

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

## **ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни  
«Електрообладнання автомобілів та спецмашин»  
вибіркових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
**Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів**

**за темою - Прилади вимірювання тиску**

**Харків 2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 29.08.2022 № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 22.08.22 №1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією Науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 30.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки протокол від 10.08.2022 № 1.

**Розробники:** викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Панченко В. І.

**Рецензенти:**

1. завідувач кафедри транспортних технологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, д-р техн. наук, професор М. М. Мороз
2. старший викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання КЛК ХНУВС, спеціаліст вищої категорії, кандидат технічних наук Волканін Є.Є.

### **План лекції:**

1. Вимірювачі тиску (манометри).
2. Електротепловий імпульсний вимірювач тиску.
3. Приймачі магнітоелектричних вимірювачів тиску з реостатним датчиком.

### **Рекомендована література:**

#### **Основна:**

1. Сажко В.А., Електрообладнання автомобілів та тракторів- «Українська книга», Київ «Каравела» 2009 - 402с.
2. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. - К.: Арістей, 2004. - 476 с.
3. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. - Львів: Львівська політехніка, 2004. - 168 с.
4. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. Трактори і автомобілі. - К.: Урожай, 2002. -322 с.
5. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів. - К.: Каравела, 2004. - 304 с.
6. Сажко В.А. Акумуляторні батареї. - К.: Іван Федоров, 1998. - 118 с.

#### **Допоміжна:**

7. Сажко В.А. Методичні вказівки до лабораторної роботи "Дослідження безконтактних систем запалення автомобільних двигунів". -К.: МПП, 1991.-16 с.
8. Сажко В.А., Січко О.Є., Клименко Ю.М., Савін Ю.Х., Волков О.Ф. Діагностування мікропроцесорних систем запалювання автомобілів «Екосіа» за допомогою приладу УАС-5051. – К.: НТУ, 2005. – 36 с.
9. Акімов С.В., Здановський А.А., Корець А.М. Довідник із електрообладнання автомобілів. - М: Машинобудування, 1994. - 544 с.
10. Акімов А.В., Акімов С.В., Лайкін Л.П. Генератори зарубіжних автомобілів. – К.: За кермом, 1997. – 80 с.
11. Данов Б.А. Електроустаткування систем управління іноземних автомобілів. - М: Гаряча лінія; Телеком, 2004. – 224 с.
12. Передньопривідні автомобілі ВАЗ/В. А. Вершигора, А. П. Ігнатов, К. В. Новокшенов. - М.: ДТСААФ, 1989. - 336 с.
13. Опарін І.М., Глезер Г.М., Белов Є.А. Електронні системи запалювання. -М: Машинобудування, 1987. - 198 с.
14. Росс Твег. Системи запалювання легкових автомобілів. - М: За кермом, 1997.-96 с.
15. Росс Твег. Системи упорскування бензину. - М: За кермом, 1997. - 144 с.
16. Соснін Д.А. Автотроніки. Електрообладнання та системи бортової автоматики сучасних легкових автомобілів. - М: Солон-Р, 2005.-272 с.
17. Родічев В.А. Родічева Г.І. Трактори та автомобілі. - М: Колос, 1998.-336 з.
18. Чижов Ю.П., Акімов А.В. Електроустаткування автомобілів. - М: За кермом,

1999.-386 с.

19. Юп В.Є. Електроустаткування автомобілів. -М: Транспорт, 1995. -304 с.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

20. Офіційний сайт Державної Авіаційної Служби України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avia.gov.ua/>

21. Офіційний сайт аеропорту «Бориспіль »[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kbp.aero/>

22. Офіційний сайт журналу «Крылья»[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wing.com.ua/>

### **Текст лекції**

#### **1.Вимірювачі тиску (манометри).**

Тиск контролюють вимірювачами (манометрами) і сигналізаторами аварійного тиску. Вимірювачі тиску (манометри), встановлені на автомобілях та тракторах, за призначенням поділяють на вимірювачі тиску масла та повітря. Вимірювачі тиску застосовують для вимірювання: тиску масла в системі змащування двигуна та в гідромеханічній передачі; тиску повітря в балонах і гальмових камерах гальмової системи з пневматичним приводом, в централізованій системі підкачування повітря, в системі відкривання дверей автобуса тощо.

