00	67,00	12,2	49,00	15,012	0,812683187
9	20,00	66,00	12,6	46,00	15,012	0,839328537
10	22,00	65,00	12,9	43,00	15,012	0,85931255
11	23,00	64,00	13,2	41,00	15,012	0,879296563
12	24,00	63,00	13,4	39,00	15,012	0,892619238
13	31,00	60,00	13,4	29,00	15,012	0,892619238
14	31,00	56,00	13,4	25,00	15,012	0,892619238
15	32,00	55,00	13,4	23,00	15,012	0,892619238
16	32,00	52,00	13,5	20,00	15,012	0,899280576
17	32,00	51,00	13,5	19,00	15,012	0,899280576
18	32,00	50,00	13,5	18,00	15,012	0,899280576

3. Результати дослідження дроселя при $P_{\text{навантаження}}=45\text{bar}$ наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

. Результати дослідження дроселя при $P_{\text{навантаження}}=45\text{bar}$

Положення ручки дроселя	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{Др}$	$P_2(M2)_{Др}$	$Q_{Д}$ (Др)	$\Delta p_{Др}$	$Q_{Т}$ (Др)	$\eta_{O(Др)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	
1	19,00	75,00	5,80	56,00	15,012	0,386357581
2	22,00	73,00	7,20	51,00	15,012	0,479616307
3	25,00	72,00	7,80	47,00	15,012	0,519584333
4	26,00	71,00	8,30	45,00	15,012	0,552891021
5	28,00	71,00	8,80	43,00	15,012	0,586197708
6	30,00	70,00	9,30	40,00	15,012	0,619504396
7	31,00	70,00	9,80	39,00	15,012	0,652811084
8	33,00	69,00	10,20	36,00	15,012	0,679456435
9	34,00	69,00	10,60	35,00	15,012	0,706101785
10	35,00	68,00	11,00	33,00	15,012	0,732747136
11	36,00	67,00	11,30	31,00	15,012	0,752731148
12	37,00	66,00	11,60	29,00	15,012	0,772715161
13	39,00	65,50	11,90	26,50	15,012	0,792699174
14	40,00	65,00	12,10	25,00	15,012	0,806021849
15	40,50	65,00	12,30	24,50	15,012	0,819344524
16	41,00	65,50	12,50	24,50	15,012	0,8326672
17	42,00	63,00	12,60	21,00	15,012	0,839328537
18	42,50	62,50	12,60	20,00	15,012	0,839328537

4. Результати дослідження дроселя при $P_{\text{навантаження}}=55\text{bar}$ наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Результати дослідження дроселя при $P_{\text{навантаження}}=55\text{bar}$

Положення ручки дроселя	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{Dr}$	$P_2(M2)_{Dr}$	$Q_D(Dr)$	Δp_{Dr}	$Q_T(Dr)$	$\eta_{O(Dr)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	
1	31,00	75,00	6,30	44,00	15,012	0,419664269
2	34,00	74,00	6,40	40,00	15,012	0,426325606
3	36,00	73,00	6,90	37,00	15,012	0,459632294
4	37,00	72,00	7,20	35,00	15,012	0,479616307
5	38,00	71,00	7,60	33,00	15,012	0,506261657
6	39,00	70,50	8,00	31,50	15,012	0,532907008
7	40,00	70,00	8,40	30,00	15,012	0,559552358
8	41,00	70,00	8,80	29,00	15,012	0,586197708
9	43,00	70,00	9,10	27,00	15,012	0,606181721
10	44,00	69,00	9,50	25,00	15,012	0,632827072
11	45,00	68,00	9,80	23,00	15,012	0,652811084
12	45,50	68,00	10,00	22,50	15,012	0,66613376
13	46,00	67,50	10,30	21,50	15,012	0,686117772
14	48,00	68,00	10,60	20,00	15,012	0,706101785
15	49,00	67,00	10,80	18,00	15,012	0,71942446
16	49,00	67,00	11,00	18,00	15,012	0,732747136
17	50,00	65,50	11,20	15,50	15,012	0,746069811
18	50,00	65,00	11,30	15,00	15,012	0,752731148

Побудова графіків залежності $Q_{д(др)} = f(\Delta p)$ при різних значеннях P (навантаження) наведена на ри. 2.28.

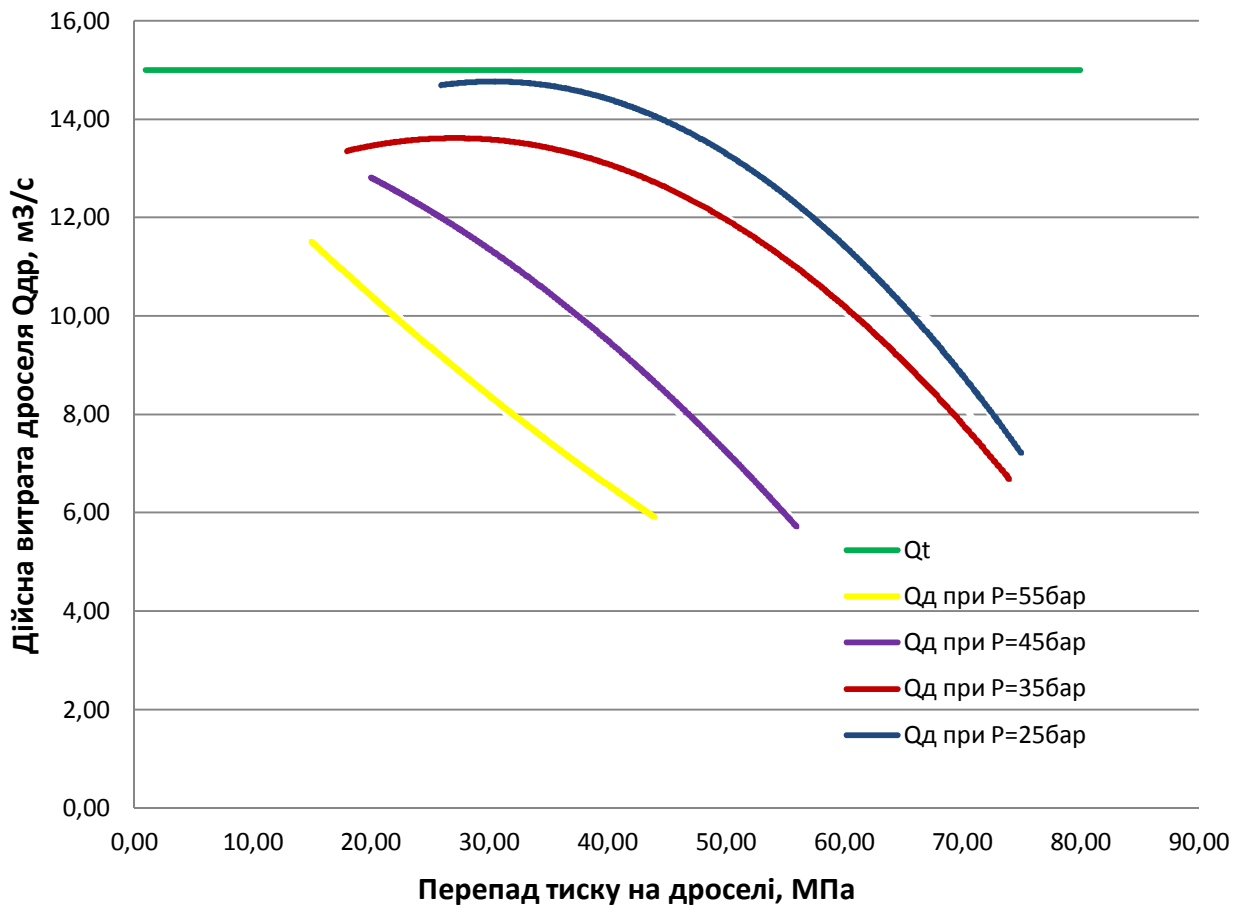


Рис.2.28. Залежність дійсної витрати дроселя від перепаду тиску.

Побудова графіків залежності $\eta_{o(Dp)} = f(\Delta p_{Dp})$ при різних значеннях P (навантаження) наведена на рис. 2.29.

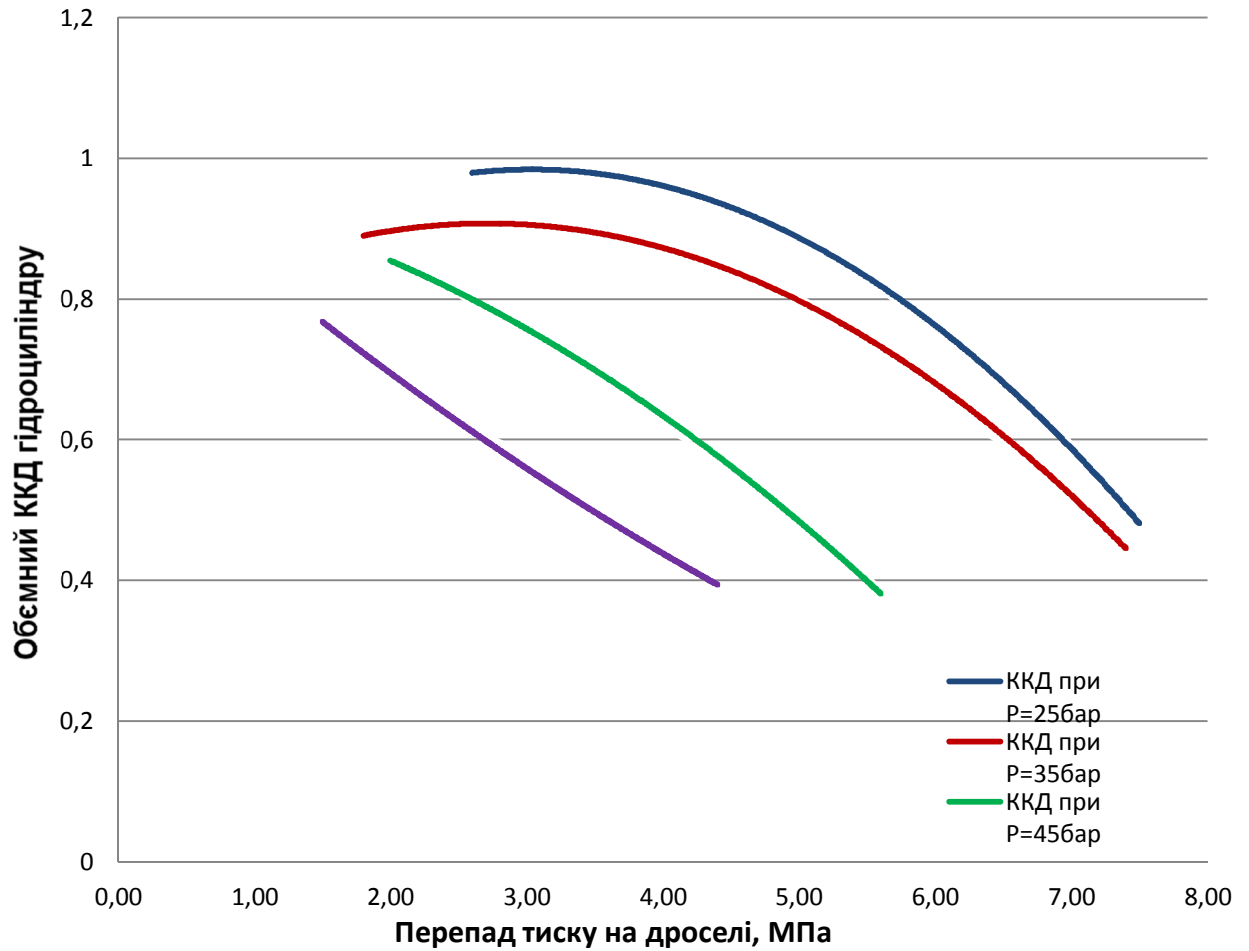


Рис.2.29. Залежність об'ємного ККД гідроциліндра від перепаду тиску при дросельному регулюванні швидкості.

5. Результати дослідження регулятора потоку при $P(\text{навантаження})=25\text{bar}$ наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Результати дослідження регулятора потоку при $P(\text{навантаження})=25\text{bar}$

Положення ручки регулятора потоку	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{PP}$	$P_2(M2)_{PP}$	$Q_D(PP)$	Δp_{PP}	$Q_T(PP)$	$\eta_{O(PP)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	
1	1,00	74,00	7,70	63	15,012	0,512923
2	8,00	72,00	9,90	64	15,012	0,659472
3	14,00	69,00	11,80	55	15,012	0,786038
4	19,00	65,00	13,70	46	15,012	0,912603
5	23,00	41,00	14,60	18	15,012	0,972555
6	24,00	39,00	14,70	15	15,012	0,979217
7	24,00	35,00	14,70	11	15,012	0,979217
8	24,00	33,00	14,80	9	15,012	0,985878
9	24,00	31,00	14,80	7	15,012	0,985878

6. Результати дослідження регулятора потоку при $P(\text{навантаження})=35\text{bar}$ наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

Результати дослідження регулятора потоку при $P(\text{навантаження})=35\text{bar}$

Положення ручки регулятора потоку	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{PP}$	$P_2(M2)_{PP}$	$Q_D(PP)$	Δp_{PP}	$Q_T(PP)$	$\eta_{O(PP)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	
1	14,00	74,00	7,40	60	15,012	0,492939
2	19,00	71,00	8,80	52	15,012	0,586198
3	24,00	69,00	11,10	45	15,012	0,739408
4	31,00	61,00	13,00	30	15,012	0,865974
5	32,00	48,00	13,40	16	15,012	0,892619
6	32,00	46,00	13,50	14	15,012	0,899281
7	32,00	44,00	13,60	12	15,012	0,905942
8	32,00	41,00	13,60	9	15,012	0,905942
9	32,00	40,00	13,60	8	15,012	0,905942

7. Результати дослідження регулятора потоку при $P(\text{навантаження})=45\text{bar}$ наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Результати дослідження регулятора потоку при $P(\text{навантаження})=45\text{bar}$

Положення ручки регулятора потоку	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{PP}$	$P_2(M2)_{PP}$	$Q_D(PP)$	Δp_{PP}	$Q_T(PP)$	$\eta_{O(PP)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	
1	21,00	73,00	6,90	52	15,012	0,459632
2	28,00	71,00	8,80	43	15,012	0,586198
3	34,00	68,00	10,70	34	15,012	0,712763
4	41,00	61,00	12,50	20	15,012	0,832667
5	42,00	56,00	12,60	14	15,012	0,839329
6	42,50	54,00	12,70	11,5	15,012	0,84599
7	43,00	53,00	12,75	10	15,012	0,849321
8	43,50	51,00	12,80	7,5	15,012	0,852651
9	43,00	50,50	12,80	7,5	15,012	0,852651

8. Результати дослідження регулятора потоку при $P(\text{навантаження})=55\text{bar}$ наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Результати дослідження регулятора потоку при $P(\text{навантаження})=55\text{bar}$

Положення ручки регулятора потоку	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{PP}$	$P_2(M2)_{PP}$	$Q_D(PP)$	Δp_{PP}	$Q_T(PP)$	$\eta_{O(PP)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	<i>bar</i>	$\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	
1	36,00	73,00	6,90	37	15,012	0,459632
2	40,00	71,00	8,30	31	15,012	0,552891
3	45,50	68,00	10,00	22,5	15,012	0,666134
4	50,00	66,00	11,30	16	15,012	0,752731
5	51,00	65,00	11,80	14	15,012	0,786038
6	52,00	63,00	12,00	11	15,012	0,799361
7	53,00	62,00	11,99	9	15,012	0,798694
8	53,00	61,00	11,99	8	15,012	0,798694
9	53,00	60,00	11,99	7	15,012	0,798694

Побудова графіків залежності $Q_{д(рп)} = f(\Delta p)$ при різних значеннях P (навантаження) наведена на рис. 2.30.

