

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і
торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

О.В. Омельченко, Л.О. Цвіркун

ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ

**Методичні рекомендації для вивчення
дисципліни**

**Кривий Ріг
2019**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і
торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

О.В. Омельченко, Л.О. Цвіркун

ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ

Методичні рекомендації для вивчення дисципліни

Затверджено на засіданні
кафедри загальноінженерних дисциплін
та обладнання
Протокол №1
від «28» серпня 2019 р.

Схвалено навчально-методичною
радою
ДонНУЕТ
Протокол №1
від «29» серпня 2019 р

Кривий Ріг
2019

Омельченко О.В., Цвіркун Л.О.

О 57 Гідравлічні машини [Текст] : метод. рук. до вивч. дисц. / Омельченко О.В., Л.О. Цвіркун; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. загальноінженерних дисциплін та обладнання. – Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2019. – 52 с.

Методичні рекомендації призначені для студентів всіх форм навчання і покликані допомогти студентам організувати вивчення дисципліни «Гідравлічні машини» завдяки інформації щодо змісту модулів та тем дисципліни, планів практичних занять, завдань для самостійного вивчення та розподілу балів за видами робіт, що виконуються студентами протягом вивчення дисципліни. Методичні рекомендації містять перелік питань для підготовки до підсумкового контролю та перелік основної та додаткової літератури.

УДК 621.22(076)

© Омельченко О.В., Цвіркун Л.О., 2019

© Донецький національний університет
економіки і торгівлі імені Михайла
Туган-Барановського, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ЧАСТИНА 1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ГІДРАВЛІНІ МАШНИ»	6
ЧАСТИНА 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	15
Змістовий модуль 1. Класифікація та конструкція гідравлічних машин.....	16
Змістовий модуль 2. Об'ємний гідропривід, гідродинамічні передачі та гідравлічні двигуни.....	27
ЧАСТИНА 3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ	33
Змістовий модуль 1. Класифікація та конструкція гідравлічних машин.....	34
Змістовий модуль 2. Об'ємний гідропривід, гідродинамічні передачі та гідравлічні двигуни.....	44

ВСТУП

Основною метою вивчення дисципліни є формування у студентів професійних компетентностей в області гідравлічних машин і основних закономірностей рівноваги і руху рідин для вирішення практичних задач.

Головним завданням навчальної дисципліни є ознайомлення з призначенням, конструкцією і принципом роботи гідравлічних машин; навчання розв'язувати прості інженерні задачі з розрахунку гідравлічних машин, здійснювати вибір гідравлічних насосів за їх технічними характеристиками.

Предмет: вивчення найбільш розповсюджених типів і конструкцій гідравлічних машин.

ЧАСТИНА 1.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ
ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни
Обов'язкова (для студентів спеціальності "назва спеціальності") / вибіркова дисципліна	Обов'язкова для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
Семестр (осінній / весняний)	осінній
Кількість кредитів	4
Загальна кількість годин	120
Кількість модулів	1
Лекції, годин	45
Практичні / семінарські, годин	15
Лабораторні, годин	-
Самостійна робота, годин	60
Гижневих годин для денної форми навчання:	
аудиторних	4,6
самостійної роботи студента	4,6
Вид контролю	залік

2. Програма дисципліни

Ціль – формування у студентів професійних компетентностей в області гідравлічних машин і основних закономірностей рівноваги і руху рідин для вирішення практичних задач.

Завдання: ознайомитися з призначенням, конструкцією і принципом роботи гідравлічних машин; навчитися розв'язувати прості інженерні задачі з розрахунку гідравлічних машин, здійснювати вибір гідравлічних насосів за їх технічними характеристиками.

Предмет: вивчення найбільш розповсюджених типів і конструкцій гідравлічних машин.

Зміст дисципліни розкривається в темах:

1. Основні параметри гідравлічних машин.
2. Класифікація гідравлічних машин.
3. Відцентровані насоси. Принцип дії та конструкція.
4. Основні рівняння відцентрованих насосів (рівняння Ейлера).
5. Поршневі насоси. Подача поршневих насосів. Графіки подачі.
6. Роторні гідравлічні машини.
7. Теоретичні основи лопатевих гідравлічних машин. Характеристики лопатевих нагнітачів.
8. Гідродинамічні передачі.
9. Об'ємний гідропривід. Принцип дії, класифікація.
10. Гідроциліндри. Гідророзподільники. Клапани.
11. Принципова схема. Розрахунок простих об'ємних гідроприводів.
12. Гідравлічні двигуни.

13. Експлуатація гідравлічних машин.

3. Структура дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма навчання)				
	усього	у тому числі			
		лекц.	пр./сем.	лаб.	СРС
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Класифікація та конструкція гідравлічних машин					
Тема 1. Основні параметри гідравлічних машин	6	2	-	-	4
Тема 2. Класифікація гідравлічних машин	8	4	-	-	4
Тема 3. Відцентровані насоси. Принцип дії та конструкція	10	4	2	-	4
Тема 4. Основні рівняння відцентрованих насосів (рівняння Ейлера)	10	4	2	-	4
Тема 5. Поршневі насоси. Подача поршневих насосів. Графіки подачі	10	4	2	-	4
Тема 6. Роторні гідравлічні машини	8	2	2	-	4
Тема 7. Теоретичні основи лопатевих гідравлічних машин. Характеристики лопатевих нагнітачів	9	3	-	-	5
Разом за змістовим модулем 1	60	23	8	-	29
Змістовий модуль 2. Об'ємний гідропривід, гідродинамічні передачі та гідравлічні двигуни					
Тема 8. Гідродинамічні передачі	11	4	2	-	5
Тема 9. Об'ємний гідропривід. Принцип дії, класифікація	9	4	-	-	5
Тема 10. Гідроциліндри. Гідророзподільники. Клапани	12	4	2	-	6
Тема 11. Принципова схема. Розрахунок простих об'ємних гідроприводів	11	4	2	-	5
Тема 12. Гідравлічні двигуни	10	4	1	-	5
Тема 13. Експлуатація гідравлічних машин	7	2	-	-	5
Разом за змістовим модулем 2	60	22	7	-	31
Усього годин	120	45	15	-	60

4. Теми семінарських/практичних/лабораторних занять

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Практичне заняття 1. Визначення коефіцієнта і ступеня нерівномірності подачі поршневого (плунжерного) насоса	2
2	Практичне заняття 2. Перевірка умов всмоктування поршневого насоса	2
3	Практичне заняття 3. Гідравлічний розрахунок насосної установки	2
4	Практичне заняття 4. Розрахунок і побудова характеристики турбіни турбобура	2
5	Практичне заняття 5. Розрахунок об'ємного гідроприводу	2
6	Практичне заняття 6. Ознайомлення з принципом дії роторного насоса	2
7	Практичне заняття 7. Розрахунок шестеренних гідравлічних машин	3
Всього		15

5. Індивідуальні завдання

Не заплановані навчальним планом.

6. Обсяги, зміст та засоби діагностики самостійної роботи

Вид та тема семінарських занять	Кількість годин самостійної роботи	Зміст самостійної роботи	Засоби діагностики
Змістовий модуль 1. Класифікація та конструкція гідравлічних машин			
1. Визначення коефіцієнта і ступеня нерівномірності подачі поршневого (плунжерного) насоса	6	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу (технічні показники гідравлічних машин, об'ємна подача насоса, корисна потужність насоса), необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. Джерела [1, 2, 3, 4]. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: "Визначення коефіцієнта і ступеня нерівномірності подачі поршневого (плунжерного) насоса".	Опитування, перевірка задач
2. Перевірка умов всмоктування поршневого насоса	7	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу (класифікація насосів по конструкції і призначенню, принцип дії центробіжного насосу, особливості режимів роботи центробіжних насосів, напорні характеристики ЦН та трубопроводів), необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої	Опитування, перевірка задач

		літератури. Джерела [1, 2, 3, 4,5]. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: “Перевірка умов всмоктування поршневого насоса”.	
3. Гідравлічний розрахунок насосної установки	8	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу (рівняння Ейлера, допустима висота всмоктування і кавітація, загальна характеристика поршневих насосів, принцип дії, пристрій, робочий процес, класифікація поршневих насосів), необхідного для розв’язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. Джерела [4, 5, 6, 7]. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: “Гідравлічний розрахунок насосної установки”.	Опитування, перевірка задач
4. Розрахунок і побудова характеристики турбіни турбобура	8	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу (робочий процес і основні параметри роторних гідравлічних машин, шестеренні гідромашини, гвинтові гідромашини), необхідного для розв’язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. Джерела [1, 2, 5]. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: “Розрахунок і побудова характеристики турбіни турбобура”.	Опитування, перевірка задач
Разом змістовий модуль 1	29		
Змістовий модуль 2. Об’ємний гідропривід, гідродинамічні передачі та гідравлічні двигуни			
5. Розрахунок об’ємного гідроприводу	10	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу (пластинчасті гідромашини, радіально-поршневі гідромашини, аксіально-поршневі гідромашини), необхідного для розв’язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. Джерела [1, 2, 6]. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: “Розрахунок об’ємного гідроприводу”.	Опитування, перевірка задач
6. Ознайомлення з принципом дії роторного насоса	10	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу (гідродинамічні передачі, гідродинамічні муфти, гідродинамічні трансформатори, основні параметри і розрахункові залежності насосів, гідродвигунів і	Опитування, перевірка задач

		гідропередач), необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. Джерела [6, 7]. 3. Підготовка до виконання завдання на тему: "Ознайомлення з принципом дії роторного насоса".	
7. Розрахунок шестеренних гідравлічних машин	11	1. Опрацювання конспекту лекцій та дотичного до нього матеріалу (гідромашини, подача поршневих насосів, графіки подачі), необхідного для розв'язування задач. 2. Опрацювання рекомендованої літератури. Джерела [1, 2, 4, 5, 7]. 3. Підготовка до виконання практичного завдання на тему: "Розрахунок шестеренних гідравлічних машин".	Опитування, перевірка задач
Разом змістовий модуль 2	31		
Разом	60		

7. Матриця зв'язку між дисципліною/ змістовим модулем, результатами навчання та компетентностями

Результати навчання	Компетентності						
	Інтегральна на	Спеціальні					
		ІК-1	ФК 1	ФК 2	ФК 3	ФК 4	ФК 6
1. Знання і розуміння математики, фізики, тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.	+						
2. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.		+		+			
3. Розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень.		+	+				

4. Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень			+				+
5. Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань					+	+	
6. Отримувати й інтерпретувати відповідні дані і аналізувати складності у сфері енергетичного машинобудування для донесення суджень, які відображають відповідні соціальні та етичні проблеми						+	+

8. Методи викладання

Лекції, практичні заняття, самостійна робота (розв'язування задач).

