



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ГІДРООПРИВОДУ



Навчально-науковий інститут  
механічної інженерії і транспорту

**Шифр та назва спеціальності**

131 – Прикладна механіка

**Інститут**

Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту (МІТ)

**Освітня програма**

Моделювання технічних систем

**Кафедра**

Деталі машин та гідропневмосистеми (148)

**Рівень освіти**

Бакалавр

**Тип дисципліни**

Вибіркова

**Семестр**

5

**Мова викладання**

Українська

### Викладачі, розробники

Геннадій Крутіков, gkrutikov@gmail.com



Професор, доктор технічних наук, професор кааф. "Деталі машин та гідропневмосистеми"(НТУ «ХПІ») Автор понад 120 наукових публікацій, 6-ти навчальних посібників та 1 монографії, Провідний лектор з курсів: «Основи теорії пневмоприводу», "Основи теорії гідроприводу", "Проектування гідравлических та пневматических сілових контурів мехатронних систем", "Пневматичне та вакуумне обладнання мкхатронних систем", "Гідравлическе обладнання мехатронних систем"

### Загальна інформація

#### Анотація

У курсі викладено принципи функціонування гідроприводів, методи їх управління. математичні моделі робочих процесів у гідроприводах і методи комп'ютерного моделювання цих процесів, а також вирішення типових завдань управління виробничими процесами за допомогою гідроприводів..

#### Мета та цілі дисципліни

. Курс розроблено з метою освоєння студентами методикою розрахунку та дослідження робочих процесів у гідропривода з метою освоєння методикою розрахунку гідроприводів, а також принципів використання гідроприводів як засобів механізації та автоматизації промислового виробництва..

## Формат занять

Лекції, практичні заняття. курсова робота, Підсумковий контроль – Екзамен.

## Компетентності

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК1. Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування.

ФК2. Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо математичного моделювання робочих процесів у гідроприводах з подальшим комп'ютерним моделюванням цих процесів, а також розробки гідравлических схем при вирішенні завдань автоматизації.

ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.

## Результати навчання

РН5. Знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання;

РН6. Приймати ефективні рішення, аналізувати і порівнювати альтернативні варіанти з урахуванням цілей та обмежень, питань забезпечення якості, а також технічних, економічних, законодавчих та інших аспектів.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи - 16 год., самостійна робота – 72 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Математика", "Фізика", "Деталі машин", "Опір матеріалів", "Гідравліка", "Інформатика".

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій та програмного забезпечення "Fluidsim". Навчальні матеріали доступні студентам через Microsoft Teams.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

Тема 1. Класифікація гідроприводів.

Тема 2. Гідравлічний привід із дросельним регулюванням швидкості. Характеристика насоса, напірного клапана та характеристика мережі та їх зображення у системі координат p-Q.

Тема 3. Зображення в системі координат p-Q гідроприводу з послідовною та паралельною установкою дроселя. Режими роботи гідроприводів з дросельним регулюванням.

Тема 4. Регульовальні та механічні (навантажувальні) характеристики гідроприводів з послідовною та паралельною установкою дроселя.

Тема 5. Збільшення жорсткості навантажувальних характеристик гідроприводів з дросельним регулюванням швидкості за рахунок використання LS- режиму.

Тема 6. Енергетичні характеристики гідроприводів із дросельним регулюванням швидкості. Розрахунок ККД.

Тема 7. Тепловий розрахунок гідроприводу. Вибір об'єму маслобака. Вибір теплообмінника.

