

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
12 вересня 2024 р., протокол № 05

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Гідромеханіка»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Рекомендовано на засіданні кафедри
гірничих технологій та будівництва
ім. проф. Бакка М.Т.
27 серпня 2024 р., протокол № 8

Розробник: ст. викладач кафедри гірничих технологій та будівництва
ім. проф. Бакка М.Т. КОЛОДІЙ Марина

Житомир
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 22 / 2</i>

УДК 532

Методичні рекомендації для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Гідромеханіка» (для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»).

Укладач – ст. викладач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. КОЛОДІЙ Марина – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 22 с.

Рецензенти:

ОСТАФІЙЧУК Неля – ст. викладач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

КРИВОРУЧКО Андрій – к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. – к.т.н., доц. БАШИНСЬКИЙ Сергій

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання і містять детальні рекомендації для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Гідромеханіка».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 3

ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота № 1. Об'ємні гідравлічні та пневматичні двигуни	5
Лабораторна робота № 2. Об'ємні гідравлічні насоси	8
Лабораторна робота № 3. Клапани тиску	11
Лабораторна робота № 4. Дроселі і регулятори витрати	14
Лабораторна робота № 5. Розподільні (направляючі) апарати	16
Лабораторна робота № 6. Насосні установки типу Г48	18
Лабораторна робота № 7 Пневмоприводи маніпулятора промислового робота “ЦИКЛОН-5” (1 частина)	20
Лабораторна робота № 8 Пневмоприводи маніпулятора промислового робота “ЦИКЛОН-5” (2 частина)	20
Література	21

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 22 / 4</i>

ВСТУП

Систематичне та повне опрацювання матеріалу лабораторного практикуму забезпечує більш глибоке засвоєння окремих розділів теоретичної частини курсу та успішне виконання окремих частин розрахункової роботи.

Передбачається, що студент, як правило, приходить на лабораторні заняття без попереднього вивчення планової теми.

На початку кожного заняття викладач, користуючись комп'ютерними матеріалами, схемами гідравлічними та пневматичними принциповими, розрізами, промисловими зразками гідравлічних та пневматичних апаратів і машин, що застосовуються в різноманітних галузях техніки, на протязі близько однієї академічної години пояснює матеріал планової теми.

Студент, користуючись цими ж наочними засобами, підручниками, навчальними посібниками і довідковою літературою та консультаціями викладача і учбового майстра, виконує розбирання та складання, регулювання апаратів і машин, що вивчаються.

В період аудиторного часу, що залишився після вказаного опрацювання матеріалу, та в період поза аудиторного часу, який передбачено на самостійне опрацювання цього матеріалу по підручниках, навчальних посібниках і довідковій літературі, студент, з метою поглиблення та закріплення отриманих знань, систематизує їх і виконуючи вимоги методичних вказівок, стисло записує в звіт лабораторної роботи.

Якщо студент пропустив планове заняття, зміст та об'єм методичних вказівок по кожній темі є достатніми і для самостійного вивчення всього матеріалу кожної з лабораторних робіт по рекомендованій літературі з обов'язковим наступним вивченням відповідних допоміжних наочних засобів навчання (комп'ютерні матеріали, схеми гідравлічні та пневматичні принципові, розрізи, промислові зразки гідравлічних та пневматичних апаратів і машин, що використовуються в різноманітних галузях техніки) в лабораторії під час найближчого консультаційного заняття.

Така форма організації учбового процесу забезпечує можливість успішного засвоєння учбового матеріалу переважною більшістю студентів, які відвідують заняття, отримання навиків ефективної роботи з підручниками та довідковою літературою, з апаратами та машинами гідравлічних та пневматичних приводів різноманітних технологічних та транспортних систем.

Самостійно оформлений звіт по кожній лабораторній роботі студент захищає на одному з консультаційних занять до початку екзаменаційної сесії.

Після захисту звіти по всіх лабораторних роботах зшиваються в збірку. Підписаний викладачем звіт є підставою для допуску студента до екзамену по дисципліні.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 5

Лабораторна робота №1

Об'ємні гідравлічні та пневматичні двигуни

Мета роботи – вивчення принципу дії, конструкції та застосування гідравлічних та пневматичних двигунів

1. З'ясуйте та стисло опишіть в звіті по лабораторній роботі призначення об'ємних гідравлічних та пневматичних машин, їх класифікацію, особливості перетворення механічної енергії руху вхідної ланки насоса в особливий вид механічної енергії – енергію стиснутої рідини (гідравлічну), особливості перетворення енергії стиснутої рідини в механічну енергію руху вихідної ланки двигуна.

З'ясуйте та стисло опишіть в звіті класифікацію об'ємних гідравлічних та пневматичних двигунів, дайте визначення основних параметрів гідравлічних двигунів.

2. Розгляньте принцип дії та будову, виконайте розбирання і складання гідромотора Г15-21Н (або Г15-21М). Зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей. Виконайте спрощене напівконструктивне зображення і опишіть принцип дії та конструкцію гідромотора.