9. Методи оцінювання

Залік.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Відповідно до системи оцінювання знань студентів ДонНУЕТ, рівень сформованості компетентностей студента оцінюються у випадку проведення заліку: впродовж семестру (100 балів).

Оцінювання студентів протягом семестру

№ теми практичного заняття	Вид роботи/бали					
	Тестові завдання	Ситуацій- ні завдання, задачі	Обговорення теоретичних та практичних питань теми	Індивіду- альне завдання	ПМК	Сума балів
Змістовий модуль 1						
Тема 1			5	5		10
Тема 2			5	6		11
Тема 3			5	6		11
Тема 4			5	6	7	18
Разом змістовий модуль 1			20	23	7	50
Змістовий модуль 2						
Тема 1			7	7		14
Тема 2			7	8		15
Тема 3			6	8	7	21
Разом змістовий			20	23	7	50

модуль 2						
Разом						100

Загальне оцінювання результатів вивчення дисципліни

Для виставлення підсумкової оцінки визначається сума балів, отриманих за результатами складання змістових модулів. Оцінювання здійснюється за допомогою шкали оцінювання загальних результатів вивчення дисципліни (модулю).

Оцінка		
100-бальна шкала	Шкала ECTS	Національна шкала
90-100	A	5, «відмінно»
80-89	B	4, «добре»
75-79	C	
70-74	D	3, «задовільно»
60-69	E	
35-59	FX	2, «незадовільно»
0-34	F	

11. Методичне забезпечення

1. Електронний конспект лекцій, методичні вказівки з вивчення дисципліни, індивідуальні завдання, навчальна та наукова література.

11. Рекомендована література

Основна

1. Панченко В.О., Панченко А.А. Гідравлічні машини і обладнання нафтових та газових комплексів. – Суми: СумДУ, 2018. – 227 с.
2. Гідравліка і гідропривод: довідник / В.Г. Федоров, Н.С. Мамелюк, О.І. Кепко, О.С. Пушка; за ред. В.Г.Федорова. Умань: Видавничополіграфічний центр «Візаві», 2017. – 135 с.
3. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.
4. Бурєнніков Ю.А., Дерібо О.В., Козлов Л.Г. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи, гідропневмоавтоматика. – Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2016. – 100 с.
5. Дідур В.А., Журавель Д.П., Палішкін М.А. Гідравліка. – М. : ТДАУ, 2015. – 546 с.
6. Бурєнніков Ю. А., Немировський І. А., Козлов Л. Г. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 273 с.
7. Чесноков О.В., Калайдо О.В., Колесніков В.О. Гідравліка і гідравлічні машини. – Луганськ: ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2014. – 146 с.

Допоміжна

1. Дуганець В.І., Бендера І.М., Дідур В.А. Гідравліка. Кам'янець-Подільський: Подільський державний аграрно-технічний університет; 2014. – 572 с.
2. Нестеренко В.П. Гідравліка, гідро - і пневмоприводи. – Рівне : НУВГП, 2015. – 331 с.
3. Возняк Л.В., Гімер П.Р., Мердух М.І. Гідравліка. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 327 с.
4. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід. К.: ЦНЛ, 2016. – 616 с.
5. Маяк В. И., Михайлов В. М., Маяк О. А. Гидравлика и гидравлические машины. Х.: ХГУПТ, 2015. – 178 с.

ЧАСТИНА 2.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА КОНСТРУКЦІЯ ГІДРАВЛІЧНИХ МАШИН

Тема 1. Визначення коефіцієнта і ступеня нерівномірності подачі поршневого (плунжерного) насоса

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Які основні параметри насосів?
2. Що називається подачею насоса?
3. Як визначається геодезичний напір?
4. Що називається напором насоса?
5. Які існують залежності для визначення напору насоса?
6. Що називають кавітаційним запасом?
7. Як визначається кавітаційний запас?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Обчислити коефіцієнт і ступінь нерівномірності подачі поршневого (плунжерного) насоса, у якого z циліндрів, і робочих камер. Поршень (плунжер) насоса робить n подвійних ходів в одиницю часу, хід поршня L , діаметр циліндра D , діаметр штока d , відношення довжини кривошипа до довжини шатуна (відносна довжина кривошипа) становить λ , кут розвалу між кривошипами суміжних поршнів (плунжерів) - α .

Числові значення вихідних даних для розрахунку наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
Кількість циліндрів z , шт	3	4	2	1	3	3
Кількість робочих камер i , шт	6	5	8	2	4	5
Кількість подвійних ходів поршня n , хід/хв	130	120	140	120	130	150
Хід поршня L , мм	279	220	145	280	290	280
Діаметр циліндра D , мм	152	160	175	110	120	135
Діаметр штока d , мм	75	50	40	80	90	40
Відносна довжина кривошипа λ , д. од.	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3

Кут розвалу між кривошипами суміжних поршнів (плунжерів) α град	120	140	110	90	120	110
--	-----	-----	-----	----	-----	-----

Рішення

Коефіцієнт нерівномірності подачі обчислюється за формулою:

$$\sigma = \frac{Q_{т. \max} - Q_{т. \min}}{Q_{т. \text{cp}}}$$

Де $Q_{т. \max}$, $Q_{т. \min}$ і $Q_{т. \text{cp}}$ - максимальна, мінімальна і середня миттєва теоретична подача насоса відповідно.

Ступінь нерівномірності подачі насоса визначається співвідношенням:

$$\psi = \frac{Q_{т. \max}}{Q_{т. \text{cp}}}$$

Насос - горизонтальний трициліндровий поршневий (плунжерний). Визначимо середню миттєву теоретичну подачу насоса

$$Q_{т. \text{cp}} = \frac{(2 \cdot F - f) \cdot L \cdot n}{60}$$

де $F = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ - площа поршня насоса.

Тоді $Q_{т. \text{cp}} = \frac{(2D^2 - d^2) \cdot \pi \cdot L \cdot n \cdot z}{240} = \frac{(2 \cdot 0,152^2 - 0,075^2) \cdot 3,14 \cdot 0,279 \cdot 130 \cdot 3}{240} = 0,0578 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для визначення максимальної та мінімальної миттєвих теоретичних подач насоса необхідно побудувати графік подачі насоса. Миттєву теоретичну подачу насоса визначимо, підсумувавши миттєві теоретичні подачі циліндрів насоса. Миттєву теоретичну подачу першого циліндра визначимо за формулою:

$$Q_{т. 1 \text{ цил}} = v \cdot F_{\text{раб. кам.}}$$

де v - швидкість переміщення поршня насоса;

$F_{\text{раб. кам.}}$ - площа перерізу робочої камери насоса.

Так як $\lambda = 0,2$

$$v = r \cdot \omega \cdot \sin \varphi,$$

де r - довжина шатуна насоса;

φ - кут повороту кривошипа;

ω - кутова швидкість кривошипа.

$$\text{Тоді } v = \frac{L}{2} \cdot \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot \sin \varphi = \frac{\pi \cdot n \cdot L}{60} \cdot \sin \varphi.$$

Площа робочої камери насоса при $0 < \varphi < \pi$ $F_{\text{раб.кам.}} = F$ і при $\pi < \varphi < 2\pi$

$$F_{\text{раб.кам.}} = F - f.$$

Тоді при $0 < \varphi < \pi$

$$Q_{\text{т. 1 цил}} = \frac{\pi \cdot n \cdot L}{60} \cdot \sin \varphi \cdot F = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 0,279}{60} \cdot \sin \varphi \cdot \frac{3,14 \cdot 0,152^2}{4} = 0,0344 \cdot \sin \varphi$$

$$Q_{\text{т. 2 цил}} = \frac{\pi \cdot n \cdot L}{60} \cdot \sin \varphi \cdot (F - f) = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 0,279}{60} \cdot \sin \varphi \cdot \frac{3,14 \cdot (0,152^2 - 0,075^2)}{4} = 0,026 \cdot \sin \varphi$$

Теоретичну подачу другого циліндра насоса визначимо аналогічно з урахуванням кута розвалу між сусідніми кривошипами. Результати розрахунків наведені нижче в таблиці 1.

Таблиця 1

Кут повороту кривошипа, град	Миттєва теоретична подача, м ³ /с			
	першого циліндру	другого циліндру	третього циліндру	насоса

За результатами розрахунків (даними таблиці 2) будуємо графік подачі насоса.