Тема 8. Джерела живлення гідроприводу, що знижують непродуктивні енерговитрати.  
Тема 9. Динаміка гідроприводу без урахування стисливості рідини. Математична модель. Розрахунок перехідного процесу.  
Тема 10. Схеми багатодвигунових гідроприводів. Режими роботи та способи керування приводами.  
Тема 11. Розрахунок насосно-акумуляторної станції багатодвигунового гідроприводу.  
Тема 12. Математична модель гідроприводу з урахуванням стисливості рідини. Чисельне інтегрування кроковим методом системи диференціальних рівнянь, що відображають функціонування гідроприводу.  
Тема 13 Слідувальний гідропривід з механічним управлінням (сервопривід). Принцип роботи .. Електрогідравлічний слідувальний привід (ЕГСП). Конструктивна схема та принцип роботи. Особливості роботи ЕГСП з позиційною та контурною системою управління.  
Тема 14. Гідропривід з об'ємним (машинним) способом регулювання швидкості. Механічні та регулювальні характеристики приводів з різними способами керування.  
Тема 15 Енергетичні характеристики гідроприводів з об'ємним (машинним) способом регулювання швидкості.  
Тема 16 Гідроприводи з дросельнл - об'ємним способом регулювання швидкості. Схеми та характеристики приводів.

## Теми практичних занять

### ТЕМА №1 ОДНОДВИГУНОВИ ГІДРОПРИВОДИ

Гідропривід лінійних переміщень здійснює швидке підведення без зовнішнього навантаження зі швидкістю  $v_1$ , а потім переходить на робочий хід з постійним статичним навантаженням на штоці  $P$  й реалізує цей режим зі швидкістю  $v_2$ . Масою приведених у рух вузлів знехтувати. Є можливість встановити один пластинчастий насос серії Г12-2 в одинарному виконанні. Маслостанція розташована на відстані  $L$  від гідроциліндра. Кінематичний коефіцієнт в'язкості  $V_t$ . Щільність масла  $\rho$ . Коефіцієнт опору кожної одиниці обраної апаратури для простоти вважати однаковим і рівним  $\zeta$ .

#### Практичне заняття №1

. Обрати гідравлічну схему з мінімальною кількістю гідро-апаратів з послідовним встановленням дроселя.. Розрахувати і обрати за каталогом типорозмір насоса і гідроциліндра, обрати діаметр трубопроводів і настройки запобіжного клапана.

#### Практичне заняття №2

Викласти порядок вибору гідроапаратури, що забезпечує функціонування даного приводу. Побудувати характеристику мережі та визначити тиск, який розвиває насос при швидкому підведенні, зобразити роботу приводу в цьому режимі в системі координат  $p-Q$  і визначити тиск і потужність, які розвиває насос у цьому режимі

#### Практичне заняття №3

. Зобразити в системі координат  $p-Q$  роботу приводу в робочому режимі, визначити необхідний опір дроселя або коефіцієнт витрати дроселя, приведений до площі трубопроводу, для забезпечення заданої швидкості. Дати обґрунтовані відповіді на наступні питання.

За рахунок чого можна змінити швидкість руху при роботі приводу в робочому режимі?. Чи можна змінювати швидкість руху поршня в режимі швидкого підведення (при закритому запобіжному клапані)?. Коли жорсткість навантажувальної характеристики гідро-приводу вище: у режимі швидкого підведення, коли напірний клапан перебуває у режимі запобіжного або в робочому режимі, коли клапан перебуває в режимі переливного? Відповідь пояснити.

#### Практичне заняття №4

За двома-трьома характерними точками побудувати навантажувальнуВ характеристику приводу в робочому режимі з обраним дроселем при зміні навантаження від нуля до максимально можливого. Як можна стабілізувати швидкість поршня при зміні навантаження в робочому режимі?

#### Практичне заняття №5

Визначити ККД приводу і потужність, яку відбирає насос від електромережі при робочому режимі, нехтуючи втратами в насосі і гідроциліндрі.

#### Практичне заняття №6

За двома-трьома характерними точками побудувати залежність ККД даного приводу в робочому режимі від навантаження. При якому навантаженні привід має максимальний ККД?

Практичне заняття №7

Запропонуйте способи підвищення ККД приводу за рахунок вибору більш раціональної схеми джерела живлення.