Ознайомтесь зі значеннями основних параметрів гідромоторів типу Г15. Ознайомтесь з позначеннями умовними графічними нерегульованих та регульованих гідравлічних моторів.

Накресліть схему застосування мотора в складі гідравлічного привода.

3. Розгляньте принцип дії, класифікацію і будову гідравлічних та пневматичних циліндрів, виконайте розбирання і складання гідравлічного чи пневматичного циліндра за вказівкою викладача, виконайте його напівконструктивне зображення, стисло опишіть конструкцію. Зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих з'єднань деталей циліндрів окремих типів.

Ознайомтесь з типовими конструкціями гідравлічних та пневматичних циліндрів, що застосовуються в гірничому машинобудуванні, верстатобудуванні, робототехніці, та інших галузях машинобудування, виконайте їх схеми і стисло опишіть їх особливості.

Ознайомтесь з позначеннями умовними графічними циліндрів. Опишіть особливості монтажу та експлуатації циліндрів.

4. Розгляньте принцип дії, класифікацію і будову гідравлічних та пневматичних поворотних двигунів, виконайте розбирання і складання гідравлічного чи пневматичного поворотного двигуна за вказівкою викладача. Зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей двигунів окремих типів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ OK23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 6

Виконайте спрощені напівконструктивні зображення і опишіть принцип дії та конструкції одношиберного, двошиберного та поршневого з кінематичним зубчастим перетворювачем поворотних двигунів.

Ознайомтесь з позначеннями умовними графічними поворотних двигунів.

Самостійна робота

1. Розгляньте конструкцію, виконайте спрощене напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію та принцип дії обертового гідравлічного (пневматичного) циліндра. Зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей.

2. Ознайомтесь з позначеннями умовними графічними обертових циліндрів.

Запитання для контролю засвоєння матеріалу

1. Виконайте класифікацію об'ємних гідравлічних машин за призначенням та принципом дії.

2. Наведіть особливості перетворення енергії в об'ємних машинах – насосах і машинах – двигунах.

3. Виконайте класифікацію об'ємних машин по конструктивних признаках.

4. Виконайте класифікацію гідравлічних циліндрів, що застосовуються в гірничому машинобудуванні, верстатобудуванні, робототехніці.

5. Наведіть конструктивні схеми гідравлічних циліндрів.

6. Поясніть особливості диференціального включення циліндра.

7. Поясніть особливості використання циліндрів з двостороннім штоком.

8. Напишіть рівняння рівноваги поршня при установленому русі під дією сил технологічного навантаження, сил тертя, які виникають на поверхнях деталей, що труться, сил тиску рідини на поверхні поршня в окремих порожнинах циліндра.

9. Які параметри гідравлічного привода визначаються при користуванні рівнянням рівноваги рухомого поршня?

10. Напишіть рівняння, що застосовує параметри: подачу рідини в порожнину циліндра, швидкість вихідної ланки – штока і діаметри циліндра та штока. Використайте рівняння для отримання значень кожного з названих параметрів.

11. Поясніть особливості будови плунжерних циліндрів.

12. Дайте рекомендації по монтажу та експлуатації циліндрів.

13. Назвіть типи ущільнень, що використовуються в конструкціях

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 7

циліндрів.

14. Поясніть, як працюють окремі типи ущільнень в конструкціях циліндрів.

15. Поясніть особливості конструкції мембранного пневматичного циліндра.

16. Дайте загальну характеристику, виконайте класифікацію поворотних гідравлічних та пневматичних двигунів.

17. Дайте загальну характеристику гідравлічних моторів.

18. Назвіть основні деталі та складальні одиниці гідравлічного мотора типу Г15.

19. Поясніть принцип дії мотора типу Г15.

20. Де з'являються витoki робочої рідини в конструкції мотора типу Г15?

21. Як відводяться витoki з корпусу?

22. Як з'являються тангенціальні сили, що змушують обертатися барабан, блок циліндрів та вал мотора типу Г15?

23. Навіщо і за рахунок яких сил блок циліндрів протискується до опорно-розподільного диска?

24. Як компенсується зношення поверхонь блоку циліндрів та опорно-розподільного диска, що труться?

25. Від чого залежить частота обертання ротора гідромонітора?

26. Чим визначається величина обертального моменту на валу гідромотора?

27. Чим відрізняється конструкція гідромотора Г15-2...Н від конструкції гідромотора Г15-2...М?

28. Від чого залежить час реверсу гідромотора?

29. Накресліть схему використання гідромотора в складі гідроприводу?

30. Дайте загальну характеристику поворотних гідравлічних та пневматичних двигунів.

31. Виконайте класифікацію поворотних гідравлічних та пневматичних двигунів.

32. Які особливості конструкцій та використання пластинчастих поворотних гідравлічних та пневматичних двигунів?