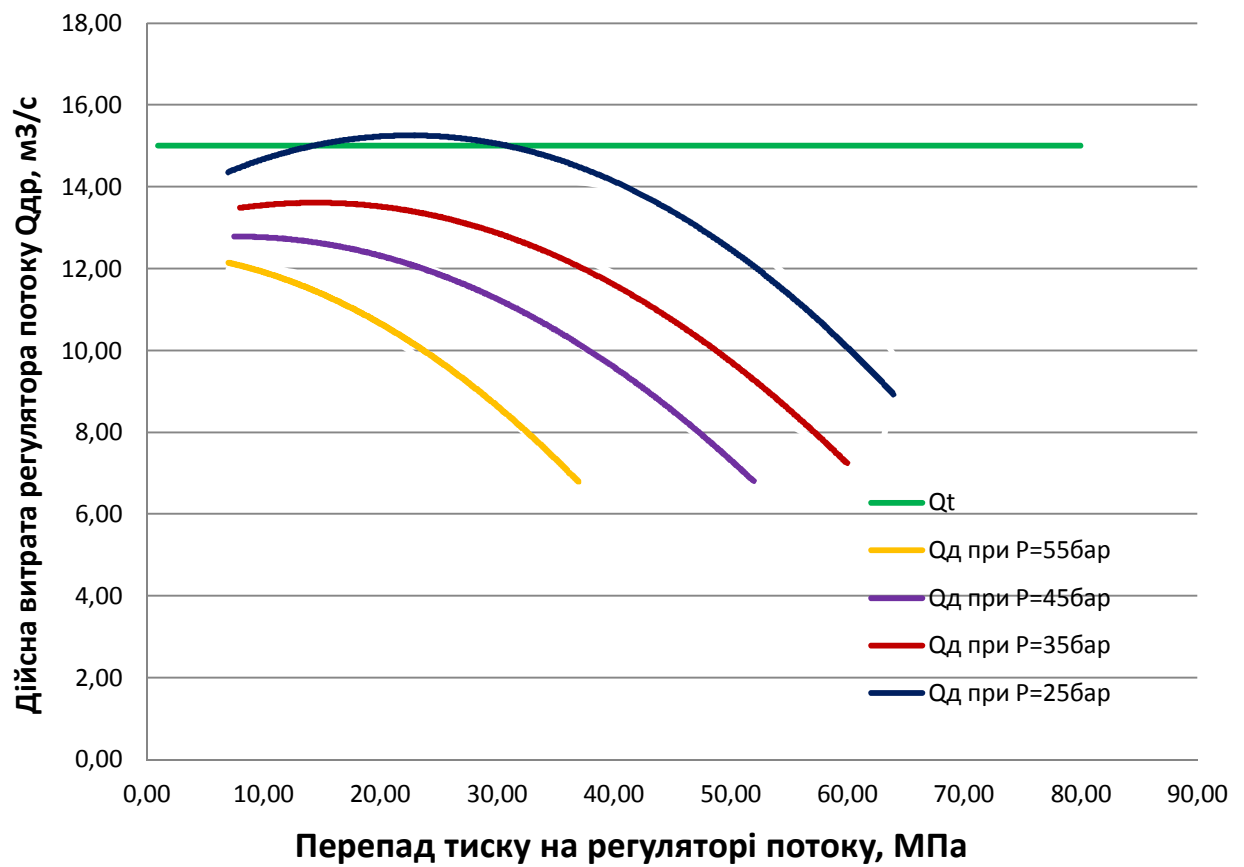


Рис.2.30. Залежність дійсної витрати регулятора потоку від перепаду тиску.

Побудова графіків залежності $\eta_{o(PP)} = f(\Delta p_{PP})$ при різних значеннях P (навантаження) наведена на рис. 2.31.

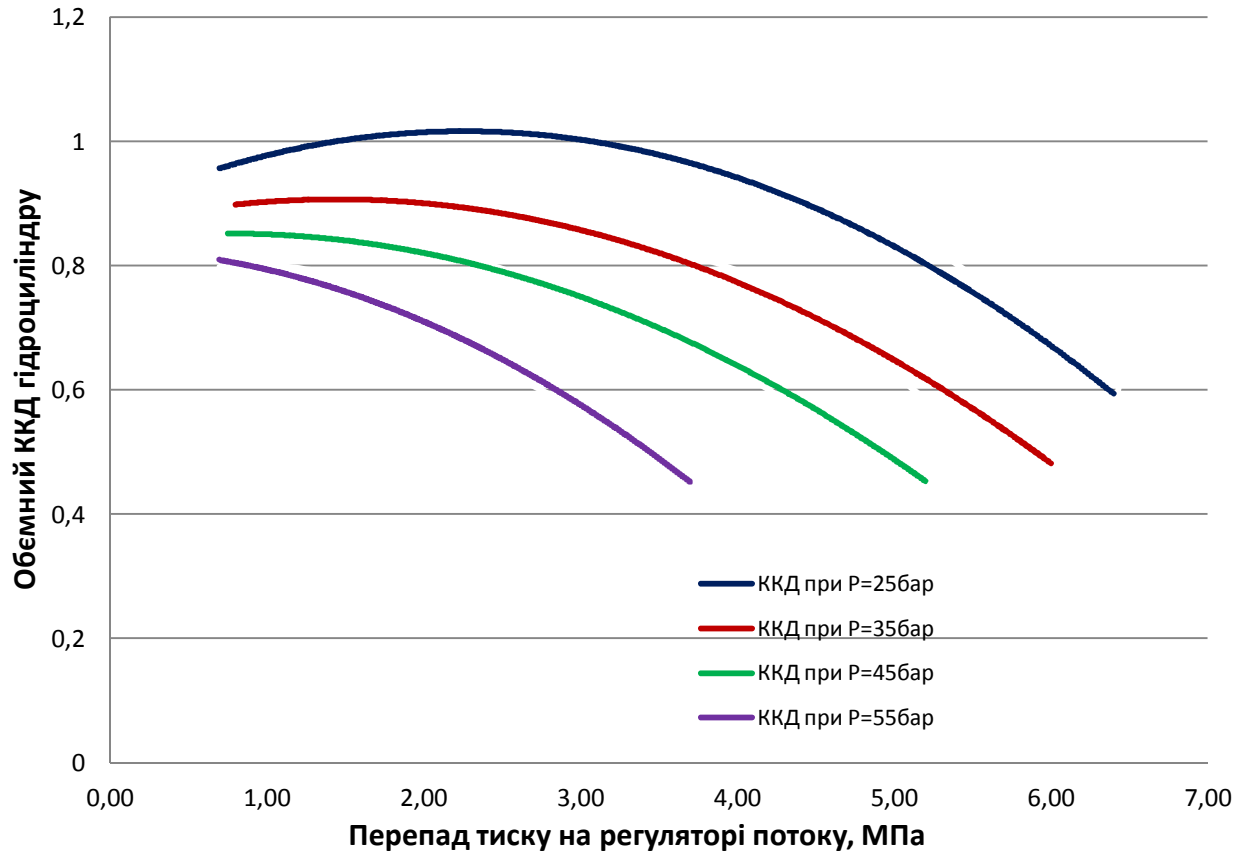


Рис.2.31. Залежність об'ємного ККД гідроциліндра від перепаду тиску при регулюванні швидкості регулятором потоку.

Висновки

За результатами вимірювань можна зробити наступні висновки:

1. При дросельному регулюванні :

- при збільшенні перепаду тиску на дроселі $\Delta p_{др}$ дійсна витрата $Q_{Д(др)}$ у системі спадає за прямо пропорційною залежністю.
- виходячи з рис. 2.29, при збільшенні перепаду тиску на дроселі $\Delta p_{др}$ об'ємний ККД гідроциліндру $\eta_{o(др)}$ спадає за прямо пропорційною залежністю.
- так як, теоретична витрата $Q_{Т(др)}$ має сталий характер, то, виходячи з рис. 2.28, можна зробити висновок щодо оптимальнішого режиму роботи, який спостерігається при найменшому перепаду тиску в системі $\Delta p_{др} = 15...45 \text{ bar}$

2. При регулюванні за допомогою регулятора потоку:

- при збільшенні перепаду тиску на регуляторі потоку $\Delta p_{рп}$ дійсна витрата $Q_{Д(рп)}$ у системі спадає за прямо пропорційною залежністю.
- виходячи з рис. 2.31, при збільшенні перепаду тиску на регуляторі потоку $\Delta p_{рп}$ об'ємний ККД гідроциліндру $\eta_{o(рп)}$ спадає за прямо пропорційною залежністю.
- так як, теоретична витрата $Q_{Т(рп)}$ має сталий характер, то, виходячи з рис. 2.30, можна зробити висновок щодо оптимальнішого режиму роботи, який спостерігається при найменшому перепаду тиску в системі $\Delta p_{рп} = 10...40 \text{ bar}$.

Контрольні запитання:

1. Які види регулювання швидкості в системі Ви знаєте? Перерахуйте їх переваги та недоліки.
2. Чи впливає навантаження на роботу системи? Якщо так, то яким чином. Обґрунтуйте свою думку за допомогою графіку.
3. Який характер залежності між навантаженням в системі та дійсною витратою гідروциліндра при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку?
4. Який характер залежності між об'ємним ККД гідроциліндру та перепадом тиску при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку? Чи впливає навантаження на значення об'ємного ККД гідроциліндру? Якщо так, то яким чином. Обґрунтуйте свою думку за допомогою графіку.
5. Від чого залежить оптимальний режим роботи? Який найоптимальніший режим роботи системи в даному досліді при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку? В яких межах він лежить?

2.5.3. Визначення зміни дійсної витрати робочої рідини при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при попередньо встановленій витраті.

Мета досліду: практично довести різницю у регулюванні швидкості виконавчого пристрою при роботі дроселя та при роботі регулятора потоку.

Методика проведення досліду:

1. Ввімкнути живлення системи.
2. Перевірити чи налаштовані клапани тиску КТ1, КТ2, КТ3, КТ4 (рис.2.19, рис.2.1., рис.2.6) на відповідні значення тиску 25, 35, 45, 55 bar. Якщо ні, то дивись таблицю 2.1 з першого досліду.

Примітка: Значення тиску на клапанах налаштовані заздалегідь і є незмінними впродовж досліду.

3. Для вимірювання витрати через дросель Др (рис.2.21, рис.2.1., рис.2.6) необхідно відкрити кран Кр2 (рис.2.22, рис.2.1., рис.2.6) та встановити ручку в положення, яке відповідає заданому значенню витрати робочої рідини (значення витрати задається викладачем).

4. Для вимірювання витрати через регулятор потоку РП (рис.2.21, рис.2.1., рис.2.6) необхідно відкрити кран Кр3 (рис.2.22, рис.2.1., рис.2.6) та встановити ручку в положення, яке відповідає заданому значенню витрати робочої рідини (значення витрати задається викладачем).

Примітка: в даному досліді значення витрати на дроселі та на регуляторі потоку встановлюється однаковим і дорівнює 15 л/хв.

5. Дійсні значення витрати відображаються на витратомірі і заносяться в таблицю 2.12.

6. Теоретичні значення витрати для дроселя - $Q_{T(Др)}$ та для регулятора потоку - $Q_{T(РП)}$ необхідно обрахувати за формулою [1]:

$$Q_T = qn \quad (2.5)$$

Де :

q - робочий об'єм насосу, $\frac{\text{см}^3}{\text{хв}}$

n - кількість обертів насосу, хв^{-1}

Обрахунки:

$$Q_T = 1390 * 10,8 = 15,012 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

7. Необхідно побудувати графіки залежності $Q_{T(Др)} = f(p_{нав})$;

$Q_{Д(Др)} = f(p_{нав})$; $Q_{Т(РП)} = f(p_{нав})$ та $Q_{Д(РП)} = f(p_{нав})$.

8. Зробити висновок щодо отриманих залежностей.

9. Відповісти на контрольні запитання.

Обробка результатів досліду 2.5.3.

Згідно з проведеними експериментами було виміряно дійсну витрату рідини в системі при роботі з дроселем (у 21 положеннях ручки) та при роботі в режимі з регулятором потоку (у 9-ти положеннях ручки). Результати досліду записані в таблицю 2.12.