За конструкцією вимірювачі тиску поділяють на прилади безпосередньої дії та електричні.

Прилади безпосередньої дії - це манометри, що мають чутливий елемент і приймач у вигляді суміщеного вузла на панелі приладів перед водієм, а контрольоване середовище під тиском надходить до чутливого елемента по трубопроводу.

Нині для вимірювання тиску в автомобільних приладах застосовують такі типи чутливих елементів: трубчасту пружину, пружну мембрану з протидійною пружиною. У більшості вимірювачів тиску (манометрах) безпосередньої дії використано трубчасту пружину, а в манометрах електричної дії і в багатьох сигналізаторах - пружну мембрану (мембрану з пружиною застосовують лише у деяких сигналізаторах).

Трубчаста пружина, маючи високу чутливість і забезпечуючи, зазвичай, високу точність показів, погано витримує надмірний тиск і має невелику вібробостійкість; її застосовують для контролю тиску в пневматичній гальмівній системі чи в системі централізованого вимірювання тиску в шинах, де перевантаження не перевищує 25% верхньої межі вимірювань.

Аби чутливий елемент датчика можна було використати в системі, де тиск має велику пульсацію чи можливі перевантаження, які досягають 50% верхньої межі вимірювань, а також діють значні механічні вібрації (наприклад, на двигуні), потрібно застосовувати пружну мембрану.