33. Які особливості конструкцій та використання поршневих поворотних гідравлічних та двигунів?

34. Які особливості конструкції багатопозиційних пневматичних двигунів.

Запитання для контролю самостійної роботи

1. Де застосовують обертові гідравлічні (пневматичні) циліндри?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 8

2. Назвіть основні деталі обертів гідравлічних (пневматичних) циліндрів.
3. Поясніть як працює обертовий гідравлічний (пневматичний) циліндр.
4. Як підводиться робоче середовище для порожнин обертового циліндра?
5. Виконайте умовне графічне позначення обертового циліндра.

Лабораторна робота № 2

Об'ємні гідравлічні насоси

Мета роботи – вивчення принципу дії, конструкції та застосування гідравлічних об'ємних насосів

Зміст роботи

1. З'ясуйте та стисло опишіть в звіті по лабораторній роботі призначення, принцип дії, класифікацію об'ємних гідравлічних насосів, дайте визначення основних параметрів.

Ознайомтесь з загальним позначенням умовним графічним нерегульованих та регульованих гідравлічних насосів, компресорів.

Запишіть значення основних параметрів пластинчастих гідромашин.

2. Вивчіть конструкцію, виконайте розбирання та складання, виконайте напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію і принцип дії нерегульованого пластинчастого насоса дворазової дії БГ12-41 А.

Вивчіть конструкцію, виконайте розбирання та складання, виконайте напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію і принцип дії регульованого пластинчастого насоса Г12-5М.

Зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей насоса.

Ознайомтесь з позначенням умовним графічним нерегульованих та регульованих пластинчастих гідравлічних насосів.

3. Запишіть значення основних параметрів аксіально-поршневих машин.

Вивчіть конструкцію, виконайте розбирання та складання, виконайте напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію і принцип дії регульованого аксіально-поршневого насоса 2Г15-14. Зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей насоса.

Ознайомтесь з позначеннями умовними графічними гідравлічних аксіально-поршневих насосів.

Ознайомтесь із схемою гідросистеми насосної установки Г48-44.

Виконайте схему підключення насоса 2Г15-14 до гідросистеми установки в складі напірної, зливної та всмоктувальної ліній та лінії підживлення, стисло

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 9

опишіть її.

4. Ознайомтесь з основними параметрами шестеренних насосів.

Ознайомтесь з конструкцією та принципом дії шестеренного насоса Г11-25, виконайте розбирання та складання насоса, зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей насоса.

Опишіть конструкцію і принцип дії насоса.

Ознайомтесь з позначеннями умовними графічними гідравлічних шестеренних насосів.

5. Визначіть робочий об'єм вказаного викладачем насоса, при заданому значенні частоти обертання ротора насоса, визначіть його подачу.

6. Ознайомтесь зі схемою стенда для випробування насосів. Під керівництвом навчального майстра виконайте (в відповідності з інструкцією по випробуванню насосів) визначення подачі насоса при номінальному тиску, повного і об'ємного ККД одного з насосів стенда, стисло опишіть методику визначення вказаних параметрів.

Самостійна робота

Ознайомтесь з конструкціями, виконайте спрощені напівконструктивні зображення, стисло опишіть конструкцію та принцип дії аксіально-поршневого з похилим блоком та радіально-поршневого насосів.

Запитання для контролю засвоєння матеріалу

1. Поясніть призначення насосів.
2. Виконайте класифікацію об'ємних гідравлічних насосів.
3. Назвіть основні параметри, поясніть принцип роботи пластинчастого гідравлічного насоса одноразової дії.
4. Якими конструктивними заходами можна підвищити подачу пластинчастого насоса при сталій частоті обертання ротора?
5. Назвіть основні деталі конструкції пластинчастого насоса типу БГ12, розкажіть про особливості їх роботи.
6. Дайте визначення робочого об'єму і геометричної подачі пластинчастого насоса дворазової дії.
7. Чому пластини в корпусі ротора насоса БГ12 встановлені під кутом до радіальної лінії?
8. Чи можна змінювати напрямок обертання ротора насоса типу БГ12?
9. Як і навіщо забезпечується контакт пластин з внутрішньою поверхнею статора?
10. Якими деталями обмежені робочі камери насоса типу: БГ12?
11. Виконайте класифікацію, назвіть основні параметри і опишіть принцип дії аксіально-поршневих гідромашин.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 10