Таблиця 2.12

Дійсна витрата дроселя та регулятора потоку при циклічному навантаженні

$P_{нав}$	$Q_{Д(Др)}$	$Q_{Д(РП)}$
<i>bar</i>	$\frac{л}{хв}$	$\frac{л}{хв}$
25	9,8	10
35	9,2	10,1
45	8,5	10
55	7,4	9,9
35	9,1	10,1
55	7,3	9,9
25	9,8	10
45	8,4	9,9
55	7,4	9,9
45	8,5	9,9
35	9,2	10,1
25	9,7	9,9
25	9,8	10
35	9,2	10,1
45	8,5	10
55	7,4	9,9
35	9,1	10,1
55	7,3	9,9
25	9,8	10
45	8,4	9,9
55	7,4	9,9
45	8,5	9,9
35	9,2	10,1
25	9,7	9,9

Побудовані графік залежності в програмі Microsoft Excel:

- ✓ дійсної витрати робочої рідини через дросель $Q_{Д(Др)}$ від значення циклічного навантаження $P_{нав} : Q_{Д(Др)} = f(P_{нав})$ (рис. 2.32);

- ✓ дійсної витрати робочої рідини через регулятор потоку $Q_{Д(РП)}$ від значення циклічного навантаження $P_{нав}$: $Q_{Д(РП)} = f(P_{нав})$ (рис. 2.33).

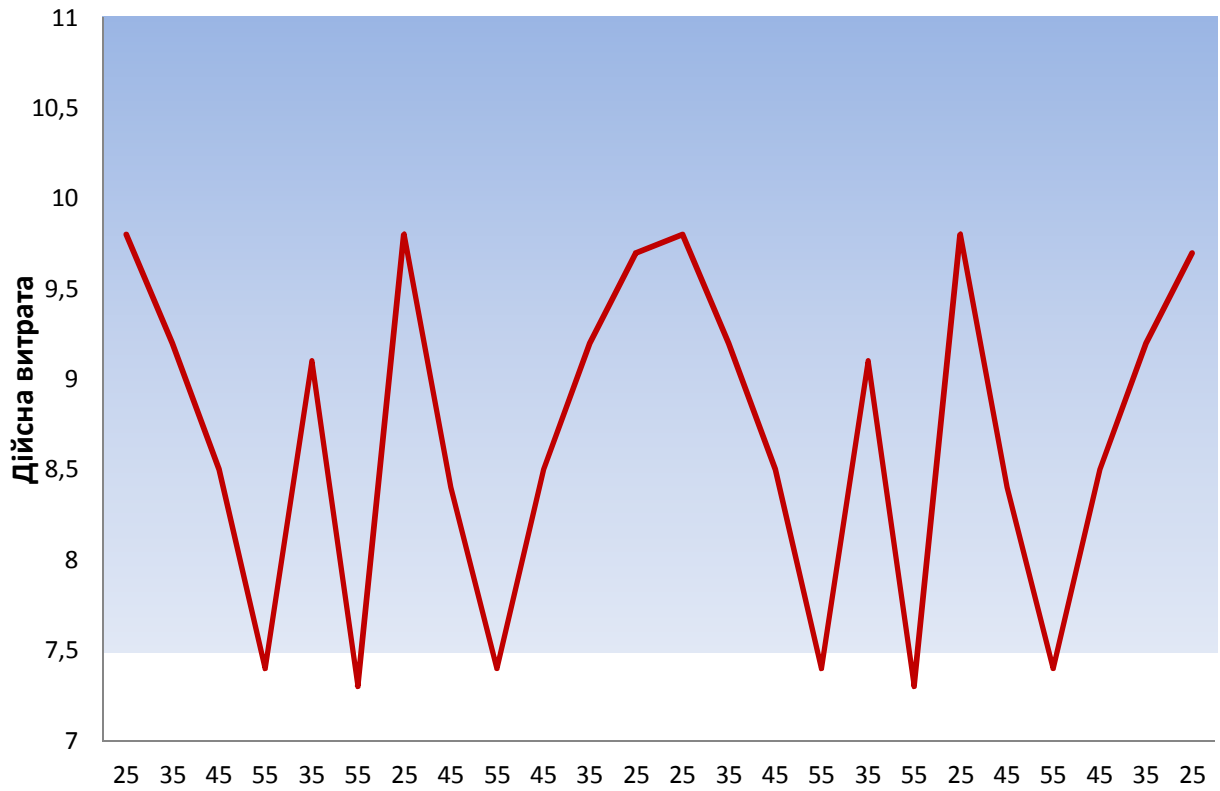


Рис.2.32. Циклічне навантаження дроселя.

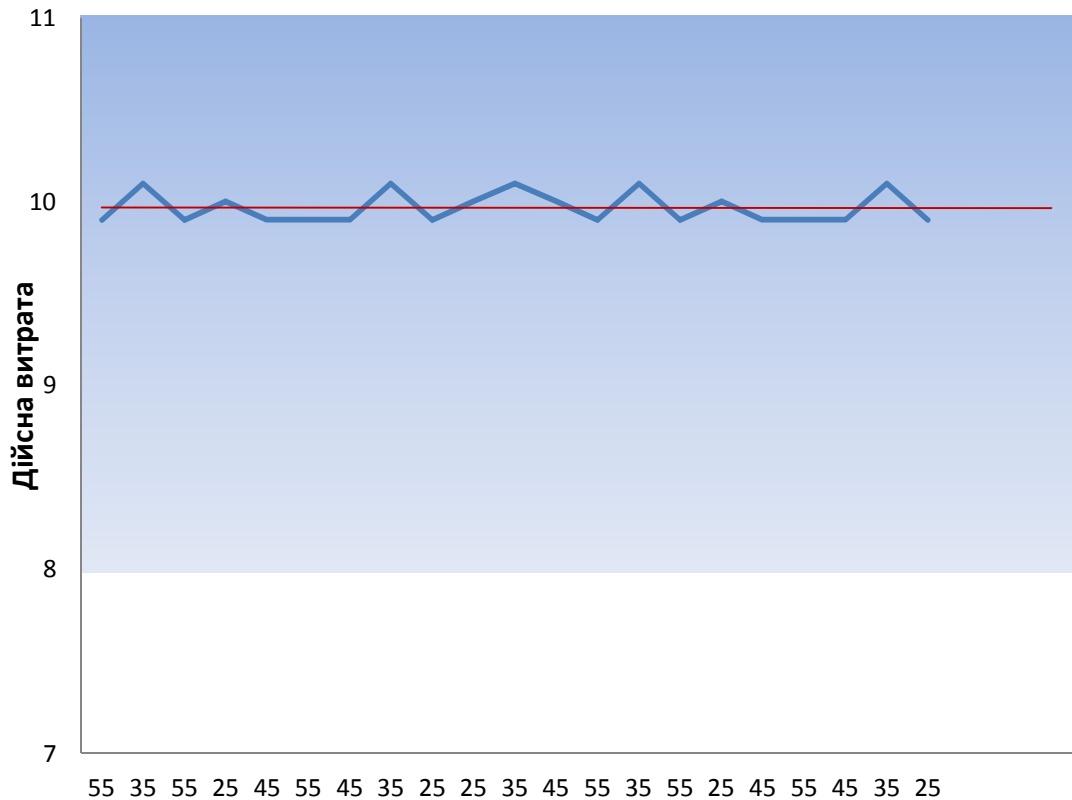


Рис.2.33. Циклічне навантаження регулятора потоку.

Висновки

За результатами вимірювань можна зробити наступні висновки:

- виходячи з рис. 2.32, при циклічній зміні навантаження дійсна витрата дроселя $Q_{D(Др)}$ змінюється в межах $Q_{D(Др)} = 6,8 \dots 9,8 \text{ л/хв}$;
- виходячи з рис. 2.33, при циклічній зміні навантаження дійсна витрата регулятора потоку $Q_{D(РП)}$ змінюється в межах $Q_{D(РП)} = 9,8 \dots 10,1 \text{ л/хв}$
- порівнюючи дросель та регулятор потоку, можна зробити висновок, що при попередньо встановленій однаковій витраті

$Q_D = 10 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$ при регулюванні дроселем дійсна витрата змінюється в залежності від навантаження, а при регулюванні регулятором потоку вона залишється сталою.

Контрольні запитання:

1. Які види регулювання швидкості в системі Ви знаєте? Перерахуйте їх переваги та недоліки.
2. Чи впливає навантаження на роботу системи при дросельному регулюванні та при регулюванні регулятором потоку? Якщо так, то яким чином. Обґрунтуйте свою думку за допомогою графіку.
3. Який характер залежності між циклічним навантаженням в системі та дійсною витратою гідроциліндра при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку?

2.5.4 Визначення механічного ККД гідроциліндра.

Мета дослідження: визначити значення дійсного зусилля та механічного ККД гідроциліндру при регулюванні дроселем та регулятором потоку при постійному навантаженні; побудувати графіки залежності дійсного зусилля та механічного ККД від перепаду тиску; зробити висновки щодо виконаної роботи.

Під механічним ККД η_M силового гідроциліндра розуміють відношення дійсного зусилля F_δ на штоці поршня до теоретичного значення цього зусилля F_T , яке визначається без урахування втрат на тертя за формулою [2]:

$$F_T = p_1 \cdot S_1 - p_2 \cdot S_2 \quad (2.6)$$

Де :

p_1, p_2 – тиски рідини відповідно в поршневій та штоковій порожнинах гідроциліндра;

S_1, S_2 – ефективні площі відповідно поршневої та штокової порожнин гідроциліндра.

Нехтуючи тиском p_2 у штоковій порожнині через його малість, отримаємо значення механічного ККД силового циліндра [3]:

$$\eta_M = \frac{F_\delta}{p_1 \cdot S_1} \quad (2.7)$$

Де:

F_{δ} - дійсне значення навантаження, яке визначається динамометром за допомогою тарувального графіка (рис.), $кН$;

P_1 - тиск в лінії нагнітання на М1, bar ;

S_1 - площа поршневої порожнини гідроциліндра, $м^2$ [4]:

$$S_1 = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.8)$$

Де:

D - діаметр поршня гідроцилінда, $м$, $D = 40мм$

Дійсне зусилля, яке виникає на штоці гідроциліндра, визначається за показами X індикатора й тарувального графіка (рис.2.35).

Для побудови тарувального графіку були проведено тарування механічного динамометру моделі ДОСМ-3-1 (рис 2.34). Результати дослідів наведені в таблиці 2.13.





Рис.2.34. Тарування динамометру типу ДОСМ-3-1 на навантажувальному стенді TIRA TEST 2300.

Таблиця 2.13

№ п/п	Навантаження номінальне	Середнє арифметичне трьох вимірів за індикатором			
		При навантаженні		При розвантаженні	
1	0	1.01	1.02	0.015	0.016
2	100(981)	1.625	1.639	1.630	1.635
3	200(1962)	2.252	2.262	2.281	2.289
4	300(2943)	2.890	2.898	2.913	2.915
5	400(3924)	3.505	3.528	3.662	3.669
6	500(4905)	4.128	4.141	4.165	4.167
7	600(5886)	4.743	4.745	4.775	4.778
8	700(6867)	5.368	5.390	5.405	5.411
9	800(7848)	5.993	5.999	6.030	6.033
10	900(8829)	6.605	6.619	6.642	6.648
11	1000(9810)	7.225	7.245	7.225	7.229

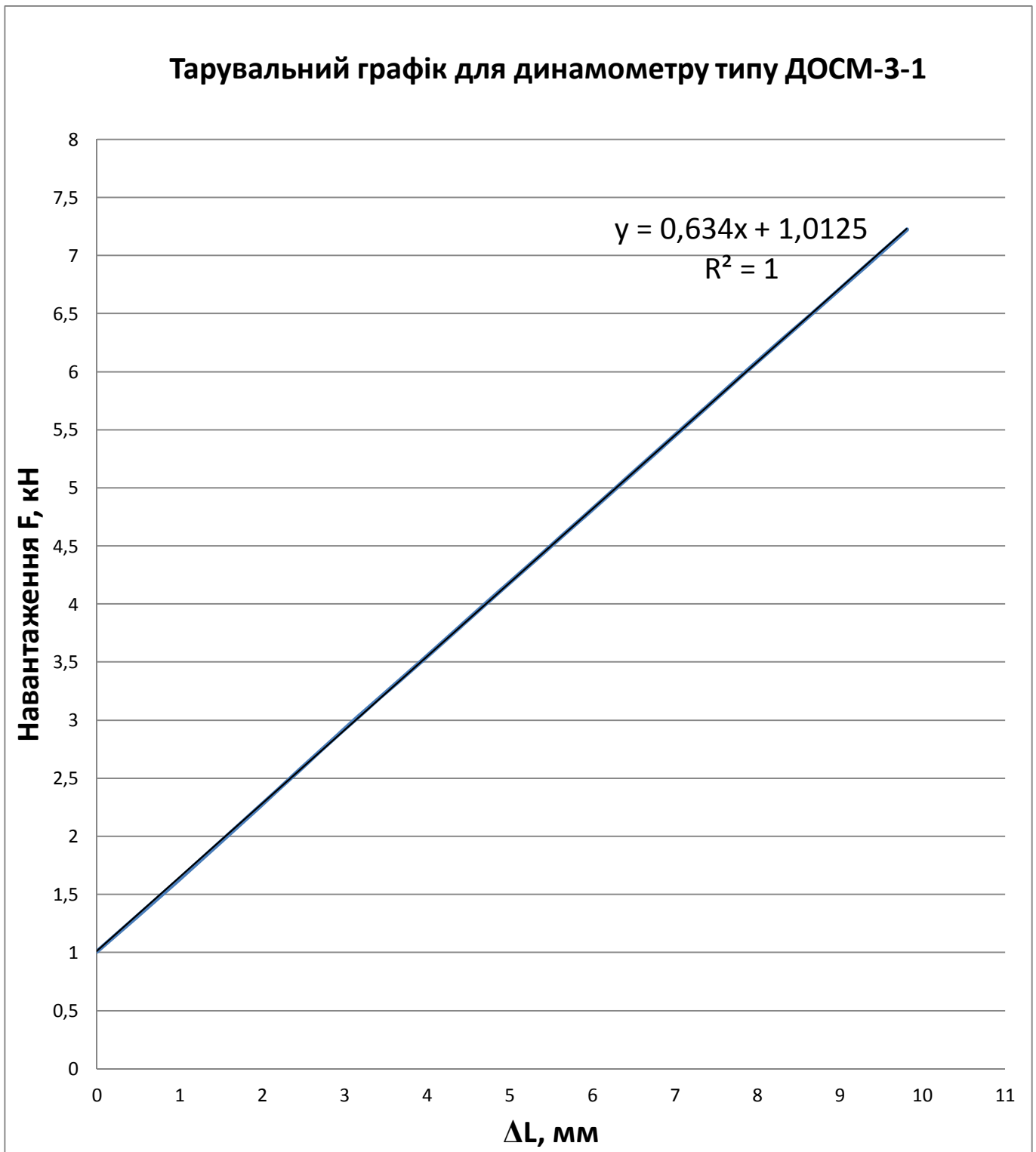


Рис.2.35 Тарувальний графік динамометричної скоби типу ДОСМ-3-1.