Як видно з рис. 1 і таблиці 2

$$Q_{\text{т. max}} = 0,0688 \text{ м}^3/\text{с} \text{ та } Q_{\text{т. min}} = 0,0450 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$\text{Тоді } \sigma = \frac{0,0688 - 0,0450}{0,0578} = 0,412$$

$$\psi = \frac{0,0688}{0,0578} = 1,190$$

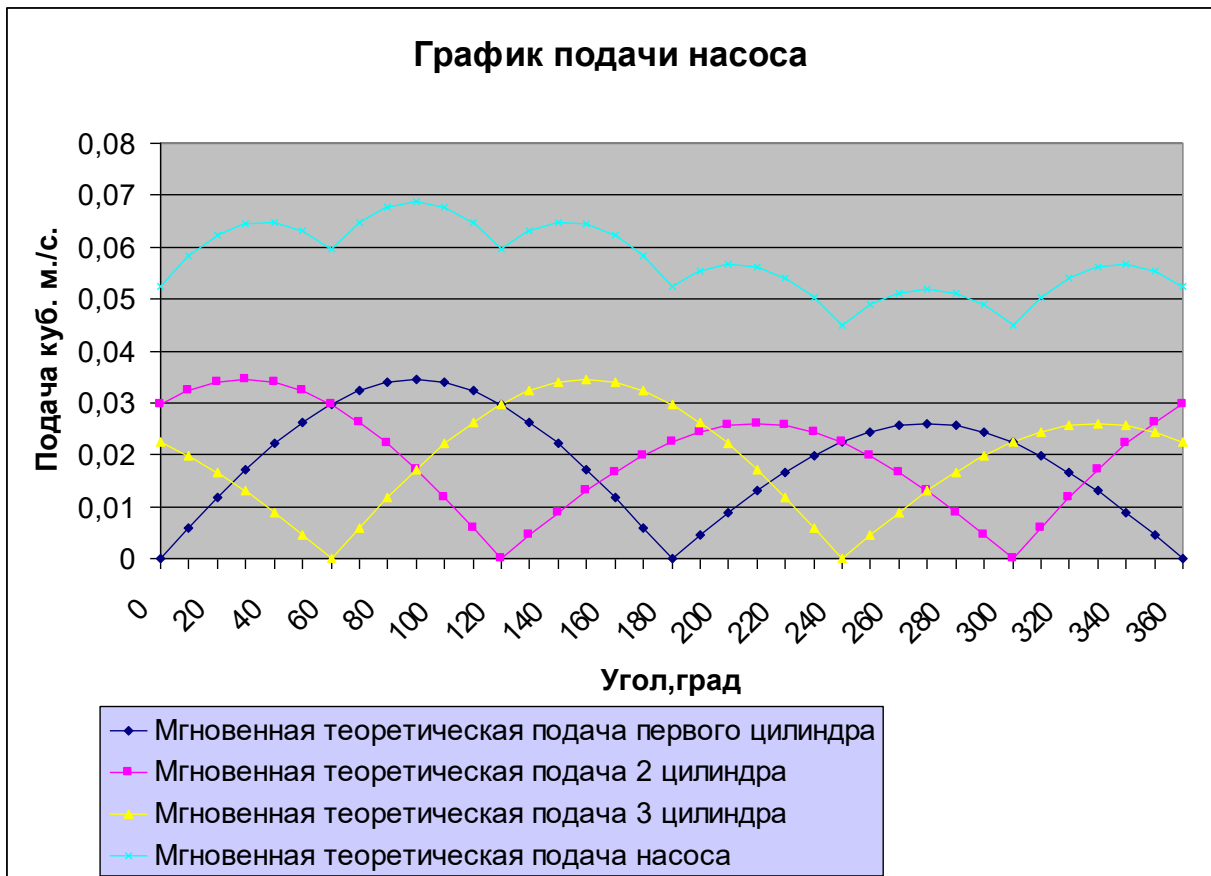


Рис. 1. График подачі насоса

Тема 2. Перевірка умов всмоктування поршневого насоса.

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Як визначається кавітаційний запас?
2. Що називається потужністю насоса?
3. Як визначається потужність насоса?
4. Що називається к.к.д насоса?
5. Які втрати визначають к.к.д насоса?
6. З яких основних елементів складається горизонтальний відцентровий насос на стояку підшипникової опори?

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Перевірити умови всмоктування поршневого насоса, якщо відомо, що висота його установки над рівнем рідини в приймальному резервуарі відкритого типу дорівнює z . Поршень насоса при довжині ходу L здійснює n ходів в одиницю часу, діаметр циліндрових втулок D . Довжина всмоктувальної лінії $l_{вс}$, а її діаметр $d_{вс}$. Перекачується рідина має щільність ρ і температуру $t^{\circ}\text{C}$. Втрати напору у всмоктуючому клапані складають $h_{кл}$.

Вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
Висота установки насоса z , м	0,4	0,3	0,5	0,6	0,6	0,4
Довжина всмоктуючого трубопроводу $l_{вс}$, м	2,6	2,8	1,9	2,9	1,6	3
Діаметр всмоктуючого трубопроводу $d_{вс}$, м	0,15	0,10	0,6	0,25	0,27	0,13
Діаметр циліндрових втулок насоса D , мм	100	80	110	85	90	120
Довжина ходу поршня L , мм	300	350	250	320	410	230
Кількість ходів n , c^{-1}	1,1	1,2	1,1	1	1,01	1,2
Щільність рідини ρ , $кг/м^3$	1100	1200	1150	1130	1100	1250
Температура рідини t^o , C	20	25	30	22	24	35
Втрати напора у всмоктуючому клапані $h_{кл}$, м	2,3	2,4	1,9	2,5	1,4	2,7
перекачується рідина	Глинистий розчин					

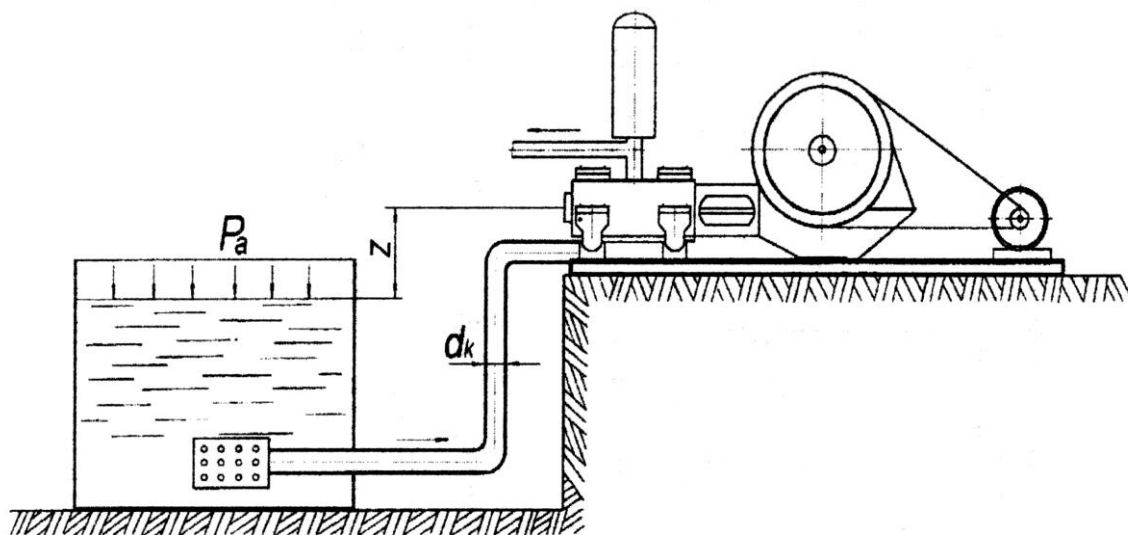


Рис. 2. Схема установки насоса

Рішення

Скористаємося умовою безкавітаційної роботи поршневого (плунжерного) насоса:

$$P_{\min} \geq P_{\pi} + P_{ГКЗ},$$

$$P_{\min} = P_0 - \rho \cdot g \cdot (z + h) - \Delta p_{ин} - \Delta p_{кл}$$

де p_{\min} - мінімальний абсолютний тиск у всмоктуючому колекторі насоса;
 p_0 - абсолютний тиск над рівнем рідини в резервуарі, так як резервуар відкритий, то $p_0 = p_{\text{ат}} = 100$ кПа;

h - втрати напору у всмоктувальній лінії на початку ходу поршня, так як насос на всмоктуючій лінії не обладнаний пневмокомпенсаторів, то $h = 0$;

$\Delta p_{\text{ин}}$ - інерційний перепад тиску;

$\Delta p_{\text{кл}}$ - втрати тиску у всмоктуючому клапані;

$p_{\text{п}}$ - тиск парів рідини; - гарантійний противокавітаційний запас тиску.

$p_{\text{гкз}}$ - гарантійний противокавітаційний запас тиску.

Визначимо інерційний перепад тиску

$$\Delta p_{\text{ин}} = \rho \cdot l_{\text{вс}} \cdot a_{\text{ж}}$$

де $a_{\text{ж}}$ - прискорення рідини у всмоктуючому трубопроводі

$$a_{\text{ж}} = a_{\text{п}} \cdot \frac{F_{\text{п}}}{F_{\text{вс}}}$$

де $a_{\text{п}}$ - прискорення поршня насоса;

$F_{\text{п}}$, $F_{\text{вс}}$ - площа поперечного перерізу поршня насоса і всмоктуючого трубопроводу відповідно.

Тема 3. Гідралічний розрахунок насосної установки

1. *Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:*

1. Яка схема з'єднання послідовно працюючих насосів?
2. У яких випадках виникає необхідність послідовного підключення насосів?
3. Як визначити графічно і аналітично параметри двох однакових послідовно працюючих насосів?
4. Як визначити параметри двох різних послідовно працюючих насосів?
5. Як визначити параметри послідовної роботи двох однакових насосів, які розташовані на різних насосних станціях?

2. *Опитування.*

3. *Практичні завдання.*

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Провести гідралічний розрахунок насосної установки для перекачування нафти з витратою Q , якщо відомо, що всмоктує трубопровід насоса, приєднаний до забірному резервуару на глибину a від вільної

поверхні, має довжину l_{bc} , два плавних повороту і зворотний клапан з сіткою. Нагнітальний трубопровід довжиною l_{ng} має вісім плавних поворотів, зворотний клапан і дві засувки. Максимальна висота взлива нафти в напірному резервуарі дорівнює h_n , а надлишковий тиск над її поверхнею $p_1 = 196,2$ Па. поверхню землі в пункті установки напірного резервуара підноситься над поверхнею землі, де встановлено забірний резервуар, на H_g .

Перекачується рідина має в'язкість ν і щільність ρ при температурі 10°C .

Вважаючи, що насосна станція працює цілодобово, необхідно визначити діаметр всмоктуючого і напірного трубопроводів - d_{bc} і d_{ng} , висоту розташування насосів щодо рівня нафти в забірному резервуарі, вважаючи, що абсолютний тиск над її поверхнею (p_2) дорівнює 40 кПа, повний напір насоса, тип і марку насоса для подачі заданої кількості рідини, потужність і тип електродвигуна.

Вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
Продуктивність насоса Q , м ³ /ч	35	25	30	25	40	45
Глибина приєднання всмоктувального трубопроводу a , м	3,0	3,5	4	2,8	3,5	4,3
Довжина всмоктуючого трубопроводу l_{bc} , м	18	25	13	23	20	16
Довжина нагнітального трубопроводу l_{ng} , м	4000	4800	3600	3200	3900	3400
Висота нафти в напірному резервуарі дорівнює h_n , м	10,5	9,6	11	12,4	12,1	9,6
Геодезична різниця відміток H_g , м	65	76	86	95	90	65
В'язкість нафти ν , м ² /с	0,50 · 10 ⁻⁴					
Щільність нафти ρ , кг/м ³	895					
Надмірний тиск над поверхнею нафти в напірному резервуарі p_1 , Па	196,2					
Абсолютний тиск над поверхнею нафти в забірному резервуарі p_2 , кПа	40					

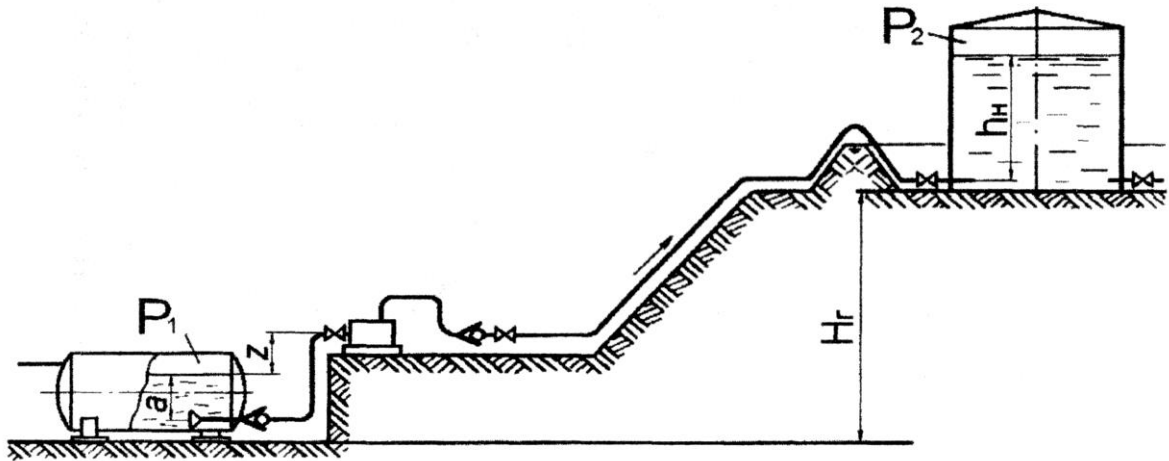


Рис. 3. Схема насосної установки

Рішення

Для перекачування рідини даної в'язкості з даними витратою повинен застосовуватися відцентровий насос.

Визначимо діаметри всмоктувального і напірного трубопроводів. З вказівок до виконання завдання:

$$v_{вс} = 0,75 \div 1,3 \text{ м/с і } v_{нр} = 1,5 \div 2,5 \text{ м/с.}$$

$$d_{тр} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_{тр}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 35}{3600 \cdot 3,14 \cdot v_{тр}}} = \sqrt{\frac{0,012}{v_{тр}}}$$

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{0,012}{0,75 \div 1,3}} = 0,126 \div 0,096 \text{ м та } d_{нр} = \sqrt{\frac{0,012}{1,5 \div 2,5}} = 0,089 \div 0,069 \text{ м.}$$

Обираємо для всмоктувального трубопроводу труби 114x4,0 з внутрішнім діаметром $d_{вс} = 0,106 \text{ м}$ і для напірного трубопроводу 83x3,5 з внутрішнім діаметром $d_{нр} = 0,076 \text{ м}$.

Уточнимо швидкості руху нафти в трубопроводах

$$v_{тр} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{тр}^2} = \frac{0,012}{d_{тр}^2}.$$

$$v_{вс} = \frac{0,012}{0,106^2} = 1,07 \text{ м/с; } v_{нр} = \frac{0,012}{0,076^2} = 2,08 \text{ м/с.}$$

Визначимо режими течії рідини в трубопроводах, Для цього обчислимо числа Рейнольдса в трубопроводах

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$Re_{bc} = \frac{v_{bc} \cdot d_{bc}}{\nu} = \frac{1,07 \cdot 0,106}{0,50 \cdot 10^{-4}} = 2268.$$

$$Re_{nr} = \frac{v_{nr} \cdot d_{nr}}{\nu} = \frac{2,08 \cdot 0,076}{0,50 \cdot 10^{-4}} = 3158.$$

У зв'язку з тим, що $Re_{bc} \approx 2320$ и $Re_{nr} > 2320$, то режим течії в обох трубопроводах турбулентний (2320 - критичне число Рейнольдса).

Коефіцієнт гідравлічного тертя визначимо по формулі Блазіуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$$

$$\lambda_{bc} = \frac{64}{2268} = 0,0282; \quad \lambda_{nr} = \frac{0,3164}{3158^{0,25}} = 0,0422.$$

Тема 4. Розрахунок і побудова характеристики турбіни турбобура.

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Проектування об'ємних гідроприводів. Основні визначення. Види навантажень. Режими роботи.

2. Розрахунок основних параметрів гідроприводу: потужності і робочого тиску.

3. Основні принципи вибору гідродвигунів, насосів і засобів управління і захисту.

4. Основні принципи вибору гідробаків, трубопроводів та контрольної апаратури.

5. Гідродинамічні передачі. Основні визначення. Класифікація. Особливості роботи. Область застосування.

6. Основи теорії гідродинамічних передач. Розрахункова схема. Основне рівняння турбомашини. Теорія подібності.

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Розрахувати і побудувати характеристики турбіни турбобура $M = f(n)$ і $N = f(n)$ по заданих розмірах ступені турбіни, числу ступенів K і витраті Q промивної рідини. Вихідні данні наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
Кількість ступенів K , шт	120	125	110	130	140	110
Витрата промивної рідини Q $10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$	42	50	56	38	52	40
Щільність рідини ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	1000	1200	900	1050	950	1000
Середній діаметр турбіни $D_{\text{ср}}$, мм	160	170	120	130	170	160
Радіальна довжина лопатки l , мм	22	24	28	32	32	29
Конструктивні кути виходу потоку $\alpha_{1к} = \beta_{2к}$, град	$41^{\circ}05'$					
Конструктивні кути виходу потоку $\alpha_{2к} = \beta_{1к}$, град	90°					

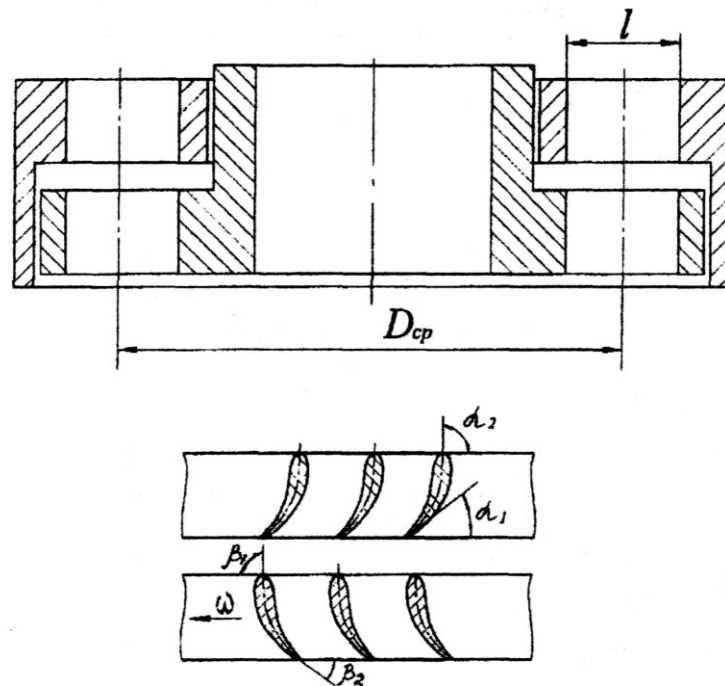


Рис. 4. Схема ступені турбіни турбобура

Рішення

Визначимо осьову швидкість руху рідини:

$$C_z = \frac{Q \cdot \eta_o}{\pi \cdot D_{cp} \cdot l \cdot \chi}$$

де η_o - об'ємний ККД, з вказівок до вирішення завдання $\eta_o = 0,93 \div 0,95$;
 χ - коефіцієнт сорому проточної частини, що дорівнює 0,9.

$$C_z = \frac{0,042 \cdot 0,95}{3,14 \cdot 0,160 \cdot 0,022 \cdot 0,9} = 4,01 \text{ м/с.}$$

Визначимо максимальну величину окружної швидкості

$$u_{\max} = C_z \cdot (\operatorname{ctg} \alpha_{1к} + \operatorname{ctg} \beta_{2к}) = 4,01 \cdot (\operatorname{ctg} 41^{\circ} 05' + \operatorname{ctg} 41^{\circ} 05') = 9,21 \text{ м/с}$$

Визначимо максимальну величину кутової швидкості

$$\omega_{\max} = \frac{u_{\max}}{r_{cp}} = \frac{2 \cdot u_{\max}}{D_{cp}} = \frac{2 \cdot 9,21}{0,160} = 115,15 \text{ рад/с.}$$

Визначимо максимальну частоту обертання турбіни турбобура

$$n_{\max} = \frac{\omega_{\max}}{2 \cdot \pi} = \frac{115,15}{2 \cdot 3,14} = 18,34 \text{ об/с} = 1100,2 \text{ об/хв.}$$

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ОБ'ЄМНИЙ ГІДРОПРИВІД, ГІДРОДИНАМІЧНІ ПЕРЕДАЧІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ ДВИГУНИ

Тема 5. Розрахунок об'ємного гідроприводу

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Регулятори витрати. Основні визначення. Класифікація. Особливості роботи. Область застосування.
2. Регулятори тиску. Основні визначення. Класифікація. Особливості роботи. Область застосування.
3. Розподільники рідини. Основні визначення. Класифікація. Особливості роботи. Область застосування.
4. Очищення робочої рідини. Фільтри. Основні визначення. Класифікація. Особливості роботи. Область застосування.
5. Схеми фільтрації. Достоїнства і недоліки.
6. Гідравлічний акумулятор. Основні визначення. Класифікація. Особливості роботи. Область застосування.
7. Дільник потоку. Основні визначення. Особливості роботи. Область застосування.
8. Реле тиску. Основні визначення. Особливості роботи. Область застосування.
9. Реле часу. Основні визначення. Особливості роботи. Область застосування.

