

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

## **ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни  
«Конструкція двигунів внутрішнього згорання авіаційної наземної  
техніки»  
вибірковий компонент  
освітньо-професійної програми  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт**  
**(Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів)**

**За темою № 8 - Пневматичне обладнання.**

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх  
справ

Протокол від 30.08.2023 № 7

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького  
льотного коледжу  
Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 28.08.2023 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування  
авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

**Розробник:** викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної  
техніки Олександр ХАРЬКОВ

**Рецензенти:**

1. викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Володимир ТЯГНІЙ;
2. технічний директор ПрАТ «АвтоКрАЗ» кандидат технічних наук Сергій ДУНЬ

### **План лекції:**

1. Призначення, склад, принцип роботи. Можливі несправності пневматичної системи.

### **Література:**

#### **Основна література:**

1. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2005. – 280 с.
2. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – 6-те вид. – К.: Либідь, 2006. – 400 с

#### **Допоміжна література:**

1. Дяченко В. Г. Двигуни внутрішнього згоряння. За ред. Марченка А. П. – Харків: НТУ «ХП», 2008. – 488 с.
2. Шапко В. Ф. Основи теорії та динаміки автомобільних двигунів: підручник / В. Ф. Шапко, С. В. Шапко. – Харків: Точка, 2016. – 232 с.
3. Аеродроми. Харченко В.П., Миронченко Ю.І. Навчальний посібник, К.:НАУ, 2008-88с.
4. Вертодроми. Першаков В.М., Белятинський А.О., Близнюк Т.В., Семироз Н.Г. Навчальний посібник, К.: НАУ, 2014-370 с.
5. Аеродромно-технічне забезпечення польотів. Конспект лекцій./ Білякович О.М. - К.: «НАУ-друк», 2009. - 80с.

### **1. Призначення, склад, принцип роботи. Можливі несправності пневматичної системи.**

Пневмопривод — привод, до складу якого входить пневматичний механізм з одним чи більше об'ємними пневмодвигунами, призначений для передавання, керування та розподілу енергії робочим газом під тиском. Пневмоприводи призначені для приведення в дію машин і механізмів за допомогою стисненого газу, роль якого зазвичай виконує повітря під тиском.

У залежності від характеру руху вихідної ланки пневмодвигуна (валу чи штока), і відповідно, характеру руху робочого органу пневмопривод може бути обертальної, поворотної або лінійної зворотно-поступальної дії.

Пневмопривод використовується у верстатах, гальмівних системах, пневмороботах, пневматичному інструменті тощо.

Одним з перших винахідників П. був Ктесібій (бл. 2—1 ст. до н. е.) — давньогрецький механік і винахідник з Александрії. Він сконструював аеротон — військову машину, в якій як пружне тіло використовується стиснене повітря.

Герон Александрійський (бл. 10-70 рр.) написав відомий трактат «Пневматика». Тут, зокрема, розглянуто низку гідропневматичних пристроїв.

Пневмоприводи обертальної дії

До цієї групи входять пневмоприводи, що як двигун використовують пневмодвигуни з обертальним рухом вихідного вала — пневмомотори.

Практичне застосування знайшли пластинчасті, шестеренні та поршневі пневмомотори.

Пневмоприводи поворотної дії

Пневмодвигун поворотної дії

У цих приводах використовуються поворотні пневмодвигуни із зворотно-обертальним рухом вихідної ланки — поворотного вала, що має обмежений кут повороту. У залежності від конструкції ці пневмодвигуни можуть бути шибєрними або поршневими, плунжерними, мембранними у поєднанні з різними передачами (важільними, зубчасто-рейковими тощо).

Пневмоприводи лінійної зворотно-поступальної дії

Сюди відносяться приводи що базуються на поршневих та плунжерних пневмоциліндрах, мембранних та сильфонних камерах з прямолінійним зворотно-поступальним рухом вихідного штока. Вони можуть бути одно- та двосторонньої дії, дво- та багатопозиційними, одноступеневими і телескопічними.

У пневмоприводах односторонньої дії рухомий елемент (поршень, плунжер, опорний диск мембрани) переміщується під дією тиску повітря тільки в одному напрямку. Зворотний хід виконується за рахунок дії пружини, сили тяжіння чи за допомогою іншого приводу. В приводах двосторонньої дії рухомий елемент переміщується тиском повітря як в прямому, так і в зворотному напрямках.