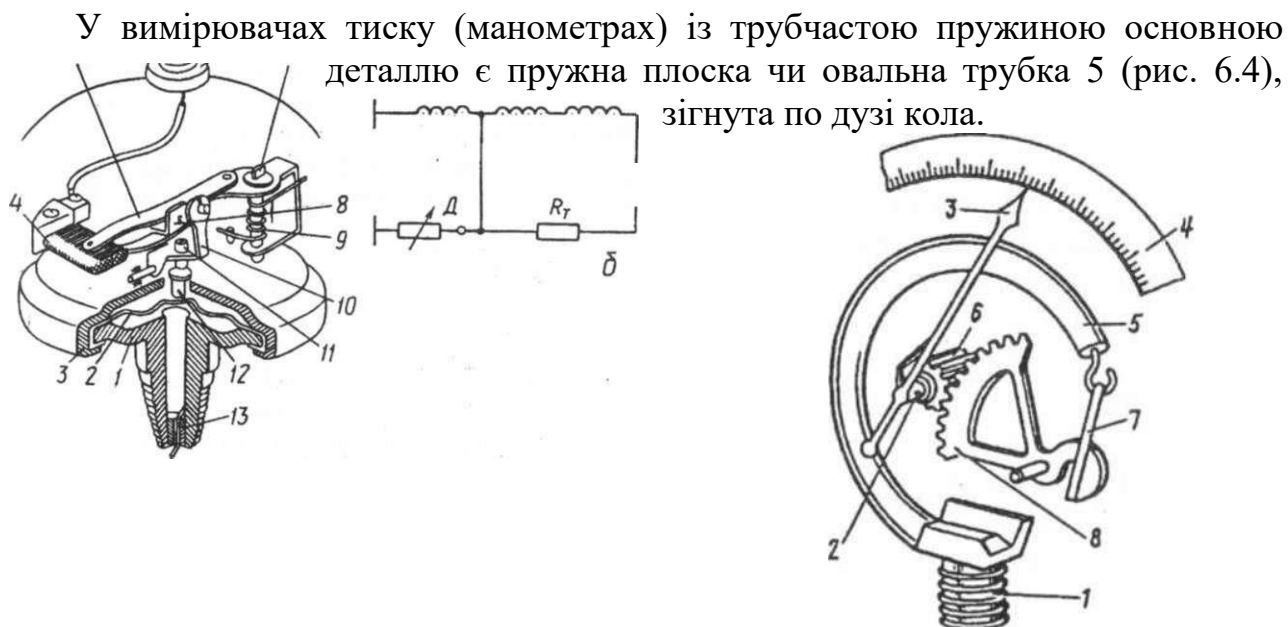


Рис. 6.4. Манометр із трубчатою пружиною

Один кінець трубки впаяно в штуцер 1, крізь отвір у якому рідина або повітря з контрольованої системи надходить до трубчастої пружини, а другий кінець з'єднано з тягою 7, яка через зубчастий сектор 8 і передатний механізм 6, що обертається навколо осі 2, надає руху стрілці 3. Під тиском усередині трубки вона розширюється. Внаслідок цього кривизна дуги, по якій зігнута трубчаста пружина, зменшується, а трубка розгинається, і її вільний кінець переміщується, пересуваючи зв'язану з ним стрілку, яка показує тиск на шкалі 4.

В автомобілях та тракторах застосовують електричні вимірювачі тиску двох типів: електротеплові імпульсні та магнітоелектричні з реостатним датчиком.

## 2. Електротепловий імпульсний вимірювач тиску.

*Електротепловий імпульсний вимірювач тиску* складається з датчика та приймача.

Датчик (рис. 6.5) має корпус 3, додатковий резистор 4 і бронзову мембрану 8, на центральну частину якої опирається виступом пружна пластина 9 з контактом, з'єднаним з «масою». У датчика розміщено П-подібну термобіметалеву пластину 6, електрично ізольовану від «маси». На робоче плече цієї пластини навито обмотку 7, один кінець якої приварено до неї, а другий приєднано до вихідного затискача 5. Коли в штуцері 1 і між основою корпусу 2 та під мембраною тиску немає, контакт пружної пластини та контакт термобіметалевої пластини замкнені. Друге плече термобіметалевої пластини закріплено на пружному тримачі, положення якого в просторі змінюється зі зміною температури.

Рис. 6.5. Датчик та приймач електротеплового манометра

Електротепловий приймач тиску працює за тим самим принципом, що й електротепловий приймач температури, тільки в ньому частота розмикання контактів і, отже, сила ефективного струму, який нагріває термобіметалеву пластину приймача, та відхилення стрілки 10 залежать від прогину бронзової мембрани датчика, тобто від тиску, що його сприймає мембрана.

Як і електротеплові вимірювачі температури, електротеплові вимірювачі тиску масла зараз застосовуються на тракторах та залишилися на автомобілях попередніх випусків.

Логометричний вимірювач тиску містить реостатний датчик і магнітоелектричний приймач (рис. 6.6, а). Реостатний датчик складається з основи 1 із штуцером, на якому закріплено гофровану мембрану 2 за допомогою сталевго ранта 3, що несе на собі реостат 4 із передатним механізмом 10. Мембрана діє на повзунок 5 реостата, повертаючи його навколо осі 7, а пружина 9 протидіє зміщенню повзунка. Щоб пульсації тиску в контрольованій системі не спричиняли коливань повзунка по реостату, в канал штуцера датчика запресовано дюзу 13 із стержнем для прочищення проходу, яка створює великий опір протіканню масла чи повітря, а отже, згладжує вплив різких змін тиску на показники приладу.

Коли в датчик подано масло чи повітря, мембрана під тиском вигинається і через штовхач 12 та площинку 8 зсуває повзунок по реостату. Із зниженням тиску мембрана під дією власної пружності опускається, а поворотна пружина 9 зсуває повзунок і деталі важільної передачі в початковий стан. Регулювальний гвинт 11 здійснює тарування приладу.

Реостат, який електрично ізолювано від «маси», має опір близько 170 Ом. Повзунок, з'єднаний із масою датчика, під час повного ходу в робочому діапазоні тиску змінює вихідний опір датчика від 163 до 20 Ом. Реостат датчика, увімкнений паралельно до однієї з котушок приймача (рис. 5.6, б), через гвинтовий затискач 6 змінює опір залежно від тиску й впливає на силу струмів в обмотках приймача.