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування завдання.

Приклад. Зробити розрахунок і дати схему об'ємного гідроприводу зворотно-поступального руху при наступних даних: необхідне корисне зусилля, що передається робочому органу, P ; хід поршня L_n ; середня швидкість руху робочого органу v .

Трубопровід гідросистеми довжиною l_T має n різких поворотів на 90° , два коліна з плавним вигином на 90° і радіусом заокруглення $r = 2 \cdot d_T$, один запобіжний клапан і золотник управління. В якості робочої рідини використовується масло АМГ10.

Числові значення вихідних даних наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Найменування даних, одиниця виміру	Вар. № 1, 12	Вар. № 2, 7	Вар. №3, 8	Вар. №4, 9	Вар. №5, 10	Вар. №6, 11
Корисне зусилля, що передається	45	55	30	35	50	30

робочому органу P , кН						
Хід поршня силового гідроциліндра $L_{п}$, м	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,4
Середня швидкість руху робочого органу ν , мм/мин	550	600	500	650	700	450
Довжина трубопроводу гідросистеми $l_{г}$, м	30	25	30	40	35	45
Число різких поворотів трубопроводу гідросистеми n , шт	3	4	5	1	3	6

Решення

Накреслимо схему об'ємного гідроприводу. Масло АМГ10 (гідролічне масло АМГ10 застосовується в гідросистемах авіаційної та наземної техніки, що працює в інтервалі температур навколишнього середовища від - 60 до 55°C). Виробляється на основі глибоко-деароматизованої низькозастиваючої фракції, одержуваної з продуктів гідрокрекінгу парафіністих нафт і складається з нафтових і ізопарафінових вуглеводнів. Містить загустуючу і антиокислювальну присадки, а також спеціальний відмітний органічний барвник.) при температурі 40°C має динамічну в'язкість $\mu = 11,5 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ і щільність $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$.

Виберемо силовий гідроциліндр ГЦ 160.1100.24.000 з діаметром циліндра (поршня) $D = 160 \text{ мм}$, штока поршня $d = 90 \text{ мм}$, з довжиною ходу $L_{п} = 1100 \text{ мм}$ і з максимальним робочим тиском 24 МПа.

Визначимо витрату масла в силовому гідроциліндрі, необхідний для переміщення поршня гідроциліндра із заданою швидкістю

$$Q_{гц} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \nu}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,160^2 - 0,090^2) \cdot 550 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 60} = 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

Визначимо подачу насоса

$$Q_{н} = \frac{Q_{гц}}{\eta_o} = \frac{1,26 \cdot 10^{-4}}{0,9} = 1,40 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

Виберемо для трубопроводу гідросистеми труби з діаметром $d_{тр} = 8 \text{ мм}$.
Визначимо швидкість руху масла в трубопроводі гідросистеми

$$\nu_{тр} = \frac{4 \cdot Q_{н}}{\pi \cdot d_{тр}^2} = \frac{4 \cdot 1,40 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,008^2} = 2,79 \text{ м/с}$$

Визначимо режим течії масла в трубопроводі гідросистеми. Для цього обчислимо числа Рейнольдса

$$Re = \frac{v_{тр} \cdot d_{тр} \cdot \rho}{\mu} = \frac{2,79 \cdot 0,008 \cdot 750}{11,5 \cdot 10^{-3}} = 1453$$

Тема 6. Ознайомлення з принципом дії роторного насоса.

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Характеристики насосів: видаткова і регульовальна.
2. Радіально-поршневий насос. Принцип дії. Параметр регулювання. Подача насоса. Нерівномірність пульсацій і подачі. Розрахунок основних параметрів насоса.
3. Аксиально-поршневі насоси. Принцип дії. Параметр регулювання. Подача насоса. Нерівномірність пульсацій і подачі. Розрахунок основних параметрів насоса.
4. Пластинчасті насоси. Принцип дії. Параметр регулювання. Подача насоса. Нерівномірність пульсацій і подачі. Розрахунок основних параметрів насоса.
5. Шестеренні насоси. Принцип дії. Параметр регулювання. Подача насоса. Нерівномірність пульсацій і подачі. Розрахунок основних параметрів насоса.

2. Опитування, індивідуальне тестування.

Тема 7. Розрахунок шестеренних гідравлічних машин

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Робочі рідини гідроприводів. Вимоги, що пред'являються до робочих рідин. Властивості рідини, що роблять істотний значення для вибору її в якості робочої рідини гідроприводу.
2. Визначення насоса. Принцип дії насоса. Класифікація об'ємних насосів.
3. Параметри робочого процесу насоса. Подача. Робочий об'єм. Регулювання подачі. Втрати в насосі. Потужність.
4. Кавітація в насосі. Обмеження насоса по частоті обертання і тиску. Нерівномірність подачі насоса. Пульсації тиску.
5. Характеристики насосів: видаткова і регульовальна.
6. Радіально-поршневий насос. Принцип дії. Параметр регулювання. Подача насоса. Нерівномірність пульсацій і подачі. Розрахунок основних параметрів насоса.
7. Аксиально-поршневі насоси. Принцип дії. Параметр регулювання. Подача насоса. Нерівномірність пульсацій і подачі. Розрахунок основних параметрів насоса.

8. Пластинчасті насоси. Принцип дії. Параметр регулювання. Подача насоса. Нерівномірність пульсацій і подачі. Розрахунок основних параметрів насоса.

9. Шестеренні насоси. Принцип дії. Параметр регулювання. Подача насоса. Нерівномірність пульсацій і подачі. Розрахунок основних параметрів насоса.

2. Опитування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування завдання.

Приклад 1. Визначити основні розміри шестеренного насоса при подачі $Q = 30$ л/хв; номінальному тиску $p_{\text{ном}} = 2$ МПа, частоті обертання $n = 1000$ об/хв, $z = 10$, $\eta_V = 0,94$, $\eta_{\text{мех}} = 0,95$.

Теоретична подача

$$Q_T = \frac{Q}{\eta_V} = \frac{30}{0,94} = 31,9 \text{ л/хв}$$

Робочий об'єм насоса:

$$V_o = \frac{Q}{\eta_V} = \frac{31,9 \cdot 10^3}{1000} = 31,9 \text{ см}^3$$

$V_o=32 \text{ см}^3$, $z=10$, $b=4m$, визначаємо модуль

$$m = \sqrt[3]{\frac{V_o}{2\pi z \cdot 4}} = \sqrt[3]{\frac{32}{2\pi \cdot 10 \cdot 4}} \approx 0,5 \text{ см.}$$

приймаємо $m=5$ мм, тоді початковий діаметр шестірні

$$D_H = m z = 5 \cdot 10 = 50 \text{ мм.}$$

Ширину вінця шестерні визначаємо за формулою:

$$b = \frac{V_o}{\pi D_H 2m} = \frac{32}{3,14 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 0,5} = 20,2 \text{ мм}$$

Корисна потужність насоса:

$$N_{\text{п}} = Q p = (30 \cdot 2) / 60 = 1 \text{ кВт.}$$

Потужність насоса (споживана):

$$N = \frac{N_{\text{п}}}{\eta_V \eta_{\text{мех}}} = \frac{1}{0,94 \cdot 0,95} = 1,12 \text{ кВт}$$

Приклад 2. Шестеренний насос розвиває тиск $p_n = 6,5 \text{ МПа}$ при частоті обертання $n = 1200 \text{ об/хв}$. Визначити споживану їм потужність, якщо ширина шестерні $b = 30 \text{ мм}$, діаметр початкового кола $D_n = 60 \text{ мм}$, число зубів $z = 8$, об'ємний ККД $\eta_o = 0,85$, ККД насоса $\eta = 0,72$.

Рішення

Знаходимо модуль зчеплення:

$$m = \frac{D_n}{z} = \frac{60}{8} = 7,5 \text{ мм},$$

Робочий об'єм:

$$q_o = 2 \cdot \pi \cdot D_n \cdot m \cdot b = 2 \cdot 3,14 \cdot 6,0 \cdot 0,75 \cdot 3 = 84,8 \text{ см}^3,$$

подачу насоса:

$$Q = \frac{q_o \cdot n \cdot \eta_o}{60} = \frac{84,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1200 \cdot 0,85}{60} = 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Корисна потужність насоса:

$$N_n = p_n \cdot Q = 1,44 \cdot 10^{-3} \cdot 6,5 \cdot 10^6 = 9,36 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 9,36 \text{ кВт}.$$

Потужність насоса:

$$N = \frac{N_n}{\eta} = \frac{9,36}{0,72} = 13,0 \text{ кВт}.$$

Приклад 3. У гідроприводі з об'ємним регулюванням (рис. 2, а) застосований регульований аксіально-поршневий насос, який характеризується наступними параметрами: кількість поршнів $z = 7$, діаметри поршнів $d = 15 \text{ мм}$, діаметр кола центрів циліндрів $D = 40 \text{ мм}$, частота обертання $n = 960 \text{ об / хв}$, кут нахилу диска γ може змінюватися від 0 до 30° .

Побудувати графік зміни швидкості переміщення поршня гідроциліндра в залежності від кута γ , якщо діаметр циліндра $D_1 = 80 \text{ мм}$, діаметр штока $D_2 = 40 \text{ мм}$. Витоками рідини знехтувати.

Рішення

Робочий об'єм насоса:

$$q_o = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot D \cdot z \cdot \text{tg}\gamma = \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{4} \cdot 4 \cdot 7 \cdot \text{tg}\gamma = 49,5 \cdot \text{tg}\gamma.$$

Теоретична подача насоса:

$$Q_m = \frac{q_o \cdot n}{60} = \frac{49,5 \cdot \text{tg}\gamma \cdot 960}{60} = 792 \cdot \text{tg}\gamma.$$

Швидкість переміщення поршня гідроциліндра:

$$v_n = \frac{4 \cdot Q_m}{\pi \cdot (D_1^2 - D_2^2)} = \frac{4 \cdot 792 \cdot \text{tg}\gamma}{3,14 \cdot (8^2 - 4^2)} = 21 \cdot \text{tg}\gamma.$$

Значення швидкості v_n при різних значеннях кута нахилу шайби γ , підраховані за цією формулою:

$\gamma, ^\circ$	0	8	17	24	30
------------------	---	---	----	----	----

$v_n,$ см/с	0	2,95	6,42	9,35	12,12
----------------	---	------	------	------	-------

За цими даними побудована залежність $v_n = f(\gamma)$ (рис. 5).