12. Як визначити робочий об'єм і геометричну подачу аксіально-поршневого насоса?
13. Опишіть конструктивні особливості регульованого насоса з гідравлічним керуванням 2Г15-14, назвіть основні деталі конструкції.
14. В чому особливість взаємодії штовхачів насоса 2Г15-14 з поверхнями похилого диска та поршнів?
15. За рахунок яких сил блок циліндрів насоса притискається до опорно-розподільного диска?
16. Чим визначається потужність, що споживається регульованим насосом 2Г15-14 при відсутності подачі рідини в порожнини двигуна при не рухомій вихідній ланці?
17. Чому насос 2Г15-14 має низький рівень потужності холостого ходу?
18. В якому положенні знаходиться похилий диск насоса при відсутності подачі рідини в гідросистему?
19. Як блок циліндрів насоса зв'язаний з валом ротора?
20. Як забезпечується самовстановлення блока циліндрів відносно опорно-розподільного диска?
21. Чим визначається положення похилого диска насоса?
22. Порівняйте переваги та недоліки аксіально-поршневих гідромашин з похилим диском і похилим блоком?
23. Назвіть основні параметри і опишіть принцип дії шестеренної гідравлічної машини.
24. Як визначаються робочий об'єм та геометрична подача шестеренного насоса?
25. Назвіть конструктивні особливості насосів типу Г11.
26. Як відрізняються отвори насосів для всмоктування та нагнітання робочої рідини?
27. Як впливає величина коефіцієнта перекриття зубчастого зачеплення на значення робочих параметрів насоса?
28. Чи можна змінювати напрямок обертання зубчастих коліс насоса типу Г11?

Питання для контролю самостійної роботи

1. Назвіть основні деталі та складальні одиниці аксіально-поршневої машини з похилим блоком.
2. Поясніть принцип дії аксіально-поршневого насоса з похилим блоком.
3. Як забезпечується центрування похилого блока відносно розподільного диска?
4. Як здійснюється притиснення блока циліндрів до торцевого

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 11

розподільника насоса з похилим блоком?

5. Як можна змінювати кут нахилу осі блока циліндрів до осі приводного вала?

6. Порівняйте переваги та недоліки аксіально-поршневих гідромашин з похилим диском і похилим блоком?

7. Назвіть основні деталі та складальні одиниці роторного радіально-поршневого насоса.

8. Поясніть принцип дії роторного радіально-поршневого насоса.

Лабораторна робота № 3

Клапани тиску

Мета роботи – вивчення принципу дії, конструкції та застосування гідравлічних та пневматичних клапанів тиску

Зміст роботи

1. З'ясуйте функціональне призначення клапанів тиску, розгляньте спрощене зображення клапана тиску, умову рівноваги запірно-регулюючого елемента клапана під дією сил тиску пружини і тиску рідини в порожнинах клапана (без врахування сил тертя та інерції), вираз для визначення тиску відкриття і характеристику $p = f(Q)$ клапана; класифікуйте клапани тиску по конструкції, типу керування, діаметрам умовного проходу, приєднанню, номінальному тиску, інформацію стисло опишіть в звіті по лабораторній роботі.

2. Розгляньте принцип дії та будову, виконайте розбирання і складання гідравлічного клапана прямої дії типу Г54. Зверніть увагу на зміну виконання клапана по схемі.

Накресліть напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію та принцип дії клапана тиску прямої дії типу Г54, який використовується як регулюючий і як направляючий апарат. Зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей клапана.

Ознайомтесь з позначеннями умовними графічними клапанів тиску прямої дії запобіжних та напірних (переливних) в принципових схемах.

Накресліть дві схеми використання клапанів тиску прямої дії типу Г54.

3. Розгляньте принцип дії та будову, виконайте розбирання та складання гідравлічного запобіжного клапана непрямої дії по ТУ-053-1748-85, накресліть напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію та принцип дії запобіжних клапанів непрямої дії, зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей клапанів.

Ознайомтесь з позначеннями умовними графічними запобіжних клапанів

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 12

тиску непрямої дії в принципових схемах.

Накресліть та опишіть дві схеми використання клапанів непрямої дії: а) в режимі роботи переливного і запобіжного клапана (без розподільника з електричним керуванням в складі клапана), б) в режимі розвантаження насоса (з розподільником з електричним керуванням в складі клапана).

Ознайомтесь з шифром позначення клапанів.

4. Розгляньте принцип дії та будову, виконайте розбирання і складання редуційного пневматичного клапана прямої дії типу В-57.

Накресліть напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію та принцип дії редуційних пневматичних клапанів В57-1, зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей клапанів.

Ознайомтесь з позначеннями умовними графічними гідравлічних та пневматичних редуційних клапанів прямої та непрямої дії в принципових схемах.

Накресліть та опишіть схему використання редуційного пневматичного клапана В57-1 (наприклад, схему блока підготовки повітря).

5. Прочитайте схему станда для дослідження роботи гідроприводів автооператора, знайдіть в схемі клапани тиску типу ПГ54, установіть їх функціональне призначення.

Під керівництвом учбового майстра налаштуйте клапан тиску прямої дії ПГ54 на заданий рівень тиску в напірній магістралі насосної установки Г48-2, яка входить до складу станда, та на рівень тиску, при якому спрацьовує реле тиску ПГ62-21М.

Операції по регулюванню тиску в напірній магістралі установки опишіть в звіті по лабораторній роботі.