Під час проведення досліду необхідно записувати температуру t робочої рідини, яка не повинна змінюватися більше ніж на 10°C .

Результати дослідів заносять у таблицю 2.14. За результатами будуються графіки $\eta_{M(Др)} = f(\Delta p)$ та $\eta_{M(РП)} = f(\Delta p)$ при різних значеннях тиску, який встановлюється викладачем.

Таблиця 2.14

Результати досліду визначення механічного ККД

№ п/ п	Експериментальні дані		Розрахункові дані							
	P_1	P_2	$\Delta p_{Др}$	$\Delta p_{РП}$	$F_T(Др)$	$F_T(РП)$	$F_d(Др)$	$F_d(РП)$	$\eta_{M(Др)}$	$\eta_{M(РП)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	<i>bar</i>	<i>bar</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>H</i>		
1										
2										
...										
18										

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап проекту задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Проведення маркетингового аналізу передбачає виконання нижче наведених кроків [6].

3.1. Опис ідеї проекту

В межах підпункту послідовно проаналізовані та подані у вигляді таблиць:

- зміст ідеї (табл. 4.1);
- можливі напрямки застосування (табл. 4.1);
- основні вигоди, що може отримати користувач послуги (табл. 4.1);
- чим відрізняється від існуючих аналогів та заміників (табл. 4.2);

Таблиця 4.1
Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Лабораторія випробування гідроприводу пропонує надавати послуги визначення основних характеристик методів регулювання швидкості виконавчого пристрою гідроприводу	1. Будівельна промисловість	Визначення оптимальної швидкості виконавчого пристрою
	2. Машинобудування	Визначення оптимальної швидкості виконавчого пристрою з метою розширення діапазону роботи

Таблиця 4.2

Визначення характеристик ідеї проекту

	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	FESTO-DIDACT IC	Parker			
1	Оптимальний режим роботи системи при дросельному регулюванні швидкості	Визначається нами	невідомо	невідомо			+
2	Оптимальний режим роботи системи при регулюванні швидкості регулятором потоку	Визначається нами	невідомо	невідомо			+
3	Вимірювання механічного ККД	Визначається нами	невідомо	невідомо			+

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційної послуги є підґрунтям для формування її конкурентоспроможності.

3.2. Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару).

Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Визначення дійсної витрати дроселя за допомогою витратоміра	Наявна	Так
2	Визначення дійсної витрати регулятора потоку за допомогою витратоміра	Наявна	Так
3	Визначення об'ємного ККД системи	Наявна	Так
4	Визначення дійсного зусилля гідроциліндра	Так	В процесі розробки

За результатами аналізу табл.4.3 можна розбити висновок, що технологічна реалізація проекту можлива: визначення всіх параметрів системи для розробки методики проведення дослідів та її перевірки присутні.

3.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.[6]

3.3.1. Аналіз попиту

Розглядається наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	5
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	100 тис. дол.
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Відсутні
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	10%

За таблиці 4.4 видно, що за попереднім оцінюванням ринок є привабливим для входження.

3.3.2. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Визначення потенційних груп клієнтів, їх характеристики, та формування орієнтовного переліку вимог до товару для кожної групи (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	2	3	4
Інформація, щодо оптимальних режимів	Фірми, що займаються навчанням майбутніх		1) Виконання дослідження в короткий термін ; 2) Гранична

роботи системи при різних режимах	спеціалістів, проводять тестовий запуск ліній,		похибка; 3) Окупність в найкоротші строки 4
1	2	3	
регулювання швидкості виконавчого пристрою	виробляють модель перед випуском готової продукції	1) Стандарт ISO/IEC17025 ; 2) Сертифікат безпеки компонентів MSDS;	4) Сертифікація кожного зразка

3.3.3. Фактори загроз

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. 4.6-4.7). Фактори в таблицях подані в порядку зменшення значущості.

Таблиця 4.6
Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Вартість нового обладнання	Вартість лабораторного обладнання	Відмова від сертифікації
2	Вихід з ладу існуючого обладнання	Неможливість визначення робочих характеристик системи	Розрив укладеної угоди про співробітництво

Таблиця 4.7
Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
	1	2	3

1	Визначення механічного зусилля	Розширення спектру послуг	Укладення договору на нові випробування
	1	2	3
2	Визначення механічного ККД	Розширення спектру послуг	Укладення договору на нові випробування
3	Визначення оптимального значення ККД	Розширення спектру послуг	Укладення договору на нові випробування

3.3.4. Надалі проводиться аналіз пропозицій: визначаються загальні риси конкуренції на ринку (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	2	3
1. Монополістична	У разі монополістичної конкуренції легко заснувати нову фірму або залишити ринок. Нові продавці часто відчують труднощі з новими для покупців торговельними марками і послугами.	Укладання договорів після реєстрації підприємства
2. Національний	Національна конкуренція сприяє переливанню капіталів і товарів між різними регіонами держави, забезпечує збалансований розвиток національного ринку	Відсутність потреби в міжнародному ліцензуванні
3. Міжгалузева	Наслідком міжгалузевої конкуренції є впровадження досягнень науки і техніки, зниження витрат виробництва, підвищення якості продукції.	Можливість укладання договорів з підприємствами, які використовують стенди

4. Новаторська	Унікальність послуги	Бажання фірм замовити унікальну послугу
1	2	3
5. Нецінова	Проводиться шляхом вдосконалення якості продукції	Бажання фірм підвищити якість
6. Не марочна	Ситуація на ринку, де компанія не розглядає як своїх конкурентів компанії, що пропонують подібний продукт тим же цільовим покупцям	Необхідність створення репутації

3.3.5. Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	На ринку не спостерігається подібних фірм-конкурентів	Бар'єри входу на ринок є недостатня кількість замовлень	Існує чітка залежність від постачальників УЗ апаратів і можливих обсягів їх сертифікації	Споживачам надається широкий спектр послуг від сертифікації до обслуговування УЗ апаратів	Може посилитися конкуренція за рахунок відкриття інших фірм з аналогічним рядом послуг, але з нижчою вартістю
Висновки:	Інтенсивної конкурентної боротьби не спостерігає	Можливість входу на ринок є.	Постачальники диктують умови на ринку за	Клієнти диктують умови на ринку через згоду/незгоду	Фірми-замінники пропонують нижчу вартість

	ься		рахунок якості та обсягів	в подальшому співробітницт ві	послуг
--	-----	--	---------------------------------	-------------------------------------	--------

3.3.6. На основі аналізу конкуренції, проведеного в п. 4.3.5 (табл. 4.9), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 4.2), вимог споживачів до товару (табл. 4.5) та факторів маркетингового середовища (табл. 4.6-4.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюється за табл. 4.10.[6]

Таблиця 4.10

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможност і	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Унікальність позиціонування	В умовах монополістичної конкуренції, коли фактор диференціації ТМ є ключовим засобом ведення конкурентної боротьби, важливим є створення та підтримання унікального позиціонування, що створює певний захист від конкурентних зіткнень.
2	Ціна	Оскільки дослідження мають специфічну направленість, що замовники мають високу цінову чутливість, ціна послуги є одним з засобів ведення конкурентної боротьби. Тому чим вигіднішою є ціна для замовника, тим вірогідніше його вибір.
3	Репутація виробника	За рахунок того, що даний спектр послуг є унікальним підприємству легше завоювати ринок однак необхідно надавати якісний спектр послуг для створення хорошої репутації
4	Маркетинговий бюджет	Від розміру маркетингового бюджету залежить здатність здійснювати маркетингову стратегію підприємства. Маркетингові заходи мають забезпечувати інші конкурентні переваги такі, як рівень диференціації, лояльності, репутація виробника, дистрибуція та просування.

3.3.7. За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.10) проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг послуг-конкурентів у порівнянні з даним проектом						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Унікальність позиціонування				■	○			
2	Ціна			○		■			
3	Репутація виробника						○	■	
4	Маркетинговий бюджет					■	○		

○ - FESTO-DIDACTIC

■ - PARKER

3.3.8. 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. 4.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 4.11).

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.[6]

Таблиця 4.12

SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: 1. Унікальність надаваних послуг; 2. Стандартизація в широкому	Слабкі сторони: 1. Незахищеність від можливих фірм-конкурентів з дешевшими
--	---

спектрі величин 3. Можливість виходу на міжнародний ринок;	пропозиціями. 2. Слабке самозабезпечення фінансовими ресурсами; 3. Відсутність чітко вираженої маркетингової стратегії, непослідовність в її реалізації.
Можливості: 1. Можливість в залученні великої кількості клієнтів. 2. Можливість збільшення контрактів на послуги 3. Можливість збільшення обсягів фінансових надходжень	Загрози: 1. Загроза втрати споживачів внаслідок переходу на бік конкурентів

3.3.9. На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (див. табл. 4.9, аналіз потенційних конкурентів).

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
	1	2	3
1	Використання засобів стимулювання збуту на технологічних виставках та	Дозволяє суттєво збільшити кількість зацікавлених клієнтів Потребує	1 рік

	конференція для збільшення кількості клієнтів (<i>більш глибоке проникнення на ринок</i>)	маркетингових витрат, спланованих та координованих дій	
	1	2	3
2	Впровадження індивідуального підходу до кожного замовника (<i>розвиток товару</i>)	Можливість залучення нових споживачів. Потребує значних капіталовкладень на розробку та виведення на ринок	1,5 рік
3	Збільшення представленості в різних регіонах (<i>розвиток ринку</i>)	Можливість розширення охоплення цільової аудиторії. Потребує значних капіталовкладень на створення додаткових філій в регіонах	5 років
4	Налагодити сферу послуг у сертифікації іншого виду обладнання (<i>диверсифікація</i>)	Дозволяє привернути увагу споживачів, залучити додаткових. Потребує значних фінансових вкладень у розробку та тестування нового обладнання	3 роки

Враховуючи ймовірність отримання ресурсів та найкоротші строки реалізації, обрано першу альтернативу.

3.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

3.4.1. Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

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	Фірми, що випускають стендове гідравлічне обладнання	+	високий	низька	середня
Цільовою групою обрано фірми, що випускають гідравлічне стендове обладнання					

За результатами аналізу потенційної груп споживачів (сегментів) визначена стратегія охоплення ринку: компанія працює із всім ринком, пропонуючи стандартизовану програму (включно із характеристиками послуги), значить використовується диференційований маркетинг.

3.4.2. Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувавши базову стратегію розвитку (табл. 4.15).

Таблиця 4.15

Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Розвиток ринку	Масовий маркетинг	Унікальність пропозиції створює успішну основу для входу на ринок	Стратегія лідерства по витратах
2	Розвиток товару	Диференційований маркетинг	Відмітні характеристики надання послуг завойовують прихильність	Стратегія диференціації

			клієнтів	
3	Більш глибоке проникнення	Концентрований маркетинг	Задоволення потреб вибраного цільового сегменту	Стратегія спеціалізації

На основі таблиці 4.15 обрана базова стратегія розвитку - стратегія диференціації.

3.4.3. Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

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 надання послуг конкурента?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Ні	Так	Ні	Стратегія виклику лідера
2	Ні	Так	Ні	Стратегія виклику лідера
3	Ні	Ні	Так	Стратегія наслідування лідеру

На основі таблиці 4.16 стратегія конкурентної поведінки - стратегія лідера.

4.4.4. На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 4.5), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 4.15) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16) розробляється стратегія позиціонування (табл. 4.17), що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 4.17

Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні і 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, унікальність, досвід
2	Відмінні властивості послуг	Стратегія диференціації	Посилити використання таких конкурентних переваг як унікальне позиціонування та рівень диференціації	Відмінність, незамінність, новації
3	Задоволення конкретних потреб	Стратегія спеціалізації	Стимулювати до надання послуг нових клієнтів	Індивідуальність, локальність, низька ринкова доля

3.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

3.5.1. Першим кроком є формування маркетингової концепції послуги, яку отримає замовник. Для цього у табл.4.18 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності послуги.

Таблиця 4.18

Визначення ключових переваг концепції потенційної послуги

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує послуга	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Визначення оптимального режиму роботи при роботі дроселя	Скорочення часу підбору основних параметрів при дросельному регулюванні системи	Зниження затрат на енергоресурси шляхом проведення дослідів перед реалізацією систем на підприємстві
2	Визначення оптимального режиму роботи при роботі регулятора потоку	Скорочення часу підбору основних параметрів при регулюванні системи регулятором потоку	Зниження затрат на енергоресурси шляхом проведення дослідів перед реалізацією систем на підприємстві

3.5.2. Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель послуги: уточнюється ідея послуги, її фізичні складові, особливості процесу їхнього надання (табл. 4.19).

Таблиця 4.19

Опис трьох рівнів моделі послуги

Рівні товару	Сутність та складові		
1			
I. Послуга за задумом	- Зниження затрат на енергоресурси шляхом проведення дослідів перед реалізацією систем на підприємстві - Отримання методики проведення дослідів на експериментальному стенді для навчального процесу.		
II. Послуга у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Дійсна витрата	Нм	Тх
	2. Об'ємний ККД	Нм	Тх

1	3. Механічний ККД	Нм	Тл
	Якість: стандарт ISO/IEC17025 ,сертифікат безпеки компонентів MSDS		
	2		
	Пакування: герметичне пакування з застосуванням консервантів для попередження виникнення корозії		
	Команія: «HYDRAULI-LINE», дана компанія буде надавати послуги у сфері сертифікації обладнання		
III. Послуга підкріпленням	До замовлення послуги: Для стимулювання попиту діють спеціальні пропозиції, які дозволяють здійснити сертифікацію зі знижкою. Також інформацію про послугу споживач може отримати з інформаційних проспектів, реклами на тематичних веб-сторінках тощо.		
	Після надання послуги: діють пропозиції щодо надання знижок при повторному зверненні до компанії.		