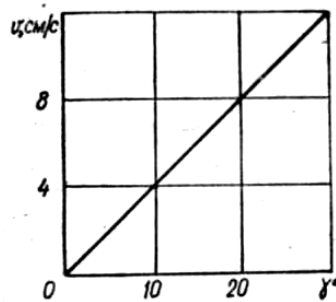


Рис. 5

ЧАСТИНА 3.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТІВ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА КОНСТРУКЦІЯ ГІДРАВЛІЧНИХ МАШИН

Тема 1. Визначення коефіцієнта і ступеня нерівномірності подачі поршневого (плунжерного) насоса

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Гідравлічна машина

- A. агрегат
- B. система
- C. установка
- D. комплекс

До гідравлічних машин відноситься

- A. насоси
- B. гідродвигуни і гідропередачі
- C. усі відповіді вірні
- D. електродвигуни

Насос являє собою машину для

- A. для перетворення енергії потоку рідкого середовища в енергію вихідної ланки
- B. створення потоку рідкого середовища
- C. передачі та перетворення енергії за допомогою рідкого середовища
- D. передачі бензолу

Насоси за принципом дії і конструкцією діляться на дві основні групи

- A. динамічні та об'ємні
- B. відцентровані та осьові
- C. насоси тертя та інерції
- D. складні та генеровані

До об'ємних насосів відносять

- A. вихрові
- B. вібраційні
- C. поршневі
- D. плужні

До динамічних насосів відносять

- A. роторні
- B. поршневі
- C. вихрові
- D. комплексні

Насоси й гідродвигуни застосовують в

- A. гідропередачах
- B. турбінах
- C. силових установках
- D. енергетичних комплексах

Основними робочими параметрами, які характеризують гідравлічні машини та режими їх роботи є

- A. напір (або тиск)
- B. подача (для насоса) або витрата (для гідродвигуна)
- C. усі відповіді вірні
- D. тиск, електродвигун

Центробіжний насос – насос, у якому рух рідини та необхідного напору складаються за рахунок центробіжної сили, що виникає при дії

- A. робочого колеса на рідину
- B. лопатей на рідину
- C. правильна відповідь відсутня
- D. робочого колеса на тиск, що виникає при роботі

Центробежні насоси поділяються на 17 груп, з-поміж яких є

- A. консольні, горизонтальні
- B. піскові, ґрунтові, шламові
- C. усі відповіді вірні
- D. шламові, центробіжні

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Визначити тиск об'ємного насоса, потужність якого $N=3,3$ кВт, при частоті обертання $n = 1440$ хв⁻¹, якщо його робочий об'єм $q = 12$ см³, ККД - $\eta = 0,8$, об'ємний ККД - $\eta_0 = 0,9$.

2. При випробуванні насоса на воді виміряні: вакуум на вході в насос $p_{\text{вак}} = 20$ кПа, надлишковий тиск на виході з насоса $p_{\text{ман}} = 600$ кПа, момент на валу $M = 500$ Н·м, частота обертання $n = 1500$ об/хв, відстань по вертикалі між точкою підключення вакуумметра і центром манометра $\Delta z = 0,7$ м, подача насоса $Q = 10$ л/с.

Визначити ККД насоса, якщо діаметри всмоктувального і напірного трубопроводів рівні $d_s = 100$ мм, $d_n = 70$ мм.

3. При роботі гідроциліндра діаметром $D=200$ мм витрата робочої рідини $Q=0,2$ л/с, тиск в поршневій порожнині $p=10$ МПа, протитиск в зливний (штокової) порожнині $p_{np} = 0,1$ МПа. Визначити корисну і споживану потужність гідроциліндра, якщо механічний ККД $\eta_m = 0,95$, об'ємний $\eta_o = 1$, гідравлічний $\eta_z = 1$, діаметр штока $d = 80$ мм.

4. Поршень гідроциліндра діаметром $D = 100$ мм піднімається вгору зі швидкістю $u = 2$ см/с, долаючи зусилля $R = 100$ кН. Визначити подачу і тиск насоса, а також корисну потужність гідроциліндра, якщо механічний і об'ємний ККД гідроциліндра $\eta_m = 0,98$, $\eta_o = 1$, маса поршня зі штоком $m = 50$ кг. Тиском рідини в штокової порожнині гідроциліндра знехтувати.

Рекомендована література:

1. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід. - К. : ЦНЛ, 2006. – 616 с.
2. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов С.С. и др. «Гидравлика, гидромашины и гидро-приводы». - М., Машиностроение, 1970.
3. Мандрус В.І., Лещій Н.П., Звягін В.М. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків. – Львів: Світ, 1995.

Тема 2. Перевірка умов всмоктування поршневого насоса

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Насоси за принципом дії і конструкцією діляться на дві основні групи

- А. динамічні та об'ємні
- В. відцентровані та осьові
- С. насоси тертя та інерції
- Д. складені та прості

До об'ємних насосів відносять

- А. вихрові
- В. вібраційні
- С. поршневі
- Д. роторні

До динамічних насосів відносять

- А. роторні

- В. поршневі
- С. вихрові
- Д. плужні

Насоси й гідродвигуни застосовують в

- А. гідропередачах
- В. турбінах
- С. силових установках
- Д. енергетичних комплексах

Основними робочими параметрами, які характеризують гідравлічні машини та режими їх роботи - є

- А. напір (або тиск),
- В. подача (для насоса) або витрата (для гідродвигуна)
- С. усі відповіді вірні
- Д. технічні характеристики

Центробіжний насос – насос, у якому рух рідини та необхідного напору складаються за рахунок центробіжної сили, що виникає при дії

- А. робочого колеса на рідину
- В. лопатей на рідину
- С. правильна відповідь відсутня

Центробежні насоси поділяються на 17 груп, з-поміж яких є

- А. консольні, горизонтальні
- В. піскові, ґрунтові, шламові
- С. усі відповіді вірні
- Д. шламові, вертикальні

Робочі характеристики насоса – графічна залежність основних технічних показників від

- А. подачі
- В. напору
- С. допустимої висоти поглинання
- Д. тиску

Абсолютна швидкість дорівнює геометричній сумі відносної швидкості рідини і окружної швидкості

- А. подачі
- В. напору
- С. робочого колеса
- Д. тиску

Об'ємні гідромашини діляться на два великі класи

- А. відцентровані та осьові
- В. поршневі та роторні

- С. динамічні та об'ємні
- Д. пості та складні

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Гідромотор розвиває крутний момент $M = 100 \text{ Н}\cdot\text{м}$ при частоті обертання $n = 1800 \text{ об/мин}$. Визначити витрату, тиск і потужність потоку рідини на вході в гідромотор, якщо його робочий об'єм $q = 50 \text{ см}^3$, механічний ККД $\eta_m = 0,96$, об'ємний ККД $\eta_o = 0,95$, а тиск рідини на сливі $p_2 = 80 \text{ кПа}$.

2. Визначити ККД гідромотора, якщо тиск рідини на вході $p_1 = 15 \text{ МПа}$, витрата $Q = 1,5 \text{ л/с}$, частота обертання валу $n = 20 \text{ об/с}$, обертаючий момент $M = 126 \text{ Н}\cdot\text{м}$, тиск на злив $p_2 = 0,05 \text{ МПа}$, робочий об'єм гідромотора $q = 70 \text{ см}^3$.

3. Об'ємний насос нагнітає робочу рідину ($\rho = 880 \text{ кг/м}^3$) в гідроциліндр, розташований вище насоса на $0,7 \text{ м}$ по трубопроводу довжиною $l = 9 \text{ м}$ та діаметром $d = 16 \text{ мм}$. Визначити тиск насоса, споживану їм потужність і ККД, якщо витрата рідини гідроциліндром $Q = 66 \text{ л/мин}$, тиск на вході в гідроциліндр $p = 914 \text{ кПа}$, коефіцієнт гідравлічного тертя трубопроводу $\lambda = 0,05$, сумарний коефіцієнт місцевих опорів $\xi = 8$, потужність приводного електродвигуна $N_d = 2 \text{ кВт}$, його ККД $\eta_d = 0,92$.

4. Насос подає воду на висоту $h = 15 \text{ м}$ з витратою $Q = 720 \text{ л / хв}$ по трубопроводу, втрати напору в якому $h_n = 5,0 \text{ м}$. Визначити потужність приводного двигуна, якщо його ККД $\eta_d = 0,9$, а ККД насоса $\eta_n = 0,65$.

5. Визначити напір H і корисну потужність N_n насоса, якщо на його напірному патрубку манометр показує $1,0 \text{ МПа}$, вакуумметр на всмоктуючому патрубку - 50 кПа , а відстань по вертикалі між точкою підключення вакуумметра і центром манометра дорівнює $0,5 \text{ м}$. Діаметри напірного і всмоктуючого патрубків однакові, подача насоса - $15 \text{ дм}^3/\text{с}$, щільність рідини $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Рекомендована література:

1. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу. Под ред. Некрасова Б.Б. - М.: Высш. шк., 1989.
2. Перекрестов А.В. Задачи по объемному гидроприводу. - К., Вища школа, 1983.
3. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы. - М., Машиностроение, 1988.
4. Шлипченко З.С. Насосы, компрессоры и вентиляторы. - Киев: Техніка. 1976. - 368 с.
5. Богданович Л.Б. Гидравлические приводы: Учеб. Пособие для вузов. - Киев: Вища школа. Головное издательство, 1980. - 232 с.

Тема 3. Гідравлічний розрахунок насосної установки.