Для різних магнітоелектричних вимірювачів тиску реостатні датчики виготовляють із мембранами різної товщини, але з аналогічними деталями передатного механізму та однаковим опором реостатів. Тому всі датчики мають однакові розміри і зовнішній вигляд. Датчики взаємозамінні тільки для вимірювачів із аналогічною межею вимірювань.

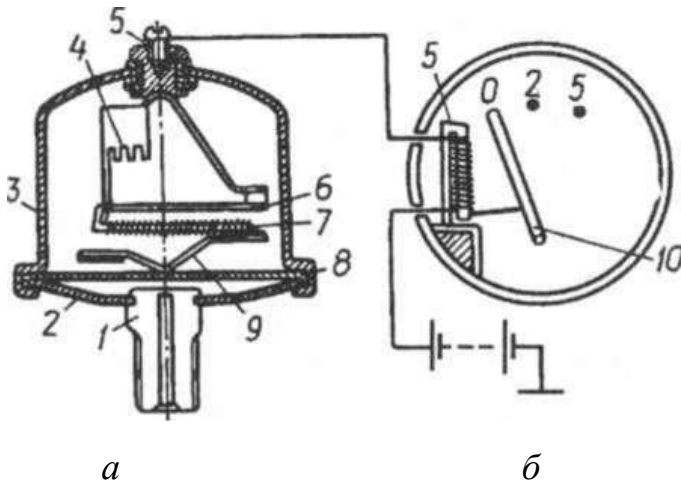


Рис. 6.6. Електричний манометр, а - реостатний датчик тиску; б - електрична схема логометричного показчика

### 3.Приймачі магнітоелектричних вимірювачів тиску з реостатним датчиком.

Приймачі магнітоелектричних вимірювачів тиску з реостатним датчиком - це конструкції, аналогічні приймачам магнітоелектричних показчиків температури, проте їхні котушки мають інші обмоткові дані та схему приєднання елементів, а решта деталей аналогічні.

Механізми магнітоелектричних приймачів тиску для систем електрообладнання на напругу 12 і 24 В однакові, але в них послідовно в коло живлення приймача увімкнено додатковий резистор  $R_d$ , який розміщено всередині корпусу приймача.

Економетр застосовують на автомобілях ВАЗ-2108 і АЗЛК-2141, ЗАЗ-1102 та ін. Він має таку саму будову, що й показчик тиску з трубчастою пружиною (див. рис. 6.4) для вимірювання тиску в межах 0,1-0,8 бар. Під цим тиском трубчаста пружина згинається внаслідок дії атмосферного тиску й надає руху стрілці економетра. Економетр шлангом з'єднано із впускним трубопроводом двигуна за дросельною заслінкою. На автомобілі АЗЛК-2141 економетр увімкнено в трійник шланга гідравлічної гальмової системи.

Економетр дозволяє шляхом вибору передачі і частоти обертання колінчастого вала двигуна визначити найекономішій режим руху автомобіля за межами міста (з економією 20-25% пального). Коли частота обертання колінчастого вала двигуна максимальна, а навантаження мале (дросельну заслінку прикрито), то тиск у впускному трубопроводі мінімальний, а стрілка економетра перебуває у лівій частині шкали. Це означає, що двигун працює з підвищеною витратою пального. Коли швидкість руху мала, а навантаження велике (дросельну заслінку відкрито), тиск впускання зростає, й стрілка економетра переміщується до правої частини шкали (це означає, що потрібно переключити передачу з прямої на нижчу). Щоб усунути коливання стрілки економетра внаслідок коливань тиску у впускному трубопроводі і у входній трубці економетра, потрібно поставити фільтр (із площею прохідного перерізу 0,1-0,3 мм<sup>2</sup>), який згладжуватиме пульсацію тиску.