**М/Нм – монотонні/немонотонні; Вр/Тх/Тл/Е/Ор – вартісні/ технічні/ технологічні/ ергономічні/ органолептичні;*

3.5.3. Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційну послугу (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на послуги, а також аналіз рівня доходів цільової групи замовників (табл. 4.20). Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 4.20

Визначення меж встановлення ціни [6]

Рівень цін на послуги-замінники	Рівень цін на послуги-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
500-650 дол.	невідомо	40 млн. дол.	410-520 дол. на ступінь

3.5.4. Наступним кроком є визначення оптимальної системи надання послуги, в межах якого приймається рішення (табл. 4.21):

- проводити надання послуги власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система надання послуг);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу надання послуги;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 4.21

Формування системи збуту

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Характерно для наукомістких галузей зі специфічною і (або) дорогою послугою, яка може бути замовлена обмеженим числом споживачів, які потребують специфічного дослідження не типових приладів (машинобудування з виробництвом за індивідуальними замовленнями).	Просування на ринок подібної послуги в рамках даної системи не вимагає будь-якої широкої реклами. Швидше потрібно одного разу з'ясувати, хто з потенційних клієнтів інновацій має в них потребу і яка поточна платоспроможність даного клієнта.	Канал нульового рівня	Канал складається з фірми, яка надає свої послуги безпосередньо клієнтам(через відділ пропозицій, мережу фірмових лабораторій)

Висновки

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 надання послуг щодо сертифікації стендового обладнання.

Даний ринок є привабливим для входження через високий попит та малу кількість конкурентів. З огляду на потенційні групи клієнтів, незначні

бар'єри входу на ринок та високий рейтинг у порівнянні з послугами конкурентів, даний проект можна вважати перспективним для впровадження.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - це сукупність технічних, санітарно-гігієнічних, і правових заходів, спрямованих на створення безпечних і здоровіших умов праці. Найважливішим завданням є усунення причин виробничого травматизму, поліпшення умов праці, і зменшення рівня виробничих захворювань [5].

4.1. Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при роботі з стендовим обладнанням

Тема мого дипломного проекту – «Лабораторний стенд для вивчення параметрів системи з можливістю об'ємного і дросельно регулювання швидкості руху виконавчого пристрою». Робота проводилась експериментально та на персональному комп'ютері. Основними несприятливими чинниками є:

- електробезпека;
- пожежонебезпека;
- вплив ультразвуку та шуму;
- вплив гідравлічного масла.

Токсична дія мастил може проявитися головним чином при попаданні масла на відкриті ділянки тіла, при тривалій роботі в одязі, просоченому маслом, а також при вдиханні масляного туману.

Масло і охолоджуючі суміші у вигляді аерозолів можуть мати шкідливу дію, потрапляючи в організм через органи дихання, а також

вражати останні. При цьому найбільшу потенційну небезпеку представляють мастила, що містять у своєму складі леткі вуглеводні (бензин, бензол та ін.) або сірчисті з'єднання.

4.2 Електробезпека виробничого приміщення

Приміщення лабораторії, де буде працювати стенд, є приміщенням з підвищеною небезпекою. Трифазна чотирьохпровідна електромережа з глухо заземленою нейтраллю джерела струму (380/220В).

Передбачається заземлення всіх неструмопровідних металевих частин електроустановки в електроустановках напругою вище 1000 В, які можуть виявитися під напругою, для захисту обслуговуючого персоналу від поразки електричним струмом. Термостати заживлюються напругою 220 В і частотою 50Гц. Схема захисного занулення наведена на рис.4.1.

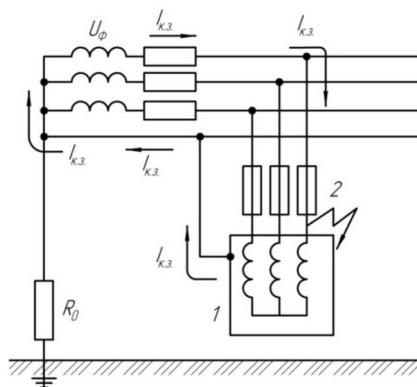


Рис. 4.1- Принципова схема захисного занулення

1 – корпус електроустановки; 2 – захисний пристрій; R_0 – опір заземлення нейтралі джерела струму (нульового робочого провідника); $I_{к.з}$ – струм короткого замикання.

4.3 Пожежна безпека

У приміщенні, де відбувались експерименти, є ізолюючі матеріали проводки електромережі, столи, стільці, які відносяться до групи горючих і важко займистих речовин і матеріалів.

Робоче приміщення відноситься до категорії В (пожежонебезпечна) – приміщення, в яких знаходяться горючі і важко займисті речовини і матеріали, а також речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем, повітрям або один з одним тільки горіти. Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправності електроустаткування, коротке замикання в системі електроживлення, а також порушення протипожежного режиму.

Клас вибухонебезпечних зон і приміщень:

В-Ia, в яких вибухонебезпечні суміші горючих газів або парів ЛЗР з повітрям можуть утворюватися тільки в разі аварій

Електричні кабелі електроустаткування мають струмові навантаження і з використанням важко займистої ізоляції $R_{13}=1$ кОм/В.

Електропроводка прокладена в захисних коробах з матеріалів, що не згорають.

У електричних схемах електроустаткування передбачений захист від короткого замикання (використання автоматів максимального струмового захисту).

Рішення системи протипожежного захисту призначене у разі виникнення пожежі обмежити її розповсюдження, виявити пожежу, забезпечити умови для її ліквідації, захистити працівників від небезпечних і

шкідливих чинників, пов'язаних з пожежею, а матеріальні цінності – від знищення.

У лабораторії знаходяться вогнегасники марки ВВК-2 (вуглекислотний) для гасіння пожежі в приміщенні. Згідно НАПБ Б.03.001-2004 для приміщень категорії В площею від 25 до 50 м² з зарядом вогнегасної речовини 5 кг необхідно 3 вогнегасника.

Використовувати наявний вогнегасник необхідно з дверного отвору, зважаючи на токсичності газової суміші.

Для евакуації з приміщення використовується один вихід, подальший шлях евакуації людей при пожежі згідно схемі евакуації для поверху, наявної в коридорі.[5]

4.4. Освітлення виробничого приміщення

Освітлення нашого лабораторного приміщення для роботи є природне і штучне, яке відповідає вимогам до СНиП II-4-79/85/86 “Естественное и искусственное освещение”[5].

Використовується двохстороннє бокове природне освітлення (віконні прорізи)з площею світлових прорізів більш ніж - 25% від площі підлоги. Віконні прорізи обладнані регульованими пристроями (занавісками). Але так як наша лабораторія знаходиться у підвальному приміщенні, то для нормальної роботи природного освітлення недостатньо.

Штучне освітлення в приміщенні і на робочих місцях забезпечує хорошу видимість інформації на екрані, машинописного і рукописного тексту, оптимальні співвідношення яскравості робочих і оточуючих поверхонь, виключення відбиття від екрана і клавіатури. Робочі місця і зони освітлюються в такій мірі, що працюючий добре бачить процес праці, не нахиляючись близько до виробу або інструменту (оптимальним вважається відстань 33... 35 см).

Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями, обладнаними комп'ютерами, здійснюється системою загального рівномірного освітлення. У лабораторії проводилися роботи середньої точності (IV класу), для яких нормована величина освітленості згідно з ДБНВ 2.5-28-2006 у випадку використання люмінесцентних ламп дорівнює 300 Лм – в аудиторіях.

Проведемо розрахунок штучного освітлення :

Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, падаючий на поверхню по формулі:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n} \quad (4.1)$$

де F – світловий потік, що розраховується, Лм; E – нормована мінімальна освітленість, Лк (визначимо по таблиці).

Роботу, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розгляду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде $E=300$ Лк при газорозрядних лампах:

S – площа освітлювального приміщення (у нашому випадку $S=42\text{м}^2$);

Z – відношення середньої освітленості до номінальної (зазвичай приймається рівним 1.1-1.2, нехай $Z=1.1$);

K – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення визначається по таблиці коефіцієнтів запасу для різних приміщень і в нашому випадку $K=1.5$); n – коефіцієнт використання (виражається відношенням світлого потоку, падаючого на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в долях одиниці;

Для цього необхідно обчислити індекс переміщення за формулою:

$$I = \frac{S}{h(A+B)} \quad (4.2)$$

Де : S – площа приміщення, $S=42\text{м}^2$;
h – розрахункова висота підвісу, $h=2,5$ м;
A – ширина приміщенн, $A=6$ м;
B – довжина приміщення, $B=7$ м.
Підставивши значення отримаємо:

$$I = \frac{42}{2,5(6+7)} = 1,29 \quad (4.3)$$

Знайшовши індекс приміщення по таблиці знаходимо $n=0.28$;
Підставивши в початкову формулу знаходимо світловий потік:

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 42 \cdot 1,1}{0,28} = 74250 \text{ Лм} \quad (4.4)$$

Для освітлення вибираємо LED лампи FACTORY.PRS LED 50 IP54 5000K,
світловий потік яких $F = 6000$ Лк. Розрахуємо необхідну кількість ламп за
формулою:

$$n = \frac{F}{F_n} \quad (4.5)$$

Де : N –число ламп;
F – світловий потік;
F_n – світловий потік однієї лампи.

$$N = \frac{74250}{6000} = 14 \text{шт} \quad (4.6)$$

Отже, в даній лабораторії необхідно встановити 14 LED ламп, які задовольнятимуть величину світового потоку.

До системи загального освітлення в приміщенні також відносяться світильні настільні лампи. Які розташовані з боку стола робочого місця (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.

4.5 Ультразвук і виробничий шум

В роботі ми використовували діапазон частот 20...100 кГц для кавітаційних процесів в рідині. Вказаний діапазон продиктований технічною доцільністю. Але шум від роботи електродвигуна можливий і при нижчих частотах. Проте створюваний при цьому шум не дозволяє говорити про можливість якого б то не було промислового застосування. Шум повністю зникає тільки в області 20 кГц.[5]

Важливо забезпечити відсутність занадто довготривалого контакту людини з електро-гідравлічним обладнанням, тобто виконання лабораторних дослідів повинно виконуватись чітко у відведений час.

Відносно шкідливості звукового тиску для організму людини слід зазначити, що, наприклад, на частоті 44 кГц санітарні норми допускають звуковий тиск в 140 дб. У звуковому ж діапазоні частот такий рівень звукового тиску для людини недопустимий.

4.6. Санітарно-гігієнічні характеристики приміщення

Робоче приміщення має розміри: 7х6 м; висота 3,5 м; площа 42 м² ; об'єм 147 м³. У приміщенні розташовано 3 робочих місця.

Параметри мікроклімату:

- температура 22-24° С;
- вологість 40-50 %;
- швидкість руху повітря 0.1м/с;
- концентрація пилу -1-5 мг/ м³
- матеріал підлоги - залізобетон.

Основне завдання вентиляції - вилучити з приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже. Проведемо розрахунок вентиляційної установки для даного приміщення. [5]

Необхідний тиск, що створюється вентилятором з урахуванням запасу на непередбачене опір у мережі в розмірі 10 % складе:

$$P_{необх.} = 1,1P = 81,7674 \text{ Па} \quad (4.7)$$

У вентиляційній установці для даного приміщення необхідно застосувати вентилятор низького тиску, так як $P_{необх.}$ менше 1 кПа.

Вибираємо осьовий вентилятор (для опорів мережі до 200 Па) по аеродинамічним характеристикам, тобто залежностей між повним тиском $P_{необх.}$ (Па), створюваним вентилятором і продуктивністю $V_{необх.}$ (М³/ГОД). З урахуванням можливих додаткових втрат або підсосу повітря в повітроводі необхідна продуктивність вентилятора збільшується на 10 %

$$V_{необх.} = 1,1G = 9504 \frac{м^3}{год} \quad (4.8)$$

За довідником вибираємо осьовий вентилятор типу 06-300 N4 з ККД $\eta_B = 0,65$ першого виконання. ККД пасової передачі вентилятора $\eta_{п} = 1$.

Потужність електродвигуна розраховується за формулою:

$$N = \frac{P_{необх.} \cdot V_{необх.}}{3,6 \cdot \eta_n \cdot \eta_s} \cdot 10^{-6} = 332 \text{ Вт} \quad (4.9)$$

За потужністю вибираємо електродвигун АОЛ - 22 - 2 з потужністю $N = 0,6$ кВт і частотою обертання 2830 об/хв .

Дану вентиляційну установку було обрано у зв'язку з тим, що у лабораторному приміщенні проточно-витяжна система вентиляції і потрібна висока продуктивність при достатньо низькому опорі системи.

4.7. Засоби індивідуального захисту при роботі з гідравлічним обладнанням

Попередження несприятливої дії електричного, гідравлічного обладнання та супроводжуючого його шуму на організм працюючих насамперед повинно зводитися до скорочення до мінімуму інтенсивності шуму і часу його дії . [5]

Найбільш поширеними засобами індивідуального захисту при роботі з ультразвуком та гідравлічним обладнанням є протишуми і рукавички. Останні доцільно мати двошарові: зовні гумові, а зсередини бавовняні або вовняні, вони краще поглинають коливання.

Для роботи в лабораторії нам було рекомендовано носити спеціальний одяг (халат або комбінезон) та рукавички, що забезпечують захист від вібрацій та ураження мастилом.

4.8. Мікроклімат виробничих приміщень

Установлені наступні норми на одного працюючого:

- мінімальний обсяг приміщення не менш 15м^3 ;
- мінімальна площа не менш $4,5\text{ м}^2$.

У нашому випадку: $N_{роб} = 3$ чол.

$$S = \frac{S_n}{N_{роб}} = \frac{42}{3} = 14\text{ м}^2, \quad (4.10)$$

$$N = \frac{V_n}{N_{роб}} = \frac{147}{3} = 49\text{ м}^3. \quad (4.11)$$

Отримані значення величин S і N перевищують мінімально-допустимі значення по стандартних нормах.