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Центробіжні насоси поділяються на 17 груп, з-поміж яких є

- A. консольні, горизонтальні
- B. піскові, ґрунтові, шламкові
- C. усі відповіді вірні
- D. вертикальні, горизонтальні

Робочі характеристики насоса – графічна залежність основних технічних показників від

- A. подачі
- B. напору
- C. допустимої висоти поглинання
- D. тиск

Абсолютна швидкість дорівнює геометричній сумі відносної швидкості рідини і окружної швидкості

- A. подачі
- B. напору
- C. робочого колеса
- D. тиск

Об'ємні гідромашини діляться на два великі класи

- A. відцентровані та осьові
- B. поршневі та роторні
- C. динамічні та об'ємні
- D. відцентровані та динамічні

Найпростіший поршковий насос складається з робочого циліндра, забезпеченого

- A. двома клапанами всмоктуючим і нагнітальним
- B. двома поршнями
- C. одним всмоктуючим клапаном
- D. одним поршнем та 3 клапанами

Миттєва подача насоса є величиною змінною: вона змінюється за

- A. синусоїдальним законом

- В. законом Ейлера
- С. I законом Ньютона
- Д. II законом Ньютона

До роторних насосів відносять

- А. вихрові, вібраційні
- В. шестеренні, гвинтові, пластинчасті насоси
- С. відцентровані, осьові, насоси тертя та інерції
- Д. осьові

Шестерінчастим називають

- А. універсальний насос
- В. насос загального призначення
- С. зубчастий насос
- Д. насос спеціального призначення

Найбільшого поширення набули тригвинтові насоси

- А. з циклоїдним зачепленням
- В. синусоїдальним зачепленням
- С. зачепленням під кутом 45°
- Д. зачепленням під кутом 120°

В число робочих органів пластинчастого входять

- А. зубчасті передачі
- В. шибери
- С. гвинторізи
- Д. конусні передачі

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Визначити тиск насоса і споживану їм потужність, якщо він подає воду зі ставка у відкритий бак на висоту 20 м по трубопроводу довжиною 80 м і діаметром 150 мм, сума коефіцієнтів всіх місцевих опорів якого дорівнює 17, а коефіцієнт гідравлічного тертя - 0,03. Подача насоса дорівнює $144 \text{ м}^3/\text{ч}$ год, а ККД - 0,75.

2. Насос подає воду в кількості $72 \text{ м}^3/\text{ч}$ по трубопроводу діаметром 150 мм на висоту 30 м. Визначити ККД насоса, якщо споживана їм потужність дорівнює 9,2 кВт, повний коефіцієнт опору трубопроводу $\lambda \cdot l/d + \xi = 30$, а тиск на поверхні рідини в резервуарі, з якого забирається вода, і в баку, в який вода надходить від насоса, дорівнює атмосферному.

3. Поршневий насос двосторонньої дії подає воду з витратою $Q = 10 \text{ л/с}$ на висоту $H_c = 40 \text{ м}$ по трубопроводу довжиною $l = 80 \text{ м}$ і діаметром $d = 100 \text{ мм}$. Визначити діаметри циліндра і штока D і $d_{ш}$, хід поршня h і потужність насоса, якщо частота обертання кривошипа $n = 100 \text{ об/хв}$, об'ємний ККД

насоса $\eta_o = 0,9$, повний ККД $\eta = 0,8$. Задані відносини $h/D = 1,5$ і $d_{uu}/D = 0,20$, коефіцієнт втрат на тертя $\lambda = 0,03$, сумарний коефіцієнт місцевих опорів $\Sigma\xi = 25$.

Рекомендована література:

1. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід. - К. : ЦНЛ, 2006. – 616 с.
2. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов С.С. и др. «Гидравлика, гидромашинны и гидро-приводы». - М., Машиностроение, 1970.
3. Мандрус В.І., Лещій Н.П., Звягін В.М.. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків. – Львів: Світ, 1995.

Тема 4. Розрахунок і побудова характеристики турбіни турбобура.

Форми контролю: розв'язування задач

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Найбільшого поширення набули тригвинтові насоси

- А. з циклоїдним зачепленням
- В. синусоїдальним зчепленням
- С. зчепленням під кутом 45^0
- Д. конусним зчепленням

В число робочих органів пластинчастого входять

- А. зубчасті передачі
- В. шибери
- С. гвинторізи
- Д. циліндричні передачі

Радіально-поршневий насос - це роторно-поршневий насос, у якого вісь обертання ротора перпендикулярна до осей робочих органів або становить з ними кут більше

- А. 45^0
- В. 90^0
- С. 35^0
- Д. 120^0

Аксіально-поршнеvim називають роторно-поршнеvim насос, у якого вісь обертання ротора паралельна осях робочих органів або становить з ними кут менше або дорівнює

- A. 90^0
- B. 45°
- C. 35^0
- D. 120^0

Рівняння Ейлера дозволяє побудувати теоретичні характеристики

- A. нагнітачів
- B. напору
- C. подачі рідини
- D. тиску

Водокільцеві насоси відносяться до групи

- A. спеціальних насосів
- B. діагональних насосів
- C. вакуум-насосів
- D. плужних насосів

Насоси тертя та інерції є групою

- A динамічних насосів
- B. об'ємних насосів
- C. плужних насосів
- D. осьових насосів

Робочим органом гідравлічної машини є

- A. гідравлічний двигун
- B. турбіни
- C. усі відповіді вірні
- D. електродвигун

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Трихпоршнеvim насос односторонньої дії розвиває тиск $p = 0,64$ МПа і подачу $Q = 10$ л/с. Визначити частоту обертання валу насоса і його потужність, якщо діаметр поршня $D = 150$ мм, радіус кривошипа $r = 60$ мм, об'ємний ККД насоса $\eta_o = 0,94$, повний ККД $\eta = 0,80$.

2. Поршнеvim насос односторонньої дії подає воду в резервуар місткістю 7 м³. Визначити час наповнення резервуара, якщо діаметр поршня насоса дорівнює 150 мм, радіус кривошипа - 125 мм, частота обертання колінчастого валу - 50 об/хв, об'ємний ККД насоса - $0,95$.

3. В об'ємному гідроприводі обертального руху з управлінням гідродросель встановлений на виході (рис. 4). Частота обертання гідромотора $n = 1600$ об/хв, момент на валу $M = 22$ Н · м, робочий об'єм гідромотора $q_{ом} = 32$ см³, механічний ККД $\eta_{мм} = 0,90$, об'ємний $\eta_{ом} = 0,94$. Втрати тиску в золотниковому Гідророзподільники, дроселі та фільтри відповідно рівні: $\Delta p_p = 0,2$ МПа, $\Delta p_{др} = 0,5$ МПа, $\Delta p_{ф} = 0,10$ МПа. Втрати тиску в трубопроводах складають 5% перепаду тиску в гідромоторі. Подача насоса на 10% більше витрат гідромотора, ККД насоса $\eta_n = 0,88$. Визначити ККД гідроприводу.

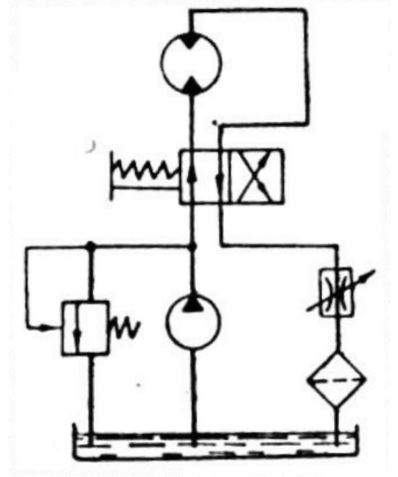


Рис. 4

Рекомендована література:

1. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід: - К. : ЦНЛ, 2006. – 616 с.
2. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов С.С. и др. «Гидравлика, гидромашины и гидро-приводы». - М., Машиностроение, 1970.
3. Мандрус В.І., Лещій Н.П., Звягін В.М.. Машинобудівна гідравліка.. Задачі та приклади розрахунків. – Львів: Світ, 1995.
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов/Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – 2-е изд. Перераб.- М.: Машиностроение, 1982.- 423 с.
5. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод: Учеб. Для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1991. – 331 с.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ОБ'ЄМНИЙ ГІДРОПРИВІД, ГІДРОДИНАМІЧНІ ПЕРЕДАЧІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ ДВИГУНИ

Тема 5. Розрахунок об'ємного гідроприводу

Форми контролю: розв'язування задач

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Миттєва подача насоса є величиною змінною: вона змінюється за

- A. синусоїдальним законом
- B. законом Ейлера
- C. I законом Ньютона
- D. II законом Ньютона

До роторних насосів відносять

- A. вихрові, вібраційні
- B. шестеренні, гвинтові, пластинчасті насоси
- C. відцентровані, осьові, насоси тертя та інерції
- D. лише насоси тертя та інерції

Шестерінчастим називають

- A. універсальний насос
- B. насос загального призначення
- C. зубчастий насос
- D. циліндричний насос

Найбільшого поширення набули тригвинтові насоси

- A. з циклоїдним зачепленням
- B. синусоїдальним зчепленням
- C. зчепленням під кутом 45°
- D. зчепленням під кутом 90°

В число робочих органів пластинчастого входять

- A. зубчасті передачі
- B. шибери
- C. гвинторізи
- D. прості передачі

Радіально-поршневий насос - це роторно-поршневий насос, у якого вісь обертання ротора перпендикулярна до осей робочих органів або становить з ними кут більше

- A. 45°
- B. 90°
- C. 35°
- D. 120°

Аксіально-поршневим називають роторно-поршневий насос, у якого вісь обертання ротора паралельна осям робочих органів або становить з ними кут менше або дорівнює

- A. 90°
- B. 45°
- C. 35°
- D. 120°

Рівняння Ейлера дозволяє побудувати теоретичні характеристики

- A. нагнітачів
- B. напору
- C. подачі рідини
- D. тиску

Водокільцеві насоси відносяться до групи

- A. спеціальних насосів
- B. діагональних насосів
- C. вакуум-насосів
- D. плужних насосів

Насоси тертя та інерції є групою

- A. динамічних насосів
- B. об'ємних насосів
- C. плужних насосів
- D. осьових насосів

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Насос подає воду на висоту $h = 15$ м з витратою $Q = 720$ л / хв по трубопроводу, втрати напору в якому $h_n = 5,0$ м. Визначити потужність приводного двигуна, якщо його ККД $\eta_d = 0,9$, а ККД насоса $\eta_n = 0,65$.