Сигналізатори аварійного тиску використовують, щоб попередити водія про загрозу аварії двигуна внаслідок зниження тиску масла за припустимі межі. Крім них, на автомобілях та тракторах можна застосовувати сигналізатори аварійного (мінімального) тиску повітря у пневмосистемі гальм, у вакуумній системі відчинення дверей та ін. Основним елементом сигналізатора є встановлений у контрольоване середовище датчик, який містить чутливий елемент, що в аварійних ситуаціях замикає електричні контакти, увімкнені в коло сигнальної лампи на панелі приладів. В автотракторному сигналізаторі аварійного тиску як чутливий елемент застосовано мембрану або таровану пружину.

Мембранний датчик сигналізатора ММ100 (рис. 6.7, а) містить нерухомий контакт 5, поставлений на пластині, яку з'єднано з виводом 7 (вивід і пластину з контактом ізолювано від корпусу). Рухомий контакт 6 поставлено на важелі 4, які через штовхач зв'язані з мембраною 3. Мембрану закріплено в основі 2. Отвір у штуцері 1, різьба на якому призначена для прикріплення датчика, сполучає простір під мембраною з контрольованим середовищем. Зверху конструкцію закриває кожух 9.

У робочому стані під дією тиску контрольованого середовища вигнута мембрана забезпечує розімкнений стан контактів 5 і 6. Зниження тиску до значень, менших за нормальні, спричинює зменшення вигину мембрани і замикання контактів, які вмикають коло сигнальної лампи. Опора 8 забезпечує можливість регулювання тисків розмикання.

Мембранні датчики ММ 101, ММ 102, ММ 106, ММ 111 мають таку саму конструкцію, як і ММ100, але інші габаритні розміри та тиск розмикання.

Датчик із тарованою пружиною ММ 120 (датчики ММ124-Б, ММ111-А, ММ111Б- його модифікації) має істотні конструктивні розбіжності порівняно з мембранним (рис. 6.7, б). Коли в контрольованому середовищі немає тиску або, коли він має значення, менше за нормальне, тарована пружина 5 притискує рухомий контакт 1 до нерухомого 7, який разом із діафрагмою 8 із тонкої поліефірної плівки затиснуто між ізолятором 4 і корпусом 9. Рухомий контакт 1 ізолювано від корпусу і через пружину з'єднано зі штекерним (або гвинтовим) виводом 2 датчика. Порожнину над діафрагмою з атмосферою сполучає фільтр 3. Коли тиск у контрольованій системі перебуває у межах норми, вигнута мембрана рухає штовхач 6 разом із рухомим контактом угору, стискаючи таровану пружину. В аварійних випадках контакти під дією пружини замикаються і засвічується лампочка сигналізатора на панелі приладів. Датчики з тарованою пружиною мають менші габаритні розміри порівняно з мембранними датчиками і вищу стабільність та надійність роботи.