Таблиця 4.1- Мікроклімат в приміщенні лабораторії

Пора року	Категорія робіт	Температура, °С			Відносна вологість, %			Швидкість руху повітря, м/с		
		Опт.	Доп	Факт	Опт.	Доп	Факт	Опт	Доп.	Факт
Холодна	1б	19-21	20-22	21	40-60	75	53	0,1	<0.1	0.1
Тепла	1б	22-24	22-26	23	40-60	55	55	0.1	<0.1	0.1

Відповідно до санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” вимоги по площі і обсягу площі на одну людину виконуються. Норми мікроклімату виробничих приміщень можуть бути оптимальними і допустимими, в приміщеннях для роботи, пов’язаних з нервово-емоційним напруженням табл. 4.1. [5]

4.9 Оцінювання інженерної та пожежної обстановки під час аварії на вибухонебезпечному об’єкті

Умовою виникнення НС є те, що на відстані 600м від лабораторії знаходиться газова заправка.

1. Відстань від цеху до місця аварії- 600м.
2. Маса пропану- 15т.
3. Характеристика елементів лабораторії: будівля – цегляна, кабельні лінії - наземні, контрольно-вимірювальна апаратура-наявна, границя вогнетривкості несучих стін - 2.5 год.

Розрахункова частина:

$$\text{Зона I: } R_1 = 17,5\sqrt[3]{Q} ; R_1 = 17,5\sqrt[3]{15000} = 430 \text{ м}$$

$$\text{Зона II: } R_{II} = 1,7R_1 ; R_2 = 1,7 \cdot 430 = 731 \text{ м}$$

Висновок: об’єкт опиниться в межах II-ї зони, тобто, зони дії продуктів вибуху.

$$\Delta P_{\phi 2} = 1300 \left(\frac{R_1}{R} \right)^3 + 50, \text{кПа} \quad (4.12)$$

$$\Delta P_{\phi 2} = 1300 \left(\frac{430}{600} \right)^3 + 50 = 0.53, \text{кПа} \quad (4.13)$$

Ступінь руйнування будівлі –слабкий. Зруйновано частину внутрішніх не несучих перегородок, заповнення дверних та віконних прорізів; обладнання має незначні деформації. Будівля має II-ий ступінь вогнестійкості. Категорія пожежної безпеки – В(в лабораторії присутні горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини та матеріали).

Висновки

У даному розділі я описала усі види небезпеки, з якими можливо зустрінеться у дослідницькій лабораторії:

- зазначила небезпечні для життя фактори, та способи захисту від них, та різних уражень при роботі на експериментальному стенді, та в лабораторії взагалі;

- розглянула гігієнічні вимоги до організації робочого місця, вплив мікроклімату, освітлення, пожежна безпека виробничого приміщення, електробезпека;

- виконала розрахунок вентиляційної установки, розрахунок лабораторії на необхідну кількість підвісних ламп і провела розрахунок ступеня можливих руйнувань під час аварії на вибухонебезпечному об'єкті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Учебник для машиностроительных вузов / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. — 4-е изд., стереотипное, перепечатка со второго издания 1982 г. — М: Альянс, 2010. — 423 с.
2. Учебник для вузов. - Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем - М.: Машиностроение, 1974. - 606 с.
3. Элементы гидропривода. (Справочник). Изд. 2-е, перераб. и доп. Абрамов Е. И., Колесниченко К. А., Маслов В. Т. Киев, «Техника», 1977. 320 с.
4. Гідропривід. Методичні до виконання лабораторних робіт студентами напрямів підготовки 6.050301 Гірництво, 6.050502 Інженерна механіка / І.М. Чеберячко, В.Г. Дерюгін, Віт.Г. Шворак, В.Є. Кириченко, Вол.Г. Шворак. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 23 с.
5. Основи охорони праці: Навч. посіб. / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін .; За заг. ред. В.В.Березуцького. - 2-х вид.,перероб і доп. - Х .: Факт, 2007. - 480 с.
6. Управління проектами: Методичні рекомендації щодо самостійного вивчення дисципліни для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю 8.03050401 та 7.03050401 «Економіка підприємства» освітньо-

кваліфікаційного рівня «магістр» і «спеціаліст» / В. М. Гурнак, О. В. Пилипенко. – К.: ДЕТУТ, 2013. – 86 с.

7. Богданович Л.Б. Гидравлические приводы. Киев, "Вища школа", 1980

8. Гидрооборудование. Номенклатура, параметры, размеры, взаимозаменяемость. Международный справочник. В.К. Свешников – 2001г – 360с.

9. <https://os1.ru/article/7211-regulatory-rashoda-rabochey-zhidkosti-dlya-gidroprivodov-mobilnyh-mashin>

10. <https://usp-ltd.com.ua/catalog/stendy-gidravlicheskie>

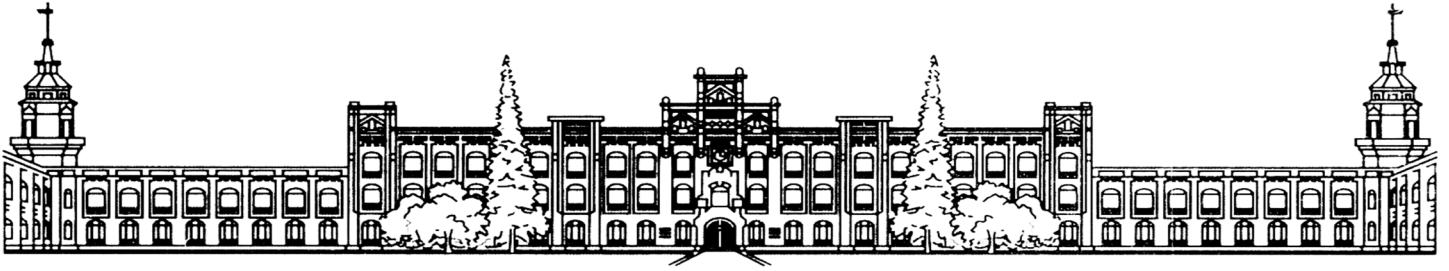
11. <https://gidro-dnepr.com.ua/stendovoe-oborudovanie-festo-didactic-prednaznaceno-dla-sborki-ucebnyh-gidravlicheskih-shem-i>

12. <https://cyberleninka.ru/article/n/stendovoe-oborudovanie-dlya-issledovaniya-gidroprivoda-s-diskretnym-regulyatorom-potoka-zhidkosti>

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В магістерській дисертації було зроблено опис роботи лабораторного стенду, проведено його пусканалагоджувальні роботи та створено методику проведення дослідів. Це, в свою чергу, дало змогу провести ряд експериментів та одержати якісні характеристики роботи системи при регулюванні швидкості дроселем та регулятором потоку. За допомогою графіків були зроблені висновки щодо оптимального режиму роботи системи та обрано ці режими. Було запропоновано метод модернізації стенду за рахунок кріплення динамометричної скоби, що в подальшому, дасть можливість проведення ще одного дослідів з метою отримання кількісних та якісних характеристик. Було проведено тарування динамометричної скоби й побудований тарувальний графік для визначення дійсного зусилля на штоці гідроциліндру.

ДОДАТОК А. ПРОТОКОЛИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Лабораторна робота

Тема: «Лабораторний стенд для вивчення параметрів системи з можливістю об'ємного і дросельного регулювання швидкості руху виконавчого пристрою»



Виконав:

студент _____ курсу, групи _____

ФІО _____

Перевірив: _____

Захищено з оцінкою: _____

КИЇВ 2019

Дослід №1

Тема: Визначення дійсної витрати гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при змінному навантаженні

Мета досліду: визначити значення дійсної витрати робочої рідини при змінній тиску навантаження при різних значення положення рукоятки дроселя та регулятора потоку ; побудувати графіки залежності дійсної витрати від положення ручки; зробити висновки щодо виконаної роботи.

Технічні характеристики стенду

$$N_{\text{дв}} = 7,5 \text{ кВт};$$

$$n = 1500 \text{ об/хв};$$

$$q = 28 \text{ см}^3;$$

$$U_{\text{дв}} = 380 \text{ В};$$

$$U_{\text{катушок_кранів}} = 24 \text{ В};$$

$$U_{\text{витратоміра}} = 24 \text{ В};$$



Розрахункові формули:

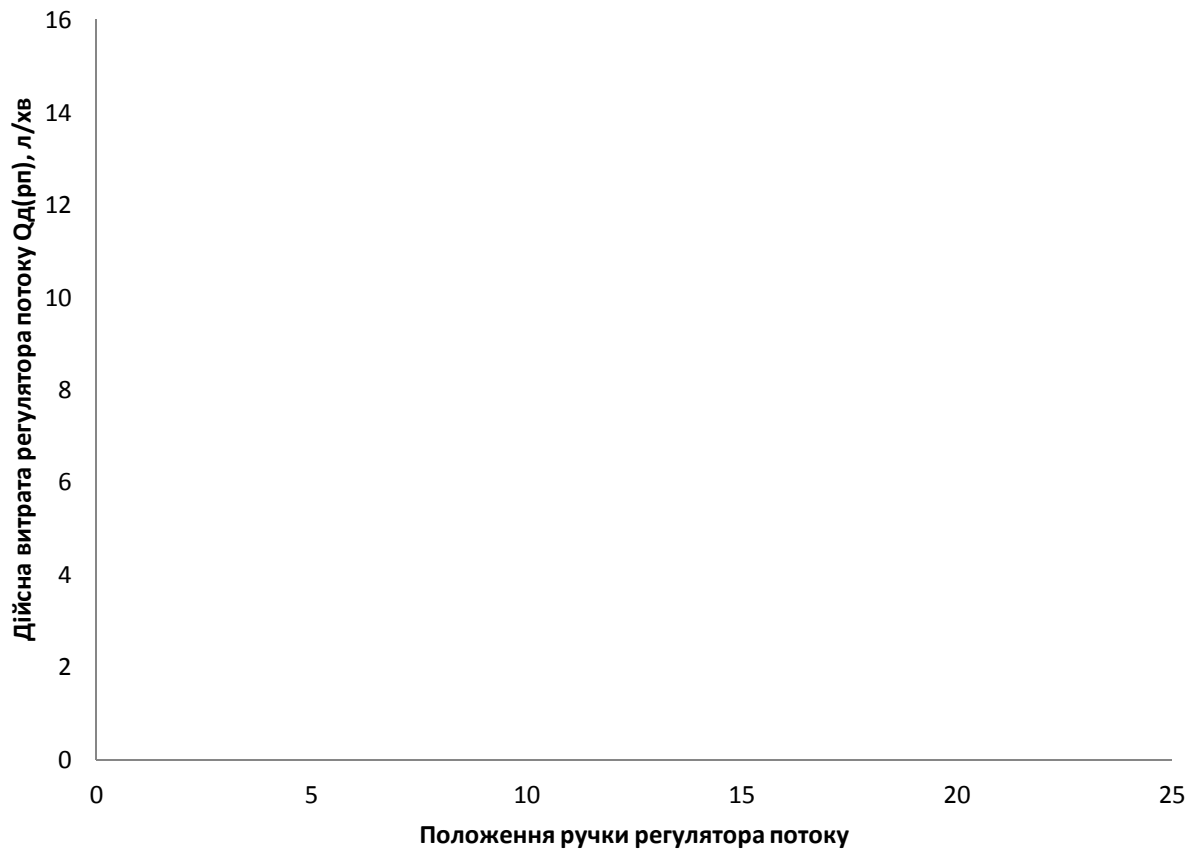
$$Q_T =$$

Примітка: дослід потрібно виконати на 4-ьох робочих тисках. Дані про тиск видає викладач після того як бригада ознайомилась зі стендом і пройшла інструктаж. Порядок виконання лабораторної роботи наведений у методиці.

Таблиця обробки результатів

Полож-ення ручки α	Експериментальні дані							
	Q_D (ДР)				Q_D (ПІ)			
	$\frac{л}{хв}$				$\frac{л}{хв}$			
	25bar	35bar	45bar	55bar	25bar	35bar	45bar	55bar
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

Залежність дійсної витрати дроселя від положення ручки при змінному навантаженні



Залежність дійсної витрати регулятора потоку від положення ручки при змінному навантаженні



Контрольні запитання:

1. Які види регулювання швидкості в системі Ви знаєте? Перерахуйте їх переваги та недоліки.
2. Чи впливає навантаження на роботу системи? Якщо так, то яким чином.
3. Який характер залежності між навантаженням в системі та дійсною витратою гідроциліндра при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку?
4. Від чого залежить оптимальний режим роботи? Який найоптимальніший режим роботи системи в даному досліді при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку?

Висновки:

Дослід №2

Тема: Визначення теоретичної, дійсної витрати та об'ємного ККД гідроциліндру при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при постійному навантаженні.

Мета досліду: визначити значення теоретичної, дійсної витрати та об'ємного ККД гідравлічної системи при регулюванні дроселем та регулятором потоку при постійному навантаженні; побудувати графіки залежності дійсної витрати та об'ємного ККД від перепаду тиску; зробити висновки щодо виконаної роботи.

Технічні характеристики стенду

$$N_{\text{дв}} = 7,5 \text{ кВт};$$

$$n = 1500 \text{ об/хв};$$

$$q = 28 \text{ см}^3;$$

$$U_{\text{дв}} = 380 \text{ В};$$

$$U_{\text{катушок_кранів}} = 24 \text{ В};$$

$$U_{\text{витратоміра}} = 24 \text{ В};$$



Розрахункові формули:

$$Q_T =$$

$$\eta_o =$$

Примітка: дослід потрібно виконати на 4-ьох робочих тисках. Дані про тиск видає викладач після того як бригада ознайомилась зі стендом і пройшла інструктаж. Порядок виконання лабораторної роботи наведений у методиці.