Самостійна робота

1. Ознайомтесь з особливостями конструкції гідравлічних клапанів тиску типу Г-66, стисло опишіть їх, використовуючи напівконструктивне зображення та позначення умовне графічне.

2. Ознайомтесь з особливостями конструкції гідроклапанів редуційних непрямої дії по ТУ2-053-1747-85, стисло опишіть їх, використовуючи напівконструктивне зображення та позначення умовне графічне клапана.

Запитання для контролю засвоєння матеріалу

1. Обґрунтуйте необхідність використання в системах гідроприводів запобіжних та редуційних гідравлічних та пневматичних клапанів, різниці тиску.

2. Чим відрізняються клапани тиску прямої та непрямої дії?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 13

3. Наведіть класифікацію клапанів тиску за конструкцією, типом керування, діаметром умовного проходу, способом приєднання, номінальним тиском.
4. Які виконання по схемі клапана Г54 Ви знаєте? Накресліть схеми кожного виконання.
5. Накресліть гідро схему, в якій клапан типу Г54 використовується як регулюючий апарат (наприклад, переливний клапан чи клапан різниці тисків).
6. Накресліть схему гідравлічної системи, в котрій клапан типу Г54 використовується як направляючий апарат (з виконанням по схемі 2,3 чи 4).
7. Чим відрізняються клапани типу Г54 різьбового та стикового приєднання?
8. Які операції потрібно виконати, щоб змінити виконання клапана типу Г54 ?
9. Назвіть основні деталі конструкції клапана типу ПГ54.
10. Покажіть демпфер в корпусі клапана типу ПГ54, розкажіть про його значення.
11. Як забезпечується герметизація з'єднань деталей клапана типу ПГ54-3 та з'єднання по стику?
12. Яку мінімальну витрату масла потрібно пропускати через клапан ПГ54-32м, ПГ54-34м, ПГ-54-35м і чому?
13. Назвіть основні деталі конструкції запобіжного клапана непрямої дії по ТУ2-053-1747-85.
14. При дії яких сил золотник клапана непрямої дії знаходиться в стані рівноваги?
15. Як використати запобіжний клапан непрямої дії для розвантаження системи гідравлічного привода від тиску?
16. Розшифруйте позначення запобіжного клапана непрямої дії 32-32-2-233.
17. Накресліть 2 типові схеми використання запобіжних клапанів непрямої дії (з розподільником і без розподільника).
18. Поясніть принцип дії клапана непрямої дії з використанням креслення (розрізу), напівконструктивного зображення та позначення умовного графічного.
19. Назвіть основні деталі конструкції редуційного пневматичного клапана В57-1.
20. Накресліть напівконструктивну схему редуційного пневмоклапана В57-1.
21. Поясніть принцип дії клапана.
22. Як здійснюється регулювання тиску клапаном В57-1?
23. Накресліть схему блока підготовки повітря.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 14

Питання для контролю самостійної роботи

1. Чим відрізняються конструкції гідравлічних клапанів типу Г54 та типу Г66?
2. Які апарати входять до складу гідравлічного клапана типу Г66?
3. Поясніть призначення зворотнього клапана в конструкції гідравлічного клапана типу Г66.
4. Поясніть призначення редуційних гідравлічних клапанів непрямої дії.
5. Поясніть, як працює редуційний гідравлічний клапан непрямої дії (з використанням позначення умовного графічного чи напівконструкційного зображення).
6. Як можна понизити редукований тиск до мінімальної величини?
7. За рахунок чого редукований тиск підтримується постійним в усьому діапазоні витрат редуційних клапанів непрямої дії?

Лабораторна робота № 4

Дроселі і регулятори витрати

Мета роботи - вивчення принципу дії, конструкції та застосування дроселів і регуляторів витрати робочої рідини

Зміст роботи

1. З'ясуйте та стисло опишіть в звіті по лабораторній роботі призначення, принцип дії та класифікацію дроселів і регуляторів витрати.
2. Вивчіть конструкцію, виконайте розбирання та складання, виконайте напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію та принцип дії, накресліть і опишіть схему застосування дроселя типу ПГ77.
Зверніть увагу на забезпечення ущільнення нерухомих та рухомих з'єднань деталей дроселів та регуляторів витрати.
3. Вивчіть конструкцію, виконайте розбирання та складання, виконайте напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію та принцип дії регулятора витрати типу Г55-2, ознайомтесь з особливостями конструкції регулятора витрати типу МПГ55-3, накресліть і опишіть схеми застосування регуляторів витрати типів МПГ55-2 і МПГ55-3.
4. Визначіть і стисло опишіть в звіті лабораторної роботи особливості конструкції і застосування гідроапаратури модульного монтажу.
5. Вивчіть конструкцію, виконайте розбирання та складання, виконайте напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію та принцип дії, накресліть і опишіть схему застосування здвоєних дроселів зі зворотними клапанами типу ДКМ 102.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 15

Прочитайте схему гідравлічну принципову стенда для дослідження роботи гідроприводів автооператора ЖЗВА, знайдіть в системі здвоєні дроселі зі зворотними клапанами ДКМ 102. Визначте їх функціональне призначення.