Переваги пневмоприводу

Принципова схема пневмоприводу з трьома пневмоциліндрами

на відміну від гідроприводу — відсутність необхідності повертати робоче тіло (повітря) назад до компресора;

менша вага робочого тіла в порівнянні з гідроприводом і менша вага виконавчих пристроїв у порівнянні з електричними;

простота конструкцій і висока надійність, а також простота обслуговування;

можливість спростити систему за рахунок використання як джерело енергії балона із стислим газом, є системи, де тиск в балоні досягає 500 МПа;

простота і економічність, обумовлені дешевизною робочого газу;

висока швидкість спрацьовування і великі частоти обертання пневмомоторів (до декількох десятків тисяч обертів за хвилину);

пожежобезпечність і нейтральність робочого середовища, що забезпечує можливість застосування пневмоприводу в шахтах і на хімічних виробництвах;

порівняно з гідроприводом — здатність передавати пневматичну енергію на великі відстані (до декількох кілометрів), що дає змогу використовувати пневмопривод як магістральний у шахтах і на копальнях;

на відміну від гідроприводу, пневмопривод менш чутливий до зміни температури довкілля внаслідок меншої залежності ККД від витоків робочого середовища (робочого газу), тому зміна зазорів між деталями пневмообладнання і в'язкість робочого середовища істотно не впливають на робочі параметри пневмоприводу; це робить пневмопривод зручним для використання в гарячих цехах металургійних підприємств.

### Недоліки пневмоприводу

нагрівання і охолодження робочого газу в процесі стискування в компресорах і розширення в пневмомоторах; ця вада обумовлена законами термодинаміки, і призводить до таких проблем:

- обмерзання пневмосистем;
- конденсація водяної пари з робочого газу, і у зв'язку з цим необхідність його осушення;

висока вартість пневматичної енергії в порівнянні з електричною (приблизно у 3-4 рази), що важливо, наприклад, при використанні пневмоприводу в шахтах;

нижчий ККД, ніж у гідроприводу;

низькі точність спрацювання і плавність ходу, складність забезпечення заданого закону руху вихідної ланки пневмодвигуна;

погані умови змащування поверхонь тертя рухомих елементів пневматичних пристроїв та потреба захисту від корозії;

можливість вибухового розриву трубопроводів і виробничого травматизму, через що в промисловому пневмоприводі застосовуються невеликі тиски робочого газу (звичайний тиск в пневмосистемах не перевищує 1 МПа, хоча відомі пневмосистеми з робочим тиском до 7 МПа — наприклад, на атомних електростанціях), і, як наслідок, зусилля на робочих органах значно менші порівняно з гідроприводом). Там, де такої проблеми немає (на ракетах і літаках) або розміри систем невеликі, тиски можуть досягати 20 МПа і навіть вище.

Пневматична схема - це графічний конструкторський документ, що складається з умовних графічних зображень та

Принципова схема пневматичного приводу з приводом від компресорної установки

позначень пневматичних складових частин виробу і зв'язків між ними. На схемі визначається призначення кожного з елементів, їх взаємодію та загальний принцип роботи, що дає повне уявлення про склад і функціонування. Пневматична схема є одним з видів схем виробів і позначаються у шифрі основного напису літерою «П».

Пневматичні схеми в залежності від їх основного призначення поділяються на такі типи:

#### Структурні пневматичні схеми

На структурній схемі елементи і пристрої зображують у вигляді прямокутників, усередині яких вписують найменування відповідної функціональної частини. Всі елементи зв'язані між собою лініями взаємозв'язку (суцільні основні лінії), на яких прийнято вказувати напрям потоків робочого середовища за ГОСТ 2.721-68 Графічна побудова схеми повинна давати якомога наочніше уявлення про послідовність взаємодії функціональних частин у виробі.

При великій кількості функціональних частин допускається замість найменувань, типів і позначень проставляти порядкові номери справа від зображення або над ним, як правило, зверху вниз в напрямку зліва направо. В

цьому випадку найменування, типи і позначення вказують у таблиці, що поміщається на полі схеми. Цей вид схем позначаються у шифрі основного напису символами П1.