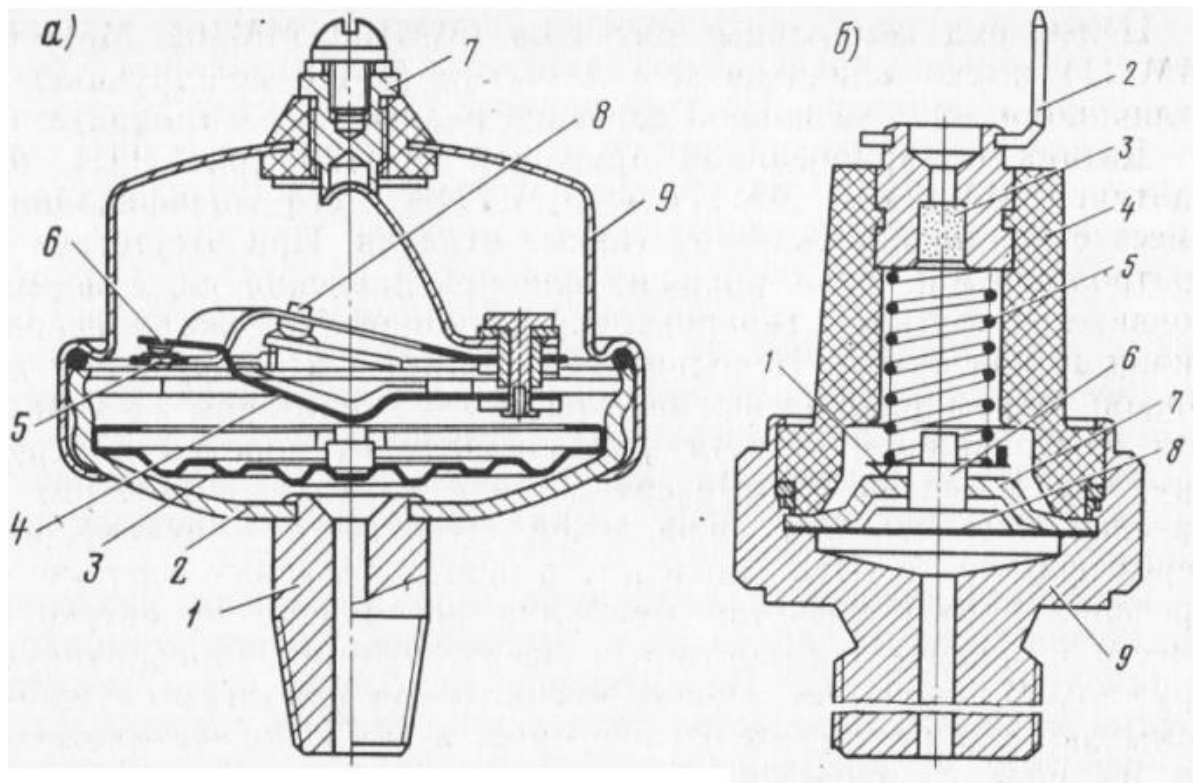


Рис. 6.7. Датчики сигналізаторів аварійного тиску: а - ММ-100; б - ММ-120

Технічні характеристики датчиків електричних вимірювачів і сигналізаторів тиску наведено в табл. 6.3, а манометрів безпосередньої дії - в табл. 6.4.

**Таблиця 6.3** Датчики тиску

Тип датчика	Максимальний тиск, бар	Тиск зами- кання контактів, МПа, бар	Чутливий елемент	Модель (марка) автомобіля, автобуса чи трактора
ММ 9*	0,5(5)		Термобіметал	Усіх марок тракторів
ММ 100*	Розрідж 0,3	0,2..0,55	Мембрана	ПАЗ
М 111-В	5	0,4...0,8		Усіх марок
ММ 111-Д	5	0,4...0,8	$a_{ш}$	ЗАЗ, КамАЗ, КрАЗ, МАЗ
ММ 120-Д*	7	0,2...0,6	— " —	ВАЗ
ММ 370	10		Реостат	КамАЗ, МАЗ, «Урал»
ММ 393-А*	8			ВАЗ-2106, -2121 і модифікації

\* Працюють за номінальною напругою 12 В.

Таблиця 6.4. Манометри тиску

Тип ма- нометра	Межа показів, бар	Чутливий елемент	Застосування	Модель (марка) автомобіля чи трактора
МД 216	10	Трубчаста пружина	Гальмова система з пневматичним приводом	КрАЗ і колісні трактори
МД 223-Б	6	Те саме	Система централізованого підкачування шин	ЗІЛ-131 і модифікації
МД 230	6	Мембрана	Змащувальна система двигуна	ЗіЛ-130,-131
11.3830	10	Трубчаста пружина; двострілковий	Гальмова система з пневматичним приводом	Вантажні автомобілі
12.3830	10	Трубчаста пружина	Змащувальна система двигуна	ЗІЛ-ІЗЗВЯ, - 133ГЯ
13.3830	10	Те саме	Гальмова система з пневматичним приводом	Те саме