2. Визначити напір H і корисну потужність N_n насоса, якщо на його напірному патрубку манометр показує $1,0$ МПа, вакуумметр на всмоктуючому патрубку - 50 кПа, а відстань по вертикалі між точкою підключення вакуумметра і центром манометра дорівнює $0,5$ м. Діаметри напірного і всмоктуючого патрубків однакові, подача насоса - 15 $\text{дм}^3/\text{с}$, щільність рідини $\rho = 1000$ $\text{кг}/\text{м}^3$.

3. Визначити тиск насоса і споживану їм потужність, якщо він подає воду зі ставка у відкритий бак на висоту 20 м по трубопроводу довжиною 80 м і діаметром 150 мм, сума коефіцієнтів всіх місцевих опорів якого дорівнює 17, а коефіцієнт гідравлічного тертя - 0,03. Подача насоса дорівнює $144 \text{ м}^3/\text{ч}$ год, а ККД - 0,75.

Рекомендована література:

1. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід: - К. : ЦНЛ, 2006. – 616 с.
2. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов С.С. и др. «Гидравлика, гидромашины и гидро-приводы». - М., Машиностроение, 1970.
3. Мандрус В.І., Лещій Н.П., Звягін В.М.. Машинобудівна гідравліка.. Задачі та приклади розрахунків. – Львів: Світ, 1995.
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов/Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – 2-е изд. Перераб.- М.: Машиностроение, 1982.- 423 с.
5. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод: Учеб. Для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1991. – 331 с.

Тема 6. Ознайомлення з принципом дії роторного насоса.

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Робочим органом гідравлічної машини є

- А. гідравлічний двигун
- В. турбіни
- С. усі відповіді вірні
- Д. електродвигун

Гідравлічна машина – це

- А. агрегат
- В. система
- С. установка
- Д. комплекс

До гідравлічним машин відноситься

- А. насоси
- В. гідродвигуни і гідропередачі

- C. усі відповіді вірні
- D. клапани та передачі

Насос являє собою машину для

- A. для перетворення енергії потоку рідкого середовища в енергію вихідної ланки
- B. створення потоку рідкого середовища
- C. передачі та перетворення енергії за допомогою рідкого середовища
- D. створення потоку рідкого середовища в густе

Насоси за принципом дії і конструкцією діляться на дві основні групи

- A. динамічні та об'ємні
- B. відцентровані та осьові
- C. насоси тертя та інерції
- D. прості та складні

До об'ємних насосів відносять

- A. вихрові
- B. вібраційні
- C. поршневі
- D. осьові

До динамічних насосів відносять

- A. роторні
- B. поршневі
- C. вихрові
- D. горизонтальні

Насоси й гідродвигуни застосовують в

- A. гідропередачах
- B. турбінах
- C. силових установках
- D. комплексних енергетичних установках

Основними робочими параметрами, які характеризують гідравлічні машини та режими їх роботи - є

- A. напір (або тиск),
- B. подача (для насоса) або витрата (для гідродвигуна)
- C. усі відповіді вірні
- D. тиск та подача

Центробіжний насос – насос, у якому рух рідини та необхідного напору складаються за рахунок центробіжної сили, що виникає при дії

- A. робочого колеса на рідину
- B. лопатей на рідину
- C. правильна відповідь відсутня

D. робочого колеса на рідину, що потрапляє у двигун

Рекомендована література:

1. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід. - К. : ЦНЛ, 2006. – 616 с.
2. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов С.С. и др. «Гидравлика, гидромашины и гидро-приводы». - М., Машиностроение, 1970.
3. Мандрус В.І., Лещій Н.П., Звягін В.М.. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків. – Львів: Світ, 1995.

Тема 7. Розрахунок шестеренних гідравлічних машин.

Форми контролю: розв'язування задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Основними робочими параметрами, які характеризують гідравлічні машини та режими їх роботи - є

- A. напір (або тиск),
- B. подача (для насоса) або витрата (для гідродвигуна)
- C. усі відповіді вірні
- D. технічні характеристика

Центробіжний насос – насос, у якому рух рідини та необхідного напору складаються за рахунок центробіжної сили, що виникає при дії

- A. робочого колеса на рідину
- B. лопатей на рідину
- C. правильна відповідь відсутня
- D. клапанів на рідину

Центробежні насоси поділяються на 17 груп, з-поміж яких є

- A. консольні, горизонтальні
- B. піскові, ґрунтові, шламові
- C. усі відповіді вірні
- D. горизонтальні та вертикальні

Робочі характеристики насоса – графічна залежність основних технічних показників від

- A. подачі
- B. напору

- C. допустимої висоти поглинання
- D. тиску

Абсолютна швидкість дорівнює геометричній сумі відносної швидкості рідини і окружної швидкості

- A. подачі
- B. напору
- C. робочого колеса
- D. тиску

Об'ємні гідромашини діляться на два великі класи

- A. відцентровані та осьові
- B. поршневі та роторні
- C. динамічні та об'ємні
- D. горизонтальні та вертикальні

Найпростіший поршковий насос складається з робочого циліндра, забезпеченого

- A. двома клапанами всмоктуючим і нагнітальним
- B. двома поршнями
- C. одним всмоктуючим клапаном

Радіально-поршковий насос - це роторно-поршковий насос, у якого вісь обертання ротора перпендикулярна до осей робочих органів або становить з ними кут більше

- A. 45°
- B. 90°
- C. 35°
- D. 120°

Аксіально-поршковим називають роторно-поршковий насос, у якого вісь обертання ротора паралельна осям робочих органів або становить з ними кут менше або дорівнює

- A. 90°
- B. 45°
- C. 35°
- D. 90°

Рівняння Ейлера дозволяє побудувати теоретичні характеристики

- A. нагнітачів
- B. напору
- C. подачі рідини

3. Задачі для самостійного розв'язування.

1. Визначити потужність, споживану насосом об'ємного гідروприводу з дросельним регулюванням (рис. 1), втрати потужності через зливу масла через гідроклапан і ККД гідроприводу, якщо зусилля на штоку гідроциліндра $R = 63$ кН, втрати тиску в напірній гідролінії при русі поршня вправо $\Delta p_n = 0,2$ МПа, витрата масла через гідроклапан $Q_k = 1,55$ л/хв, об'ємний і механічний ККД гідроциліндра $\eta_o = 1$, $\eta_m = 0,97$, ККД насоса $\eta_n = 0,80$. Діаметр поршня $D = 125$ мм, діаметр штока $d = 63$ мм. Дросель налаштований на пропуск витрат $Q_{др} = 12$ л/хв. Витоками масла в гідроапаратурі знехтувати

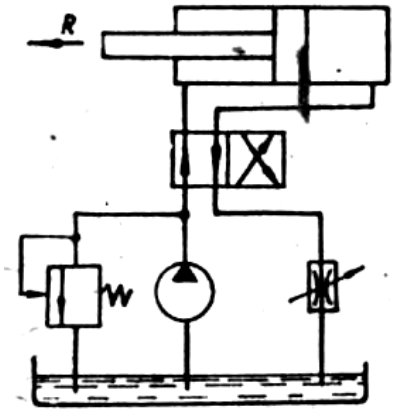


Рис. 1

2. Визначити потужність і ККД об'ємного гідроприводу поступального руху, насос якого розвиває тиск 10,2 МПа і подачу 0,4 л / с. Діаметр поршня гідроциліндра, який при робочому ході переміщається вправо, дорівнює 100 мм, діаметр штока - 50 мм. Витоку робочої рідини в гідроапаратурі складають 0,005 л/с, втрати тиску в напірній гідролінії - 200 кПа. Об'ємний і механічний ККД гідроциліндра рівні відповідно $\eta_o = 1$, $\eta_m = 0,85$, а ККД насоса $\eta_n = 0,85$. Втратами тиску в зливній гідролінії знехтувати.

3. Визначити потужність, споживану об'ємним гідроприводом обертального руху і його ККД, якщо корисний крутний момент на валу гідромотора 60 Н · м, частота обертання - 500 об/хв, робочий об'єм гідромотора - 50 см³. Втрати тиску в напірній гідролінії складають 100 кПа, в зливній - 50 кПа, гідромеханічний і об'ємний ККД гідромотора рівні відповідно $\eta_{гм} = 0,92$ і $\eta_o = 0,96$, ККД насоса $\eta_n = 0,83$. Витоку рідини в гідроапаратурі $q_{вт} = 0,06$ л/хв.

Список використаної літератури:

1. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід. К.: ЦНЛ, 2006. 616 с.
2. Маяк В. И., Михайлов В. М., Маяк О. А. Гидравлика и гидравлические машины. Х.: ХГУПТ, 2007. 178 с.
3. Возняк Л. В., Гімер П. Р., Мердух М. І. Гідравліка. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. 327 с.
4. Гейер В. Г., Дулин В. С., Заря А. Н. Гидравлика и гидропривод. М.: Недра, 1991. 331 с.
5. Мандрус В. І., Лещій Н. П., Звягін В. М. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків. Львів: Світ, 1995. 125 с.
6. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу. Под ред. Некрасова Б.Б. М.: Высш. шк., 1989. 200 с.
7. Перекрестов А. В. Задачи по объемному гидроприводу. К.: Вища школа, 1983. 260 с.
8. Свешников В. К., Усов А. А. Станочные гидроприводы. М.: Машиностроение, 1988. 85 с.
9. Шлипченко З. С. Насосы, компрессоры и вентиляторы. К.: Техніка. 1976. 368 с.
10. Богданович Л. Б. Гидравлические приводы. К.: Вища шк., 1980. 232 с.

Навчальне видання

*Омельченко Олександр Володимирович,
Цвіркун Людмила Олександрівна*

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ
«ГІДРАВЛІВЧНІ МАШИНИ»**

Формат 60×84/8. Ум. др. арк. 2.

Донецький національний університет
економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
50042, Дніпропетровська обл.,
м. Кривий Ріг, вул. Курчатова, 13.
Свідоцтво суб'єкта видавничої
справи ДК № 4929 від 07.07.2015 р.