Практичне заняття №8

Спираючись на дані розрахунку приводу при швидкому підведенні та робочому ході вибрати параметри двох потокового насоса та підібрати конкретну модель за каталогом.

Практичне заняття №9

Побудувати залежність ККД від навантаження при використанні двох потокового насоса та порівняти з аналогічним графіком при використанні однопоточного насоса. У скільки разів вдалося повісити ККД

## ТЕМА №2 БОГАТОДВІГУНОВИ ГІДРОПРИВОДИ

Гідросистем складається із трьох гідроциліндрів, що працюють послідовно в цикловому режимі.

Перший гідроциліндр (ГЦ 1) повинен висуватися на довжину ходу  $L_1$ , долаючи силу опору  $P_1$  за час  $t_1$ . Другий гідроциліндр (ГЦ 2) повинен висуватися на довжину ходу  $L_2$  зі швидкістю  $v_2$  й долати силу опору  $P_2$  за час  $t_2$ . Третій гідроциліндр (ГЦ 3) має відповідно параметри  $L_3, P_3, t_3$ .

Використовується пластинчастий насос типу Г12-2. Програма роботи одного циклу  $1^{23} \bar{1} \bar{2} \bar{3}$ , де 1 – означає висування ГЦ1,  $\bar{1}$  – засування ГЦ1 і т. ін. Для спрощення розрахунків вважати швидкості зворотних ходів такими ж, як і швидкості прямих ходів.

Практичне заняття №10

Обрати схему гідропроводу із дросельним регулюванням швидкості з насосом постійної продуктивності. Для раціонального використання продуктивності насоса передбачити встановлення гідрогазового акумулятора.

Практичне заняття №11

Спираючись на номінальний тиск насоса Г12-2.. та статичні навантаження циліндрів розрахувати діаметри поршнів. округлити їх за ГОСТом та підібрати відповідні циліндри за каталогом.

Практичне заняття №12

Навести циклограму потрібних витрат гідросистеми.

Практичне заняття №13

Обрати оптимальний типорозмер насос із найбільш раціональними з енергетичних міркувань параметрами.

Практичне заняття №14

Побудувати діаграми різниці витрат та зміни обсягу олії в акумуляторі. Визначити максимальну кількість рідини, яку повинен віддавати гідроакумулятор протягом циклу.

Практичне заняття №15

Розрахувати максимальний і мінімальний об'єми газової порожнини акумулятора й визначити за каталогом тип гідроакумулятора, прийнявши показник політропи  $n = 1,3$ ; допустимий коефіцієнт

нерівномірності тиску  $\varphi = (p_{\max}^{\text{AK}} - p_{\min}^{\text{AK}}) / p_{\min}^{\text{AK}} = 0,2$ ; коефіцієнт запасу рідини в акумуляторі, зумовлений чутливістю клапана акумулятора,  $\beta = 1,2$  Обчислити повний об'єм гідрогазового акумулятора і подобрати його за каталогом

Практичне заняття №16

Результати розрахунків оформити як розрахунково- пояснювальної записки.

\*) з обох тем додаються десять числових варіантів вихідних даних.

## Теми лабораторних робіт

## Самостійна робота

Самостійна робота полягає у розрахунку свого числового варіанту завдання на підставі методики розрахунку тестового варіанту „ засвоєного при аудиторних практично заняттях, передбачається також самостійна робота при виконанні курсової роботи.

## Література та навчальні матеріали

1. Крутіков Г.А. Системи гідроприводів [навчальний посібник] / Г.А. Крутіков, М.Г. Стрижак. - Харків, НТУ "ХПІ", 2015.-220 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (40%) та поточного оцінювання (60%).

Залік: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: розрахункове завдання (по 40%).

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90-100	Відмінно	A
82-89	Добре	B
75-81	Добре	C
64-74	Задовільно	D
60-63	Задовільно	E
35-59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1-34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

30.08.2024р

Завідувач кафедри  
Володимир КЛІТНОЙ

Гарант ОП  
Ірина ГРЕЧКА