#### Принципові пневматичні схеми

На принциповій схемі зображують всі пневматичні елементи або пристрої необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих пневматичних процесів, і всі пневматичні зв'язки між ними.

для Пневмоакумуляторів, кондиціонерів, баків та інших елементів мереж за ГОСТ 2.780-68;

для апаратури керування за ГОСТ 2.781-96;

для насосів та двигунів за ГОСТ 2.782-96;

для пневмокомунікацій за ГОСТ 2.784-96.

Кожен елемент повинен мати позиційне позначення, яке складається з літерного позначення і порядкового номера. Літерне позначення повинно бути скороченим найменуванням елемента, складене з його початкових або характерних букв, наприклад: клапан — К, дросель — ДР. Порядкові номери елементів (пристроїв) слід присвоювати, починаючи з одиниці, в межах групи елементів (пристроїв), яким на схемі присвоєно однакову літерну позиційну позначку, наприклад, Р1, Р2, Р3 і т.д., К1, К2, К3 і т.д.

Літерні позиційні позначки основних елементів:

Пристрій — А

Пневмоакумулятор — АК

Апарат теплообмінний — АТ

Гідробак — Б

Вологовіддільник — ВД

Вентиль — ВН

Гідровитискувач — ВТ

Пневмоглушник — Г

Пневмодвигун поворотний — Д

Подільник потоку — ДП

Пневмодрозель — ДР

Пневмозамок — ЗМ

Пневмоклапан — К

Пневмоклапан витримки часу — КВ

Пневмоклапан тиску — КД

Пневмоклапан зворотний — КО

Пневмоклапан запобіжний — КП

Пневмоклапан редукційний — КР

Компресор — КМ

Пневмомотор — М

Манометр — МН

Гідродинамічна передача — МП

Маслорозпилювач — МР

Олив'ярка — МС  
 Гідродинамічна муфта — МФ  
 Насос — Н  
 Насос аксіально-поршневий — НА  
 Насос-мотор — НМ  
 Насос пластинчастий — НП  
 Насос радіально-поршневий — НР  
 Пневмогідроперетворювач — ПГ  
 Гідроперетворювач — ПР  
 Гідророзподільник — Р  
 Реле тиску — РД  
 Пневмоапарат золотниковий — РЗ  
 Пневмоапарат клапанний — РК  
 Регулятор потоку — РП  
 Ресивер — РС  
 Сепаратор — С  
 Суматор потоків — СП  
 Термометр — Т  
 Гідродинамічний трансформатор — ТР  
 Пристрій випуску повітря — УВ  
 Гідропідсилювач — УС  
 Фільтр — Ф  
 Пневмоциліндр — Ц

На принциповій схемі повинні бути однозначно визначені всі елементи, що входять до складу виробу і зображені на схемі.

Дані про елементи повинні бути занесені в перелік елементів. При цьому зв'язок переліку з умовними графічними позначками елементів повинна здійснюватися через позиційні позначки. Перелік елементів розміщують на першому аркуші схеми або виконують у вигляді самостійного документа.

Ці схеми позначаються у шифрі основного напису символами ПЗ.

Схеми з'єднань

На схемах з'єднань крім всіх пневматичних елементів показують також трубопроводи та елементи з'єднань трубопроводів. При цьому з'єднання трубопроводів показують у вигляді спрощених зовнішніх обрисів, а самі трубопроводи — суцільними основними лініями.

Розташування графічних позначок елементів і пристроїв на схемі повинно приблизно відповідати дійсному розміщенню елементів і пристроїв у виробі. Допускається на схемі не відображати розташування елементів і пристроїв у виробі, якщо схему виконують на декількох аркушах або розміщення елементів і пристроїв на місці експлуатації невідоме.

На схемі біля графічних позначок елементів і пристроїв вказують позиційні позначки, присвоєні їм на принциповій схемі. Біля або всередині графічного позначення пристрою і близько графічного позначення елемента допускається вказувати його найменування та тип і (або) позначення документа, на підставі

якого пристрій застосовано, номінальні значення основних параметрів (тиск, подача, витрата і т.п.).

Ці схеми позначаються у шифрі основного напису символами П4.