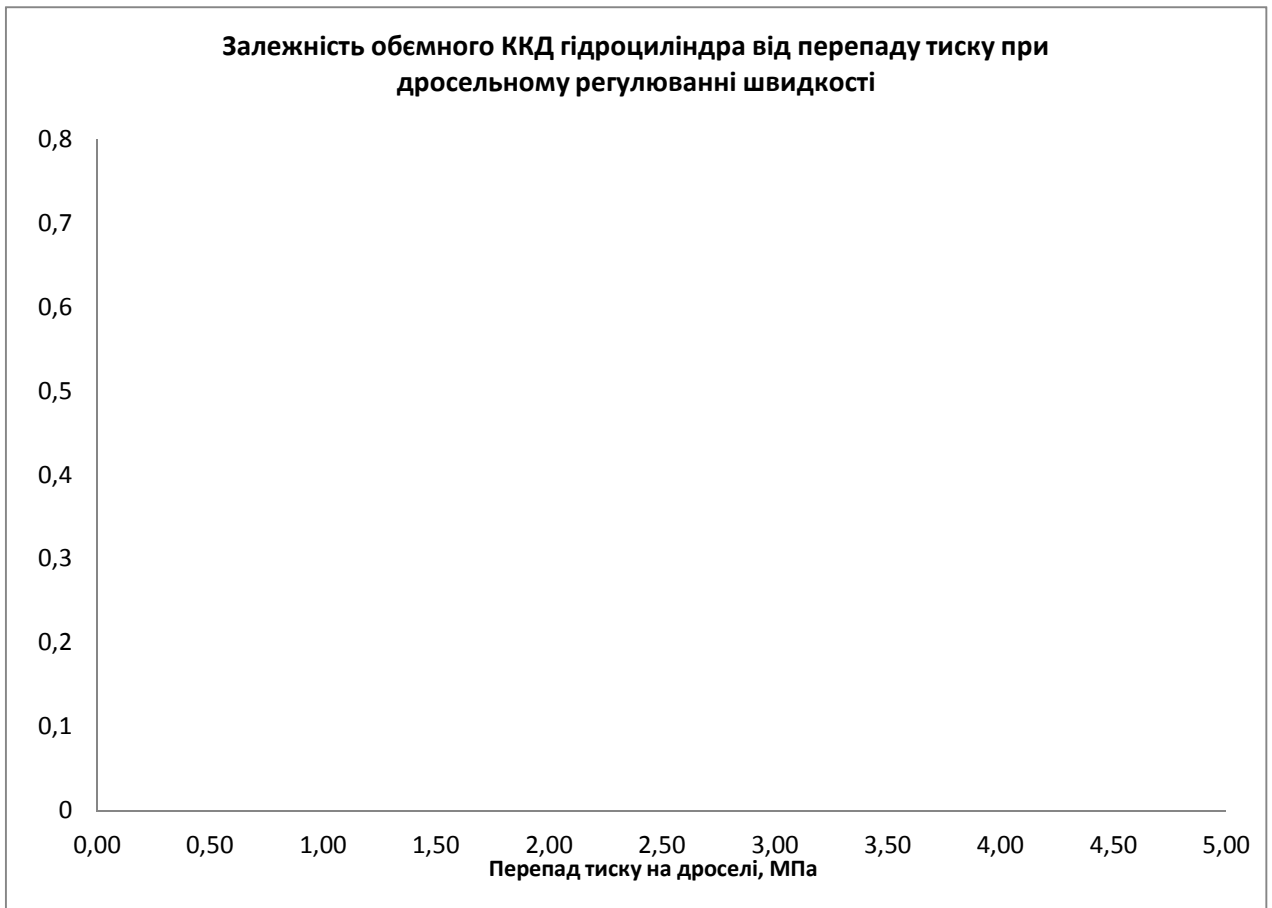
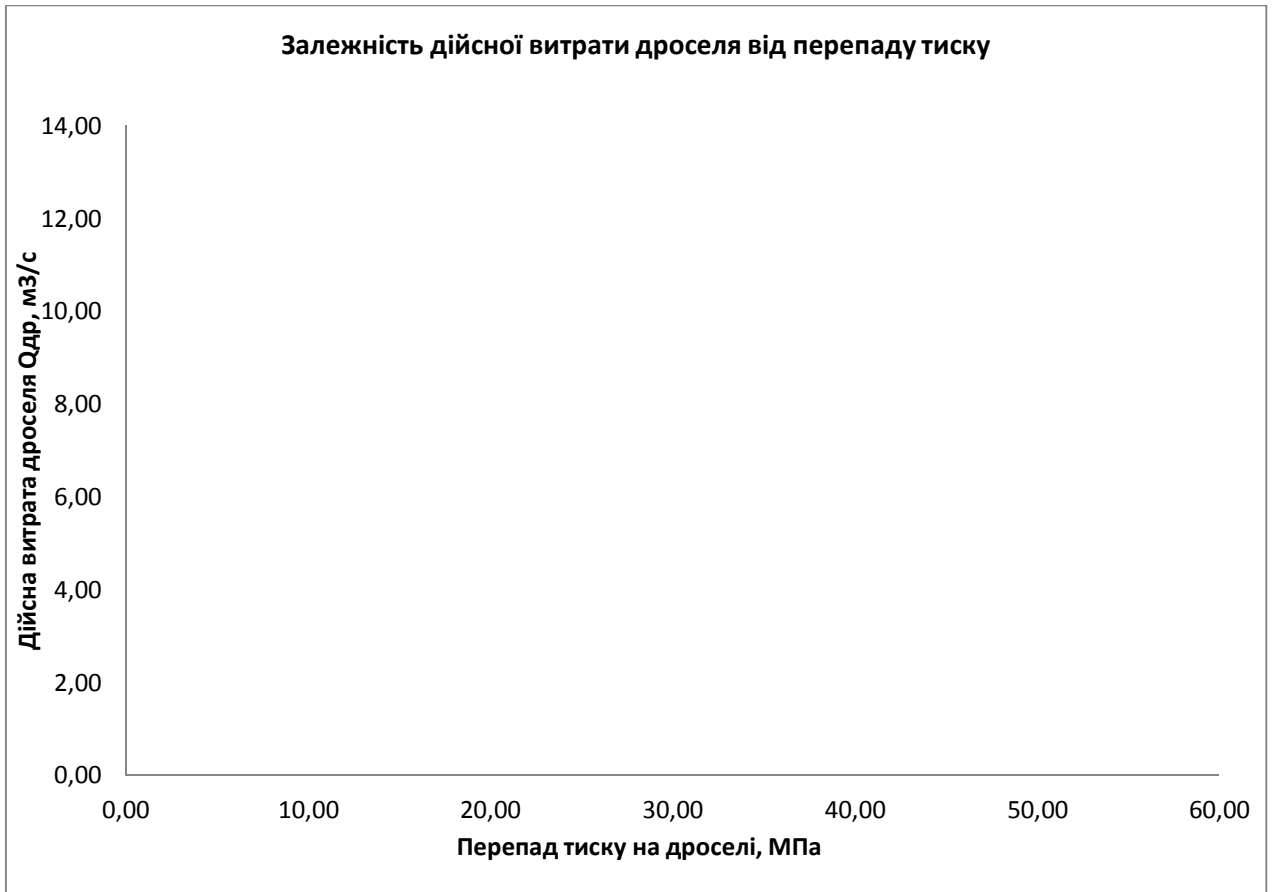
Таблиці обробки результатів

Для дослідження дроселя

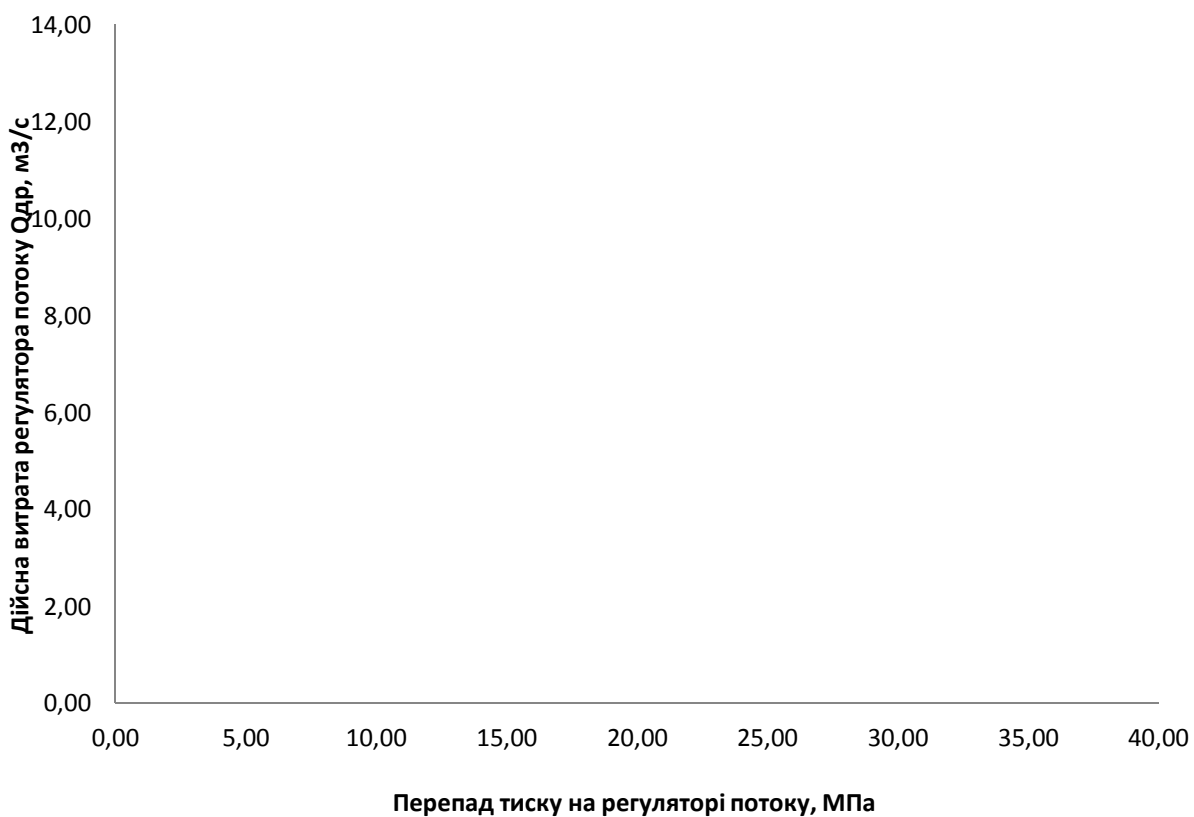
Положення ручки дроселя	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{Др}$	$P_2(M2)_{Др}$	$Q_{Д}(Др)$	$\Delta p_{Др}$	$Q_T(Др)$	$\eta_{O(Др)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{л}{хв}$	<i>bar</i>	$\frac{л}{хв}$	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

Для дослідження регулятора потоку

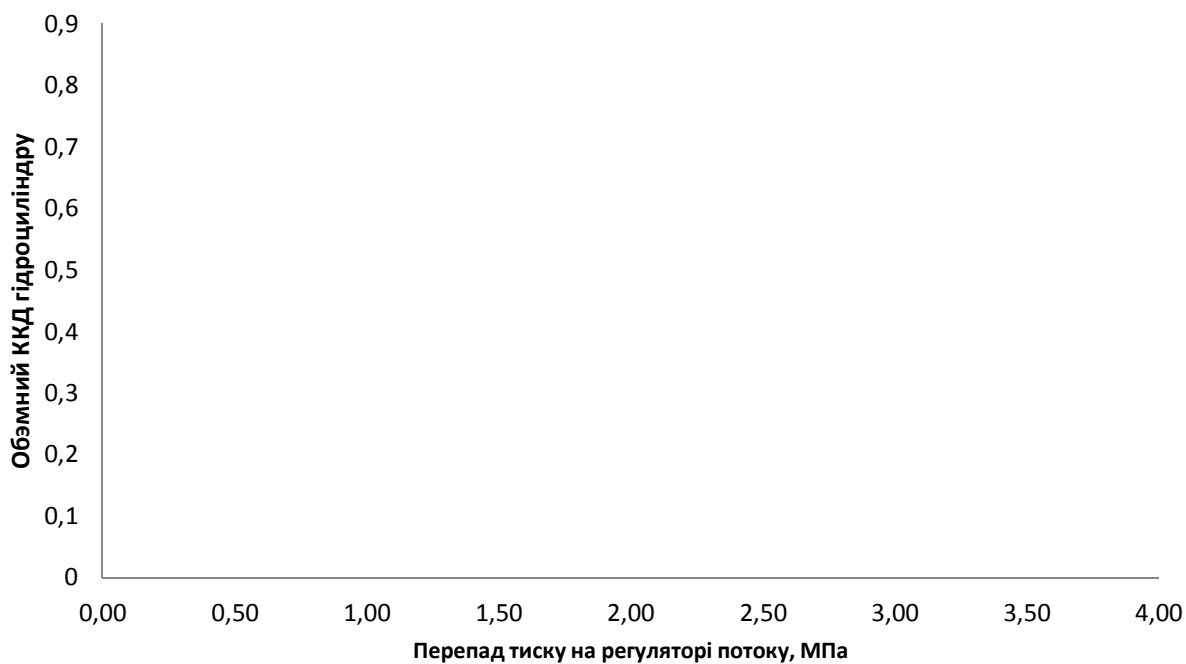
Положення ручки регулятора потоку	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	$P_1(M1)_{РП}$	$P_2(M2)_{РП}$	$Q_D(РП)$	$\Delta p_{РП}$	$Q_T(РП)$	$\eta_{O(РП)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	$\frac{л}{хв}$	<i>bar</i>	$\frac{л}{хв}$	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						



Залежність дійсної витрати регулятора потоку від перепаду тиску



Залежність об'ємного ККД гідроциліндра від перепаду тиску при регулюванні швидкості регулятором потоку



Контрольні запитання:

1. Які види регулювання швидкості в системі Ви знаєте? Перерахуйте їх переваги та недоліки.
2. Чи впливає навантаження на роботу системи? Якщо так, то яким чином. Обґрунтуйте свою думку за допомогою графіку.
3. Який характер залежності між навантаженням в системі та дійсною витратою гідروциліндра при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку?
4. Який характер залежності між об'ємним ККД гідроциліндру та перепадом тиску при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку? Чи впливає навантаження на значення об'ємного ККД гідроциліндру? Якщо так, то яким чином. Обґрунтуйте свою думку за допомогою графіку.
5. Від чого залежить оптимальний режим роботи? Який найоптимальніший режим роботи системи в даному досліді при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку? В яких межах він лежить?

Висновки:

Дослід № 3

Тема: «Визначення зміни дійсної витрати робочої рідини при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при попередньо встановленій витраті.»

Мета дослід: практично довести різницю у регулюванні швидкості виконавчого пристрою при роботі дроселя та при роботі регулятора потоку.