6. Під керівництвом учбового майстра виконайте регулювання швидкості вихідної ланки приводу механізму поворотів захоплювальних пристроїв.

Самостійна робота

1. Ознайомтесь з конструкцією, виконайте напівконструктивне зображення, стисло опишіть конструкцію та принцип дії регулятора витрати типу МПГ55-1, накресліть і стисло опишіть схему застосування регулятора.

2. Ознайомтесь з особливостями конструкції і застосування регуляторів витрати 2МПГ55-1, ПГ55-62, ПГ55-72.

Запитання для контролю засвоєння матеріалу

1. З якою метою в пневматичних і гідравлічних системах використовують дроселі і регулятори витрати рідини?

2. Дайте загальну характеристику дроселів, класифікацію.

3. Опишіть принцип дії дроселів.

4. Чим визначається перепад тиску на дроселі?

5. Від чого залежить перепад тиску рідини, яка протікає через дросель в'язкісного опору?

6. Які схеми включення дроселів і регуляторів витрати в гідросистему Ви знаєте?

7. Які виконання дроселів і регуляторів Ви знаєте?

8. Назвіть основні деталі дроселя типу ПГ77-1?

9. Поясніть принцип дії дроселя типу ПГ77-1?

10. Які конструктивні особливості апаратів модульного монтажу?

11. Назвіть основні деталі конструкції здвоєних дроселів зі зворотними клапанами ДКМ 102, поясніть принцип дії.

12. Накресліть гідравлічну схему дроселів ДКМ 102.

13. Назвіть основні деталі регулятора витрат МПГ55-2.

14. Накресліть напівконструктивне зображення регулятора МПГ55-3 і поясніть принцип дії.

15. Накресліть дві типові схеми застосування регуляторів.

16. Перерахуйте операції регулювання швидкості вихідної ланки гідравлічного приводу автооператора ЖЗВА з використанням дроселів ДКМ 102.

17. Накресліть гідравлічні схеми регуляторів витрат МПГ55-2, МПГ55-3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 16

18. Які апарати входять до складу регуляторів витрат типу МПГ55?
19. Які апарати входять до складу регуляторів витрат типу МПГ55-3?
20. Як задіяти дистанційне керування регулятором МПГ55-2?
21. Як, користуючись регулятором МПГ55-2, забезпечити ступеневу зміну швидкості вихідної ланки гідроприводу?

Запитання для контролю самостійної роботи

1. Як переваги регулятора витрати МПГ55-1 при порівнянні регулятором МПГ55-2?
2. Які недоліки має регулятор витрати МПГ55-1 при порівнянні з регулятором МПГ55-2?
3. В яких випадках доцільно використовувати регулятор витрати 2МПГ55-1?
4. В яких випадках доцільно використовувати регулятори витрати ПГ55-62?
5. В яких випадках доцільно використовувати регулятори витрати ПГ55-72?

Лабораторна робота № 5

Розподільні (направляючі) апарати

Мета роботи – вивчення принципу дії, конструкції і застосування розподільних (направляючих) гідравлічних та пневматичних апаратів

Зміст роботи

1. З'ясуйте призначення розподільних апаратів, класифікуйте апарати, що виконують функції керування рухом потоку робочого тіла (середовища). Класифікуйте виконання розподільників за конструкцією, типом керування, діаметрами умовного проходу, гідравлічними схемами, кількістю позицій, основних ліній, способами встановлення золотника в позицію, типу проміжної плити.

Ознайомтесь з величинами витрат робочої рідини і тиску в розподільниках. Інформацію занесіть в звіт по лабораторній роботі.

Познайомтесь з позначеннями умовними графічними розподільних апаратів.

2. Вивчіть конструкцію, виконайте розбирання та складання, виконайте напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію і принцип дії гідравлічного розподільника типу РХ1044, РХ1034, РХ1024, РХ1014. Зверніть увагу на забезпечення ущільнень нерухомих та рухомих з'єднань деталей в розподільниках по п.п. 2, 3, 4.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 17

Розшифруйте позначення розподільника РХ20 574А З АВ ХУ ОФ 110/50 А М.

3. Вивчіть конструкцію, виконайте розбирання та складання, виконайте напівконструктивне зображення у складі гідравлічної схеми і опишіть конструкцію, принцип дії та особливості застосування кранового гідравлічного розподільника типу Г71-3.

Зверніть увагу на ущільнення рухомих та нерухомих деталей конструкції.

4. Вивчіть конструкцію, виконайте розбирання та складання, виконайте напівконструктивне зображення, опишіть конструкцію і принцип дії, виконайте і опишіть схему застосування пневматичного розподільника В63-І.

Самостійна робота

1. Ознайомтесь з особливостями конструкції гідравлічного розподільника типу РХ20 і стисло опишіть їх.

2. Ознайомтесь з рекомендаціями по монтажу та експлуатації розподільників, стисло опишіть їх.

3. Ознайомтесь з особливостями конструкції зворотних клапанів типу ПГ51-2, стисло опишіть їх.

4. Ознайомтесь з особливостями конструкції та застосуванням гідравлічних замків, стисло опишіть їх.

5. Наведіть схему гідросистеми, де застосовується гідравлічний замок.

Питання для контролю засвоєння матеріалу

1. Наведіть загальні відомості про розподільні (направляючі) гідроапарати.

2. Перерахуйте вимоги до розподільних (направляючих) апаратів.

3. Перерахуйте виконання гідравлічних розподільників за конструкцією, типом керування, діаметрами умовного проходу, гідравлічними схемами, кількістю позицій, основних ліній, способами встановлення золотника в позицію.

4. Від чого залежать втрати робочої рідини в направляючих апаратах?

5. Від чого залежать втрати тиску в направляючих апаратах?

6. Розкажіть про конструктивні особливості золотникових розподільників з циліндричними та плоскими золотниками.

7. Які конструктивні особливості кранових розподільників?

8. Які рекомендації по монтажу та експлуатації розподільників Ви знаєте?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 18

9. Визначте особливості конструкції золотників розподільників типів РХ1044, РХ1034, РХ1024, РХ1014.

10. Які конструктивні елементи розподільника запобігають появу гідравлічного удару в гідросистемі?

11. Основні деталі конструкції кранового розподільника.

12. Накресліть напівконструктивне зображення розподільника типу Г71 (або іншого подібного).

13. Назвіть конструктивні особливості пневматичних розподільників В63-1, В64-1.

14. Розшифруйте позначення розподільника РХ20 34 3 АВОФ 220/50 АМ.

15. Які типи розподільників ви знаєте? Визначте їх основні конструктивні особливості.

Питання для контролю самостійної роботи

1. Як реалізується електрогідравлічне керування розподільником?
2. Опишіть принцип дії зворотного клапана.
3. Накресліть схему застосування зворотного клапана.
4. Опишіть принцип дії гідравлічного замка (керуваного зворотного клапана). Накресліть типову схему застосування гідравлічного замка.

Лабораторна робота №6

Насосні установки типу Г48

Мета роботи – вивчення конструкції, особливостей роботи та застосування насосних установок

Зміст роботи

1. Ознайомтесь з призначенням насосних установок типу Г48, їх основними технічними даними і характеристиками, параметрами робочого тіла, основними елементами конструкції і стисло занотуйте в протоколі з лабораторної роботи.

2. Вивчіть схему гідравлічну принципову, конструкцію і особливості роботи насосної установки Г48-3. Особливу увагу зверніть на конструкцію роздільної гідропанелі Г53-24, реалізацію дистанційного керування панеллю при розвантаженні насосів. Накресліть схему установки (з дистанційним керуванням роздільної панелі), опишіть її роботу. Виконайте перелік елементів схеми, оформіть його як самостійний документ.

3. Коротко опишіть конструктивні особливості насосних установок

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 19

Г48-1, Г48-2, Г48-4, Г48-5, Г48-6.

4. Вивчіть найменування, класифікацію, схеми установки фільтрів в гідросистемах. Вивчіть конструктивні особливості фільтра за завданням викладача, і опишіть.

Самостійна робота

Вивчіть та опишіть призначення, класифікацію, параметри і конструктивні особливості пневмо-гідроакумуляторів. Накресліть схему використання акумуляторів в гідросистемах і опишіть її роботу.

Запитання для контролю засвоєння матеріалу

1. Призначення насосних установок.
2. Особливості конструкції насосних установок.
3. Особливості конструкції насосних установок типу Г48 (-1...-6).
4. Гідравлічна схема насосної установки Г48-1.
5. Конструкція насосної установки Г48-3.
6. Гідравлічна схема насосної установки Г48-3.
7. Накресліть схему розподільної панелі типу Г53, поясніть її роботу
8. Накресліть схему роздільної панелі типу Г53-2 з дистанційним керуванням.
9. Призначення теплообмінника. Особливості його включення в гідросхему.
10. Особливості конструкції вмонтованого повнопоточного фільтра з двоступеневою електричною індикацією забрудненості, накресліть його гідравлічну схему.
11. Як регулюється і контролюється тиск кожного з насосів установки Г48-3?
12. Накресліть гідравлічну схему перемикача манометрів з манометром.
13. Призначення зворотних клапанів в складі установки типу Г48.
14. Призначення та принцип дії реле тиску типу ПГ62-11.
15. Призначення пружинного акумулятора в складі установки Г48-4. Конструкція пружинного акумулятора.
16. Призначення пневмогідравлічного акумулятора в складі установки Г48-6. Конструкція пневмо-гідроакумулятора типу АРХ-6,3/32.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 20

Лабораторні робота №7 (1 частина)

Пневмоприводи маніпулятора промислового робота “ЦИКЛОН-5”

Мета роботи - вивчення принципу дії, конструкції та застосування пневмоприводів, гальмівних та демпферних пристроїв механізмів маніпулятора промислового робота “ЦИКЛОН-5”

Зміст роботи

1. Ознайомтесь з призначенням, складом та технічною характеристикою промислового робота “ЦИКЛОН-5”. Прочитайте пневматичну принципову схему маніпулятора.

2. Вивчіть роботу блока підготовки повітря.

Накресліть схему включення елементів блока підготовки повітря, ресивера та мастилорозподільвача, опишіть роботу елементів схеми. Ознайомтесь з призначенням пневморозподільвачів, встановлених на правій та лівій пневмопанелях.

3. Вивчіть конструкцію, конструктивні особливості та роботу механізму висування-втягнення захватних пристроїв.

Накресліть елементи схем приводів: а) керування захватами; б) висування-втягнення захватів; в) обертання захватів навколо горизонтальної вісі. Опишіть їх роботу, схемні та конструктивні особливості.

4. Вивчіть конструкцію, конструктивні особливості та роботу механізму підймання-опускання захватних пристроїв.

Лабораторні робота № 8 (2 частина)

Пневмоприводи маніпулятора промислового робота “ЦИКЛОН-5”

Мета роботи - вивчення принципу дії, конструкції та застосування пневмоприводів, гальмівних та демпферних пристроїв механізмів маніпулятора промислового робота “ЦИКЛОН-5”

Зміст роботи

1. Накресліть елементи схем приводів: а) приводу механізму підймання-опускання захватних пристроїв; б) гальмівного клапана механізму підймання-опускання; в) гідродемпферів механізмів підймання-опускання захватів. Опишіть їх роботу, схемні та конструктивні особливості.

2. Вивчіть конструкцію, конструктивні особливості та роботу механізму обертання захватних пристроїв. Накресліть елементи схем:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 21

а) приводу механізму обертання захватних пристроїв; б) приводу відкидних упорів механізму обертання; в) гальмівного приладу механізму обертання. Опишіть їх роботу, схемні та конструктивні особливості.

3. Опишіть призначення, конструкцію та роботу пристроїв сигналізації положення механізмів висування-втягування, підймання-опускання та обертання захватних пристроїв.

Питання для контролю засвоєння матеріалу

1. Дайте загальну характеристику пневмосистеми промислового робота „Циклон-5”.
2. Назвіть окремі механізми маніпулятора, що мають пневмоприводи.
3. Дайте загальну характеристику, визначте склад блоку підготовки повітря.
4. Встановити призначення ресивера.
5. Назвіть пневмоапарати, що входять в склад пневмосистеми.
6. Пояснити призначення блока підготовки повітря.
7. Опишіть роботу гальмівного клапана механізму підймання-опускання.
8. Опишіть роботу гідродемпферів механізмів підймання-опускання захватів.

Література

Основна література

1. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: Підручник для здобувачів вищої освіти / Д. П. Журавель, І. П. Паламарчук, С. М. Уманський, В. І. Паламарчук; за ред. Д. П. Журавля. – Київ: ЦП «Компринт», 2021.–449с., іл <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/15686/1/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%2C%20%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BF%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%BC%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8.pdf>
2. Ратушний, О. В. Гідравліка : підручник / О. В. Ратушний, О. Г. Гусак. — 2-ге вид., перероб. — Суми : СумДУ, 2022. — 251 с. <https://oldiplus.ua/gidravlika/> Альтман, Е. І. Гідравліка : навч. посіб. / Альтман Елла Іллівна, Бошкова Ірина Леонідівна; Одес. нац. акад. харчових технологій. — Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2020. — 210 с. <https://card-file.ontu.edu.ua/items/2252039e-3dc2-43f7-98f3-3e19c7a62e8b>
3. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи. Частина 1. Основні закони,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ ОК23-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 22

рівняння і визначення : навчальний посібник / Я. В. Іванчук, Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 183 с.

4. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/Ivanchuk_P1_2019_183.pdf

Допоміжна література

1. Дранковський В.Е., Кухтенков, Ю.М. "Гідравлічні двигуни та передачі": Навчальний посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2023.– 125 с. .
<http://library.kpi.kharkov.ua>

2. Журавель Д. П., Паламарчук І. П. Петренко К. Г. та ін. Гідростатика і гідродинаміка. Посібник-практикум. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 152 с.

3. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : конспект лекцій / укладач Е. В. Колісніченко, А. С. Мандрика, В. О Панченко. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 176 с. https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/84530/1/Kolisnichenko_hidravlika.pdf;jsessionid=6AC54855D577F0094F873EE43A281C63