Технічні характеристики стенду

$$N_{\text{дв}} = 7,5 \text{ кВт};$$

$$n = 1500 \text{ об/хв};$$

$$q = 28 \text{ см}^3;$$

$$U_{\text{дв}} = 380 \text{ В};$$

$$U_{\text{катушок_кранів}} = 24 \text{ В};$$

$$U_{\text{витратоміра}} = 24 \text{ В};$$



Примітка:

1. Дослід потрібно виконати на 4-ьох робочих тисках. Дані про тиск видає викладач після того як бригада ознайомилась зі стендом і пройшла інструктаж. Порядок виконання лабораторної роботи наведений у методиці
2. Цикл навантаження дроселя (регулятора потоку) задається викладачем особисто й окремо для кожної бригади.

Таблиця обробки результатів

$p_{нав}$	$Q_{Д(Др)}$	$Q_{Д(РП)}$
<i>bar</i>	$\frac{л}{хв}$	$\frac{л}{хв}$
25		
35		
45		
55		
35		
55		
25		
45		
55		
45		
35		
25		
25		
35		
45		
55		
35		
55		
25		
45		
55		
45		
35		
25		



Контрольні запитання:

1. Які види регулювання швидкості в системі Ви знаєте? Перерахуйте їх переваги та недоліки.
2. Чи впливає навантаження на роботу системи при дросельному регулюванні та при регулюванні регулятором потоку? Якщо так, то яким чином. Обґрунтуйте свою думку за допомогою графіку.
3. Який характер залежності між циклічним навантаженням в системі та дійсною витратою гідроциліндра при дросельному регулюванні та при регулюванні за допомогою регулятора потоку?

Висновки:

Дослід №4

Тема: «Визначення зміни дійсної витрати робочої рідини при регулюванні дроселем та при регулюванні регулятором потоку при попередньо встановленій витраті.»

Мета дослід: практично довести різницю у регулюванні швидкості виконавчого пристрою при роботі дроселя та при роботі регулятора потоку.

Технічні характеристики стенду

$$N_{\text{дв}} = 7,5 \text{ кВт};$$

$$n = 1500 \text{ об/хв};$$

$$q = 28 \text{ см}^3;$$

$$U_{\text{дв}} = 380 \text{ В};$$

$$U_{\text{катушок_кранів}} = 24 \text{ В};$$

$$U_{\text{витратоміра}} = 24 \text{ В};$$



Розрахункові формули:

$$S_1$$

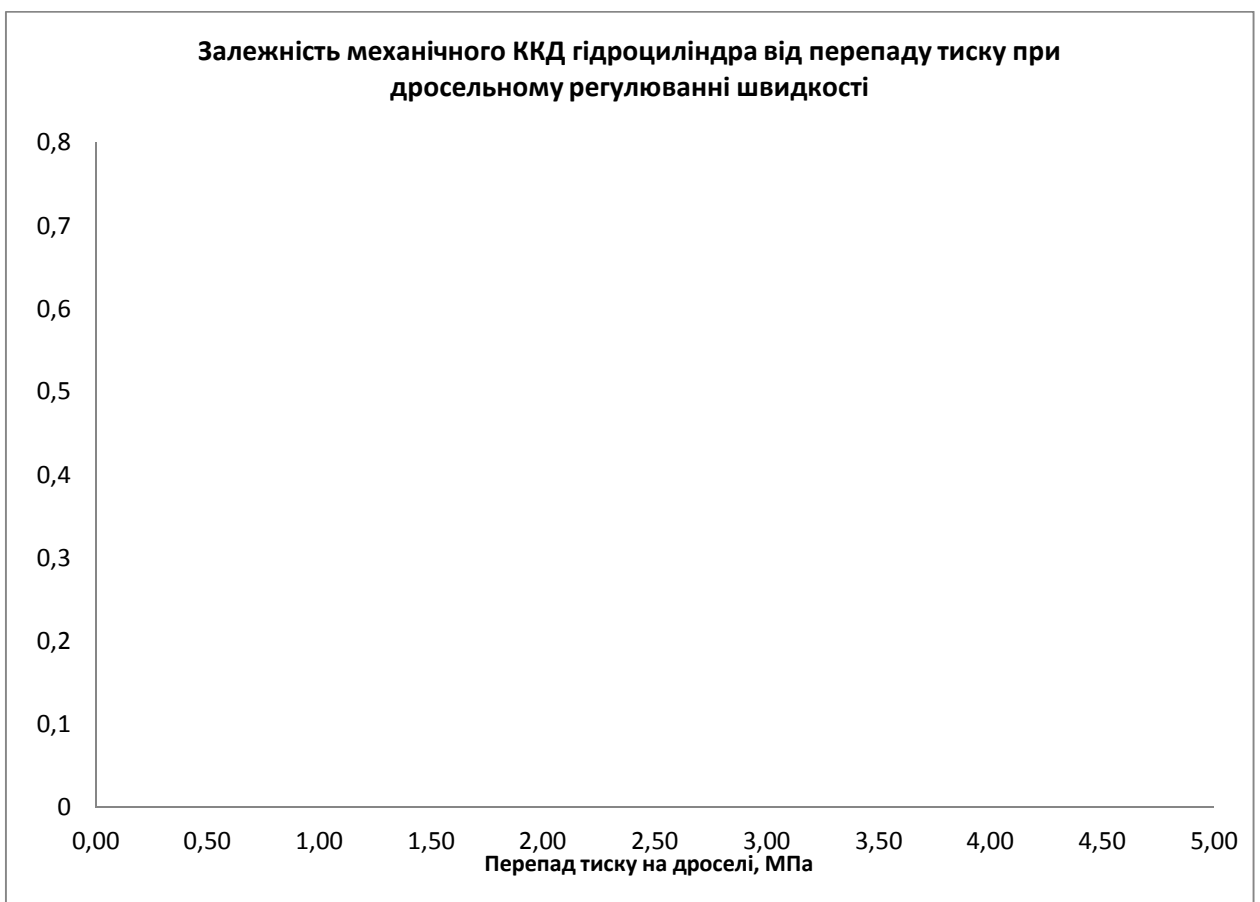
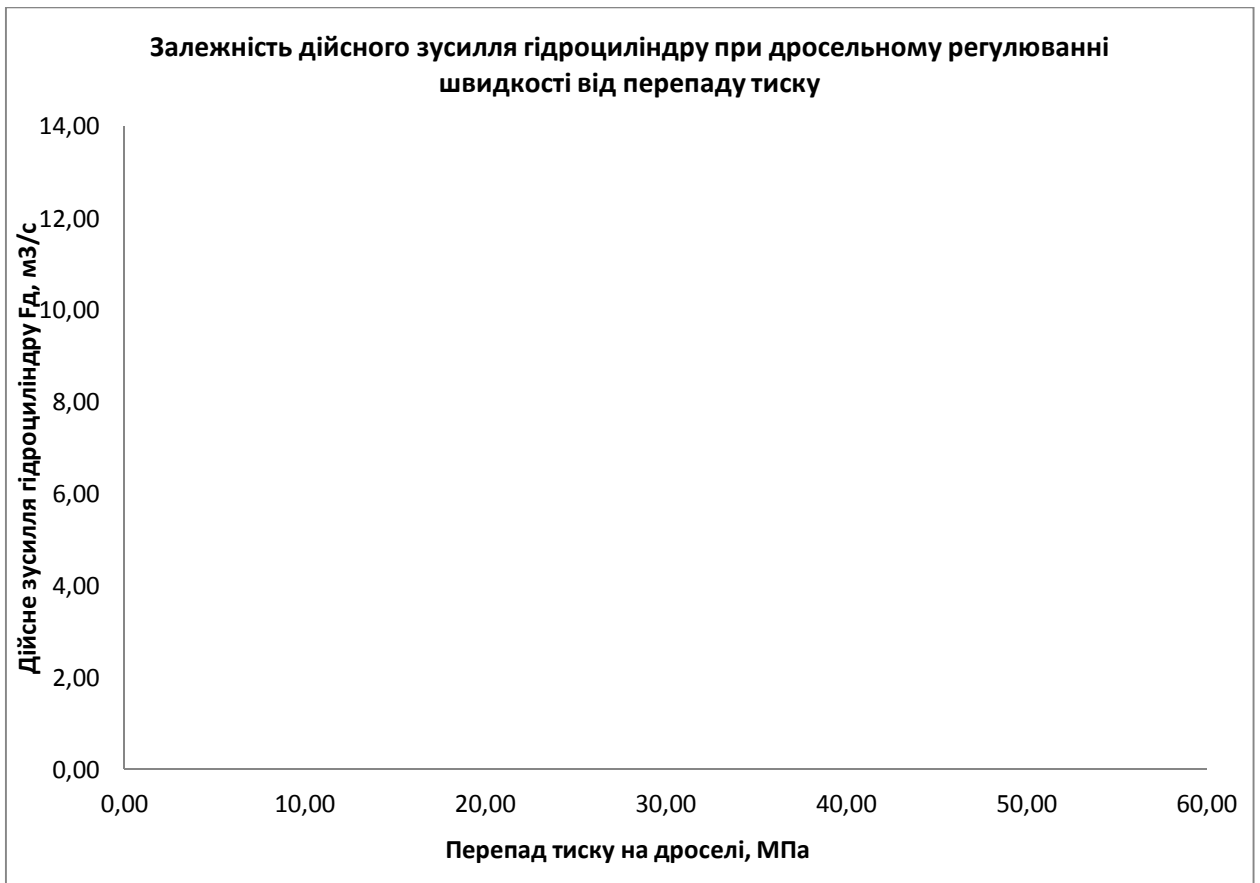
$$F_T =$$

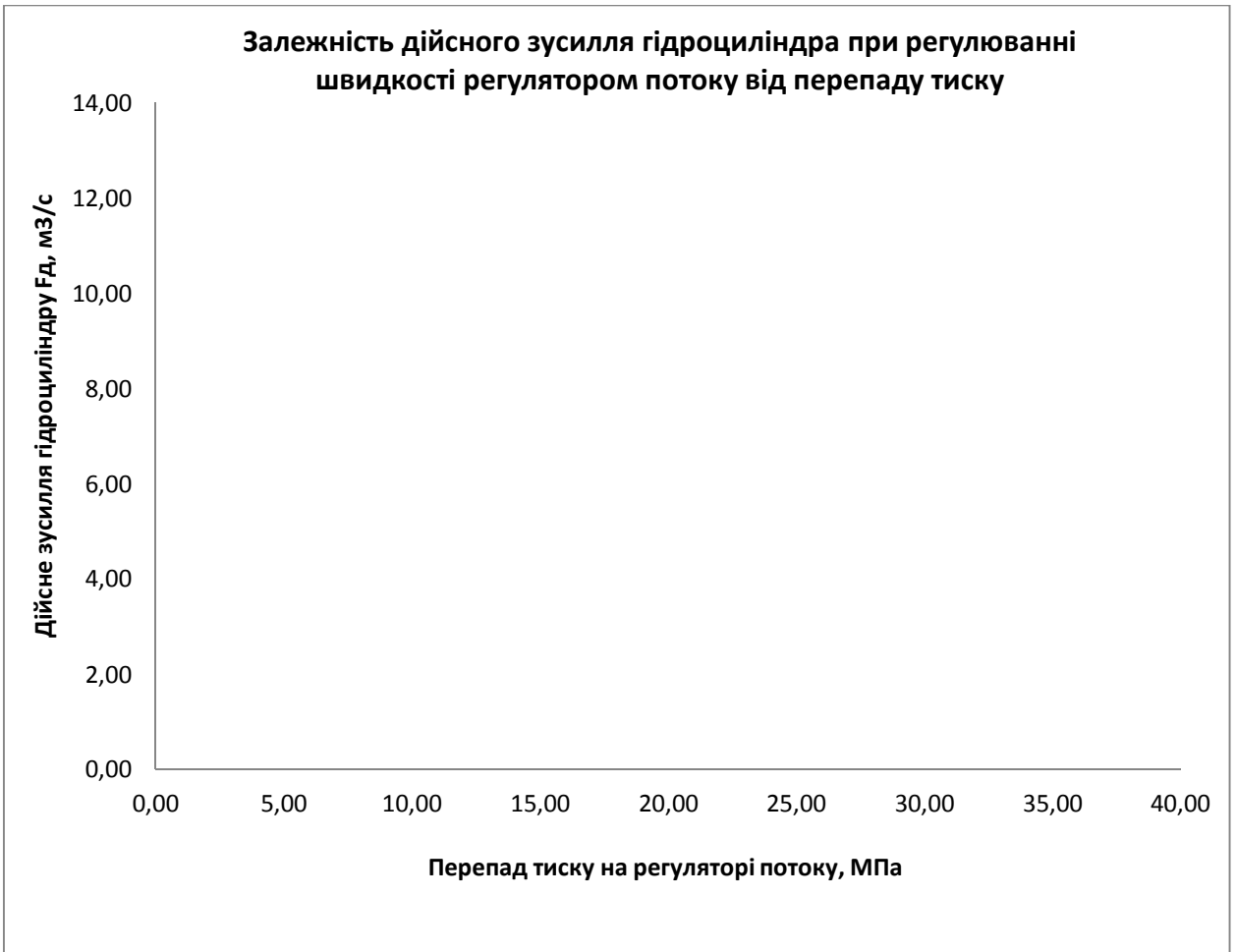
$$\eta_M =$$

Примітка: Дослід потрібно виконати на 4-ьох робочих тисках. Дані про тиск видає викладач після того, як бригада ознайомилась зі стендом і пройшла інструктаж. Порядок виконання лабораторної роботи наведений у методиці.

Таблиця обробки результатів

№ п/ п	Експериментальні дані		Розрахункові дані							
	P_1	P_2	$\Delta p_{Др}$	$\Delta p_{РП}$	$F_T(Др)$	$F_T(РП)$	$F_{Д}(Др)$	$F_{Д}(РП)$	$\eta_{М(Др)}$	$\eta_{М(РП)}$
	<i>bar</i>	<i>bar</i>	<i>bar</i>	<i>bar</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>H</i>		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
11										
12										
13										
14										
15										





Контрольні запитання:

1. Які види регулювання швидкості в системі Ви знаєте? Перерахуйте їх переваги та недоліки.
2. Чи впливає навантаження значення механічного ККД гідроциліндру? Якщо так, то яким чином. Обґрунтуйте свою думку за допомогою графіку.
3. Що таке оптимальний режим роботи системи? Яке значення механічного ККД задовольняє цей режим?

Висновки: