

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

**«ДІАГНОСТУВАННЯ  
ДВИГУНІВ ВНУТРІШЬОГО ЗГОРЯННЯ»**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт  
по курсу «Експлуатація і ремонт машин» для студентів,  
які навчаються за спеціальностями:  
133 «Галузеве машинобудування»,  
131 «Прикладна механіка»

Київ 2016

УДК  
ББК 39.311–06–5  
Л47

Укладачі: В.І.Лесько, доцент  
Є.О.Міщук, к.т.н., доцент

Рецензент: А.Т. Свідерський, канд. техн. наук, професор.

Відповідальний за випуск І.І. Назаренко, доктор техн. наук, професор.

Затверджено на засіданні кафедри машин і обладнання технологічних процесів 30.05.2016 року, протокол № 17.

Видається в авторській редакції.

Л47      Діагностування двигунів внутрішнього згоряння: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. /Укл.:  
В.І. Лесько, Є.О. Міщук. – К.: КНУБА, 2016. - с.

Містить послідовність виконання лабораторних робіт по діагностуванню двигунів внутрішнього згоряння та вимоги до їх оформлення.

Призначено для студентів спеціальності, 133 «Галузеве машинобудування», 131 «Прикладна механіка».

## Зміст

Загальні положення	5
<b>Лабораторна робота №1</b>	7
1.1 Параметри технічного стану основного двигуна Д-65Н	7
1.2 Оцінка технічного стану непрацюючого двигуна	7
1.3 Оцінка технічного стану працюючого двигуна	8
<b>Лабораторна робота №2</b>	18
2.1 Основні поняття та визначення	18
2.1.1 Бортові діагностичні системи	19
2.1.2 Характеристика кодів помилок в OBD-II	20
2.1.3 Основи передачі інформації	21
2.1.4 Діагностичні пристрої	23
2.2 Призначення і принцип роботи пристрою ІМД-Ц	26
2.3 Вимірювання частоти обертання колінчастого вала дизеля з допомогою пристрою ІМД-Ц	29
2.4 Оцінка ефективної потужності двигуна	29
2.5 Вимірювання прискорення розгону двигуна при частоті обертання, яка відповідає максимальному крутному моменту	32
2.6 Вимірювання прискорення вибігу в області номінальної частоти обертання	32
2.7 Оцінка рівномірності роботи циліндрів	33
2.8 Вимірювання постійного напруження електрообладнання БДМ	33
<b>Лабораторна робота №3</b>	34
3.1 Параметри технічного стану	34
3.2 Діагностика системи подачі і очищення повітря	36
3.3 Діагностика системи мащення	38
3.3.1 Оцінка технічного стану системи мащення при працюючому двигуні	38
3.3.2 Визначення маси осаду в роторі відцентрового оливоочисника і якості моторної оливи	38
3.4 Вимірювання тиску оливи в головній оливній магістралі системи мащення двигунів СМД	39
3.5 Визначення маси осаду в роторі відцентрового оливоочисника і якість моторної оливи	40
3.6 Перевірка герметичності системи охолодження	42
3.7 Перевірка загального стану системи охолодження при працюючому двигуні	43
3.8 Перевірка стану клапана термостата	44
3.9 Перевірка натягу пасів вентилятора, генератора і компресора	44
3.10 Порядок операцій при перевірці натягу пасів	45
3.11 Діагностування системи подачі палива низького тиску	46
3.12 Контроль і технічне обслуговування паливної апаратури високого тиску	57
3.13 Перевірка форсунок елементів системи паливоподачі низького тиску	60
3.14 Перевірка початку подачі палива	62
3.15 Перевірка технічного стану форсунок без їх зняття	63
3.16 Промивка форсунок і перевірка їх технічного стану з а допомогою пристрою КІ-562	65
3.17 Технологія діагностування прецизійних пар паливного насоса	66
<b>Лабораторна робота №4</b>	79
4.1 Параметри технічного стану	79
4.1.1 Циліндро-поршнева група (ЦПГ)	79
4.1.2 Кривошипно-шатунний механізм	80
4.1.3 Газорозподільний механізм (ГРМ)	80
4.2. Оцінка зношеності ЦПГ по компресії в кінці такту стиснення	81

4.3. Діагностування циліндро-поршневої групи по витраті оливи на угар	82
4.4. Діагностування циліндро-поршневої групи за допомогою індикатора КІ-4887-ІІ ГОСНІТІ	82
4.5. Визначення залишкового ресурсу ЦППГ двигуна	83
4.6. Оцінка технічного стану ЦППГ карбюраторного двигуна за допомогою пристрою К-69М	84
4.7. Визначення стану циліндро-поршневої групи по кількості газів, що прорвались в картер	87
4.8. Будова і призначення компресорно-вакуумної установки КІ-4942	90
4.9. Діагностування кривошипно-шатунного механізму (КШМ) по суб'єктивним ознакам	90
4.10. Діагностування технічного стану сполучень за допомогою пристрою КІ-11140М	91
4.11. Визначення сумарних зазорів в кривошипно-шатунному механізмі двигуна	92
4.12. Визначення залишкового ресурсу двигуна	95
4.13. Визначення величини зазорів в клапанах і перевірка їх нещільності	95
4.14. Перевірка величини зазорів в механізмі газорозподілу	96
4.15. Регулювання клапанів декомпресійного механізму і прямолінійності штанг клапанного механізму	97
4.16. Перевірка нещільності клапанів	98
4.17. Порядок операцій при перевірці нещільності клапанів	99
4.18. Перевірка фаз газорозподілу	102
<b>Лабораторна робота № 5</b>	109
5.1. Параметри технічного стану	109
5.2. Діагностика і технічне обслуговування пускових двигунів	110
5.3. Перевірка і регулювання редуктора	112
5.4. Перевірка працездатності пускового двигуна в цілому	112
5.5. Перевірка технічного стану системи запалювання	113
5.6. Перевірка технічного стану системи живлення	114
Додаток 1	118
Література	127

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Загальна мета вивчення дисципліни «Експлуатація і ремонт машин» полягає в тому в тому, щоб дати студенту необхідні теоретичні знання та практичні вміння в галузі досліджень і технічної експлуатації будівельних машин і механізмів та навчити його керувати технічним станом машин із застосуванням сучасних засобів технічного діагностування, керуючись принципами мінімізації експлуатаційних затрат.

З цього випливають основні задачі курсу.

**Перша основна задача курсу** – навчити майбутнього спеціаліста ув'язувати розробки теорії надійності з різними завданнями, виникаючими при експлуатації машин.

Це завдання містить в собі уміння розкрити закономірність зміни технічного стану машини та втрати працездатності в процесі експлуатації, у вивченні методів та засобів, спрямованих на підтримку машини в технічно-справному стані.

Фундаментом цього розділу є вивчення характеру закономірностей зношування сполученої пари за часом, фізики процесів відмов, а також теоретичні передумови по керуванню надійності в процесі експлуатації

З точки зору сучасної теорії керування, технічна експлуатація, як і всяка теорія керування, має зворотний зв'язок у вигляді отримання інформації про експериментальну надійність машин, що неможливо без сучасних засобів технічного діагностування машини з існуючою системою планово-попереджувальних ремонтів (ППР) є **другим завданням курсу**.

**Третє завдання курсу** в тому, щоб навчити майбутніх інженерів-механіків технічно грамотно користуватися паливно-мастильними матеріалами. Для цього необхідно глибоко освоїти експериментальні властивості паливно-мастильних матеріалів та їх вплив на довговічність машини в процесі експлуатації.

Іншими словами, завдання курсу – навчити майбутнього фахівця приймати завжди осмислені, технічно грамотні та економічно доцільні рішення з урахуванням комплексних затрат на підтримання машини в технічно-справному стані з найменшими затратами та найменшими забрудненням навколишнього середовища.

Курс “Експлуатації та ремонт машин” є фаховою дисципліною, який завершує формування майбутнього фахівця.

Всі ці задачі вирішують під час читання лекцій, на практичних заняттях та при виконанні лабораторних робіт, при дипломному проектуванні і виробничих практиках. Суттєве значення при цьому має самостійна робота студентів, яка є основною для заочної форми навчання.

Ця дисципліна ґрунтується на загально-наукових, загально-технічних і загально-професійних дисциплінах учбового плану, без твердих знань яких її вивчення неможливо. До цих дисциплін відносяться: вища математика, теоретична механіка, деталі машин, основи створення машин, землерийні маши-

ни, двигуни внутрішнього згорання, будівельні машини, експлуатаційні матеріали, теорія імовірності та математична статистика.

Викладання дисципліни передбачає підготовку майбутніх спеціалістів за фундаментальними, виробничо-технологічними, організаційно управлінськими, проектними та дослідницькими напрямками, а також спеціалістів в області експлуатації і ремонту будівельних машин та обладнання.

Але підготовка висококваліфікованих фахівців неможлива без засвоєння практичних навиків та набуття досвіду використання методів та засобів діагностування будівельних машин, їх систем і механізмів та вміння застосовувати ці знання на практиці в реальних умовах експлуатації машин.

З цією метою авторами розроблені дані методичні вказівки, що включають 5 лабораторних робіт по діагностуванню двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), які поєднуються між собою єдиною метою – вивчити технологію діагностування, засоби, методи та параметри діагностування двигунів, знати будову та принцип дії діагностичних приладів, засвоїти практичні прийоми оцінки технічного стану двигунів в цілому та окремих його систем та механізмів, знаходити оптимальний шлях та виконувати пошук несправностей та причин відмов основних систем і механізмів за допомогою суб'єктивних та інструментальних методів, визначення доцільності ремонту, залишкового ресурсу двигунів а також об'єму робіт по технічному обслуговуванню і ремонту.

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА Д-65Н ЗА СУБ'ЄКТИВНИМИ ОЗНАКАМИ (СИМПТОМАМИ) ТА ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПУСКО- ВИХ ДВИГУНІВ І РЕДУКТОРІВ

### 1.1 Параметри технічного стану основного двигуна Д-65Н

Параметри технічного стану двигуна в цілому, передбачені ГОСТ 23435, приведені в табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Параметри технічного стану двигуна в цілому

Діагностичний параметр	
прямий/структурний	непрямий/функціонально залежний від структурного/
Ефективна потужність двигунів:  - автомобільних по ГОСТ 14846-81 (СТ СЭВ 765-77)  - тракторних по ГОСТ 18509-80	Зміна частоти обертання колінчатого вала при послідовному відключенні з роботи кожного із циліндрів, $c^{-1}/xv^{-1}/$ Характеристики вібрації, шуму або звуку, $m/c^2$ , $m/c$ , дБ  Максимальний крутний момент колінчатого вала, Нм Прискорення частоти обертання колінчатого вала при розгоні без навантаження, $c^{-2}$
Тиск масла в головній оливній магістралі, кПа	
Питома витрата палива кг/Дж (кг/(кВт*г))	
Вміст оксиду вуглецю у відпрацьованих газах по ГОСТ 17.2.2.03-77	
Димність відпрацьованих газів дизеля по ГОСТ 21393-75	

### 1.2 Оцінка технічного стану непрацюючого двигуна

1. Зовнішнім оглядом перевірити комплектність двигуна: наявність кришок бачка радіатора, паливного бака пускового двигуна, оливозаливної горловини, оливомірної лінійки та інших легкоз'ємних деталей.

2. Визначити (візуально) величину зносу привідних пасів, їх загальний стан і оцінити правильність регулювання натяжних пасів.

3. Встановити оглядом герметичність двигуна по наявності слідів течії і прориву газів , герметичність з'єднань і ущільнень піддону і картера двигуна , насоса системи охолодження , фільтрів і патрубків системи живлення , змащення й охолодження , випускного колекторі і вихлопної труби.

4. Перевірити оглядом місця кріплення , надійність з'єднань паливного бака пускового двигуна, карбюратора, магнето, шківів, повітро-і оливоочистників, крильчатки вентилятора та інших деталей механізмів.

5. Перевірити чистоту зовнішніх поверхонь радіаторів системи змащення й охолодження.

6. Оцінити стан контрольно- вимірювальних приладів по положенню їх стрілок і покажчиків при непрацюючому двигуні ( електронні прилади слід перевіряти при відключеному і включеному положеннях).

7. Визначити герметичність системи охолодження, для чого відкрити кришку радіатора і переконатися у відсутності оливних плям на поверхні охолоджуючої рідини.

8. Перевірити рівень оливи в картері основного і пускового двигуна, а також в паливному насосі (підвищення кількості оливи в останньому свідчить про потрапляння в нього палива і необхідності ремонту насоса.

9. Оцінити якість моторної оливи по її кольору , в'язкості та вмісту абразиву. В'язкість оливи оцінюється по швидкості його стікання із щупа (скористайтесь еталонною оливою) . Маслянистість і наявність абразиву в оливі визначається на дотик, шляхом перетирання каплі між пальцями. При цьому слід пам'ятати , що оливи з присадками темнішають швидше, ніж без присадок, і їх слід перевіряти за допомогою фільтрувального паперу, попередньо прогрітого двигуни по способу Хмелева, описаному нижче.

10. Визначити наявність води в моторному оливі. Для цього необхідно відкрити зливну пробку піддона картера і злити в чисту посудину 150...200 мл. оливи. Наявність в ній води більше 5% ( визначається візуально по відношенню висоти шару води до загальної висот води і оливи в посудині) свідчить про розгерметизацію системи охолодження і необхідності негайного усунення несправності та заміні оливи.

11. Оцінити ступінь зношеності циліндро-поршневої групи пускового двигуна по легкості прокручування рукою його шківів (у зношеного двигуна типу ПД- 10 шківів повертається легко, а компресія не відчувається виразно в момент такту стиснення).

12. Перевірити стан механізмів включення муфти зчеплення і редуктора пускового двигуна ( у справного двигуна рукоятки повинні переміщуватись вільно, без ривків і повинно бути виразне відчуття ввімкнення і вимкнення механізмів).

### **1.3 Оцінка технічного стану працюючого двигуна**

1. Підготувати і пустити спочатку пусковий, а потім основний двигун та оцінити їх технічний стан за тривалістю пуску. Якщо пусковий двигун не



вдається запустити з трьох спроб, слід перевіряти стан його систем живлення і запалювання. Двигуни із стартерним пуском повинні запускатися при тій же кількості спроб, але тривалість включення стартера не повинна перевищувати 10 с.

2. Відразу після пуску основного двигуна встановити мінімальну частоту обертання колінчастого вала, виміряти за допомогою вбудованого манометра тиск оливи в головній магістралі і порівняти показання манометра з допустимими (табл.1.2).

Таблиця 1.2 – Допустимі значення тиску оливи в головній змащувальній магістралі двигуна

Марка двигуна	Тиск оливи, МПа			
	при мінімально стійкій частоті обертання		при максимальній частоті обертання	
	допустиме	граничне	допустиме	граничне
ЯМЗ-240Б	0,15	0,05	0,55	0,20
ЯМЗ-238НБ	0,15	0,10	0,55	0,20
Д-130	0,10	0,07	0,27	0,10
А-01М	0,15	0,08	0,40	0,20
А-41	0,15	0,07	0,40	0,20
СМД-14	0,15	0,08	0,30	0,20
Д-65Н	0,10	0,07	0,27	0,10
Д-50	0,15	0,05	0,30	0,15
Д-240	0,10	0,05	0.-25	0,10

3. Підключити пристрій КИ- 5472 до системи змащення непрацюючого двигуна, запустити двигун , прогріти його до номінальної температури (80 ... 90° С) і виміряти тиск в системі при мінімальній та максимальній частотах обертання колінчастого валу. Зафіксувати отримані результати і зіставити з відомими показниками вбудованого манометра.

4. Оцінити технічний стан прогрітого двигуна по кольору вихлопних газів. Якщо вихлоп бездимний, двигун працює нормально ; білий дим свідчить про попадання води в циліндри , а також внаслідок прогорання прокладки, тріщин в циліндрах або інших причин; коричневий або чорний дим з'являється при перевитраті палива (порушення паливоподачі, несправності форсунок або засміченості повітроочисника); світло- або темно-синій колір вказує на несправність форсунок , переохолодження двигуна або на перевитрату оливи (угар оливи, підвищення її рівня, залягання кілець або знос циліндро-поршневої групи).

5. Оцінити знос циліндро-поршневої групи за кількістю оливи, що викидається через сапун . Для цього перед сапуном нового двигуна слід потримати планшет 30...40 с з чистим папером . Повторити цю операцію на двигуні, що перевіряється і спів ставити кількість плям оливи на обох планшетах. Повторити ці операції кілька разів. Сумарна площа масляних плям зношеного

двигуна, як правило, в 2 - 3 рази більше, ніж у нового. Перед виконанням вказаних робіт впевнитись, що сапуни чисті.

6. Перевірити працездатність вбудованих термометрів з допомогою контрольного, поміщаючи його у верхній бачок радіаторів і у отвір оливомірної лінійки та порівняти свідчення вбудованих і контрольного термометрів. Різниця в показаннях повинна знаходитися в мажах 5%.

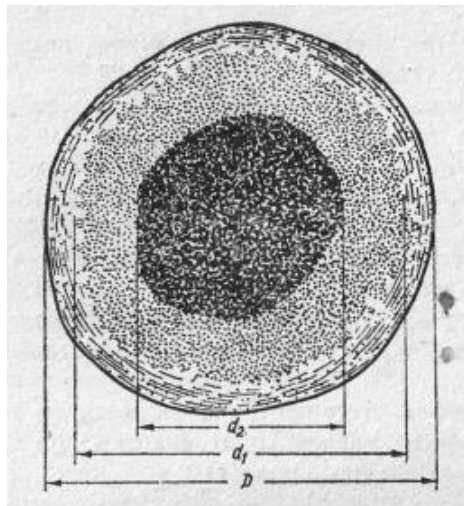


Рис.1.1 – Метод оцінки моторної оливи

7. Оцінити придатність масла за способом Н.К.Пасечнікова і Н.Н.Хмелева. Для цього :

а) взяти планшет ( закріпити в ньому лист фільтрувального паперу і покласти його на прогріту частину двигуна (головку блоку) ;

б) 3-4 рази капнути на папір маслом із щупа і через 10 хв. поміряти діаметри утворених концентричних кілець (рис. 1.1): максимальний зовнішній діаметр -  $D$ , внутрішній діаметр зовнішнього кільця -  $d_1$  і діаметр оливної плями -  $d_2$ . Обчислити середнє значення зазначених діаметрів;

в) за середнім значенням -  $D_{cp}$ ,  $d_{cp1}$  і  $d_{cp2}$  визначити коефіцієнт придатності оливи  $K$  (за наявності присадок) і  $K_1$  (по забрудненості його механічними домішками):

$$K = \frac{D_{cp}}{d_{cp1}}; \quad K_1 = \frac{d_{cp1}}{d_{cp2}}. \quad (1)$$

При  $K \leq 1,3$  і  $K_1 \leq 1,4$  олива придатна для експлуатації;  $K > 1,3$  і  $K_1 > 1,4$  оливу необхідно замінити;  $K > 1,3$  і  $K_1 < 1,4$  можна додати присадки. При світло - жовтому і світло - коричневому кольорах оливи коефіцієнт  $K_1$  визначати не потрібно.

Приблизні зразки крапельних проб малолужних і середньолужних моторних олив дані на рис. 1.2 (оливи класів В,Г,Д по ГОСТ і СС, СD, СЕ, СF-4 по API).

Більш сучасний крапельний метод оцінки моторної оливи, який схожий з методом Н.К.Пасечнікова і Н.Н.Хмелева пропонує німецька фірма MOTORcheckUP Ltd. В комплект експрес-тесту входить: 1) пакувальний конверт; 2) одна або декілька тестових пластин з контрольним талоном; 3) інформаційно-довідковий буклет.

Експрес тест MOTORcheckUP можна використовувати як для бензинових так і для дизельних двигунів. Дія даного експрес-тесту полягає у високо-ефективному і швидкому просторовому розділенню моторної оливи на фракції в об'ємі тестової пластини, яка просякнута високочуттєвим хімічним реактивом. Це дає можливість оцінити стан оливи та склад і кількість домішок, що містяться в ній (сажа, пил, бруд, метали, вода, охолоджувальна рідина).

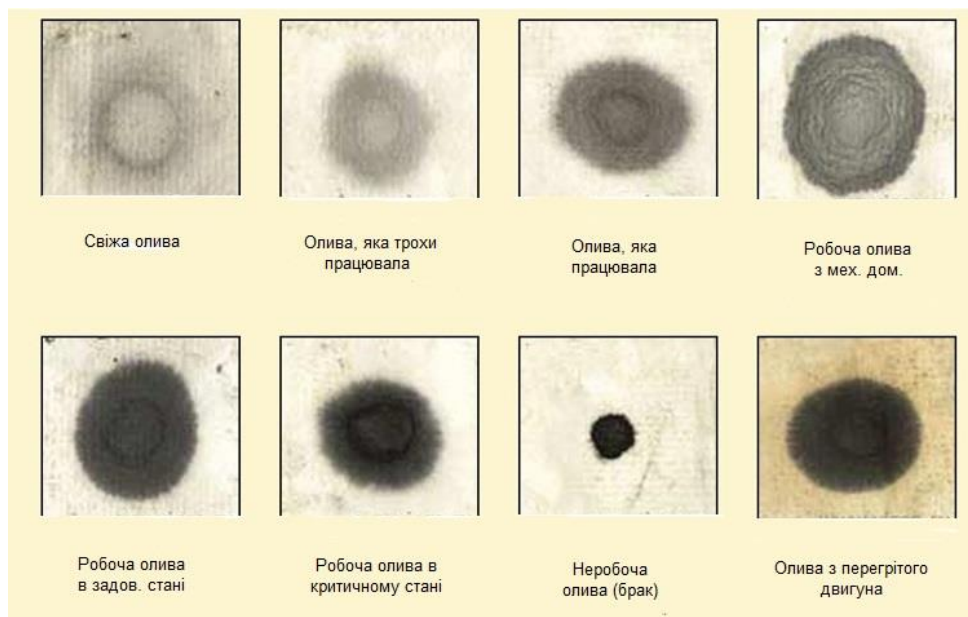


Рис.1.2 – Зразки моторних олив

Поряд застосування експрес-тесту наступний:

1. Застосовувати експрес-тест потрібно при пробігу не менше 1000 км з моменту заміни оливи (при напрацюванні не менше 70 мото-годин для стаціонарних двигунів). Перед застосування необхідно прогріти двигун до робочої температури.

2. Видалити захисний листок з поверхні тестової пластини.

3. Тримавши тестову пластину горизонтально або на горизонтальній поверхні, нанести оливним щупом 1 краплю оливи із картера на центр тестової пластини.


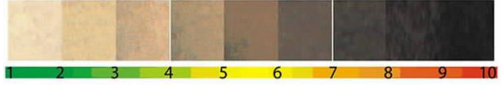

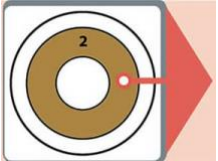


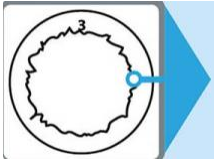

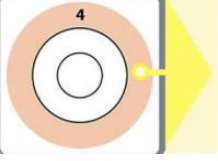
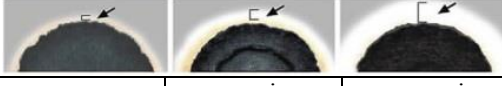
4. Безпечно розмістити тестову пластину в горизонтальному положенні, виключив потрапляння на неї вологи і прямого сонячного проміння.

5. Для експрес-тесту MOTORcheckUP тривалість контрольного інтервалу варіює від 10-15 хв (якщо пробіг з моменту останньої заміни оливи складає 1000...3000 км) до 8-10 годин (якщо пробіг з моменту останньої заміни оливи перевищує 8000...10000 км або заміна оливи проводилась більше року тому назад).

6. Зіставити забарвлення індикаторних плям з еталонними зображеннями, приведеними в порівнювальній таблиці 1.1, для відповідного типу двигуна (бензиновий або дизельний).

Для більш точнішого, розширеного та швидкого аналізу моторної оливи використовуються олиготестери. На сьогодні відома велика кількість різних виробників даних пристрої, ми приведемо деякі розповсюджені моделі.

Таблиця 1.1 – Порівнювальна таблиця для бензинових та дизельних двигунів

№	Опис і значення кіл на тесті		Порівнювальна таблиця для бензинових двигунів	Порівнювальна таблиця для дизельних двигунів
1	Інтенсивність окраски внутрішнього кола залежить від пробігу автомобіля і тривалості використання машинної оливи. Якщо олива вже в значній мірі відпрацьована, то сажею можуть бути покриті кола 2 і 3. Хороший стан оливи і чітка робота двигуна, приблизно до 10 км, утворює чітко окреслене внутрішнє коло в центрі тесту.	сажа 	Шкала № 1. При порівнянні внутрішнього кола із шкалою № 1 встановлюється ступінь вмісту сажі, пилу, металів і т. ін. в оливі.  хороший      середній      поганий	 хороший      середній      поганий
2	У бензинових двигунів, чим старіша олива, тим вона темніша. У дизельних двигунів, від світло-сірого до синьо-чорного. Якщо двигун сильно коптить, то між колом 1 і 2 часто не видно ніякої різниці.	стан 	Шкала № 2. При порівнянні другого кола із шкалою №2 встановлюється якість і стан оливи.  хороший      середній      поганий	 хороший      середній      поганий
3	Якщо в оливі є високий вміст води, то результат проявляється вже через декілька хвилин. Кола 1,2 і 4 також можуть бути перекриті. Якщо в моторній оливі міститься гліколь, поверх зигзагоподібного кола утворюється жовте кільце (Корона).	вода 	Шкала №3. При порівнянні 3-го (зигзагоподібного) кола із шкалою №3 виявляється наявність води в оливі. Якщо на межі 3 і 4 кіл утворюється чіткий зигзагоподібне коло – в оливі міститься конденсат або охолоджувальна вода. При наявності охолоджувальної води проявляється кільце жовтого кольору навколо зигзагоподібного кола, означає, що води в оливі не має.	 не має води      мала кількість води      багато води в оливі      не має води      мала кількість води      багато води в оливі
4	Зовнішнє кільце (паливне коло). Чим ширше зовнішнє кільце, тим більше палива в оливі.	паливо 	Шкала №4. При порівнянні зовнішнього кола (паливне коло) із шкалою №4 потримати тест навпроти світла. Якщо по межі зовнішнього кола є світле, прозоре коло, значить в оливі міститься паливо. Якщо світле коло відсутнє, значить палива в оливі не має	 палива в оливі не має      мала кількість палива      велика кількість палива в оливі      палива в оливі не має      мала кількість палива      велика кількість палива в оливі

Аналізатор оливи BALTECH OA-5000, який випускається німецькою компанією BALTECH GmbH, представлений на рисунку 1.3.

Загальний принцип роботи аналізатора BALTECH OA-5000 полягає в тому, що він вимірює діелектричну постійну досліджуваної оливи і порівнює її з діелектричною постійною нової оливи одної і тої ж марки і класу. Тому перед проведення аналізу потрібно відкалібрувати пристрій по еталонній оливі. Дані калібрування зберігаються в пам'яті пристрою.

**Порядок проведення аналізу:**

1. Налити піпеткою пробу досліджуваної оливи в чутливу камеру.
2. Натиснути кнопку TEST і утримувати її на протязі 10 с. або до тих пір поки не припиниться переміщення сегментів індикатора на екрані дисплея.

Інтерпретація отриманих даних.

Червона і зелена області на дисплеї слугують в якості індикаторів зміни діелектричної постійної оливи. Колір сегментів індикатора вказує на якість оливи. В межах зеленого діапазону олива вважається придатною для використання. Червоний діапазон вказує на те, що потрібно виконати заміну оливи.

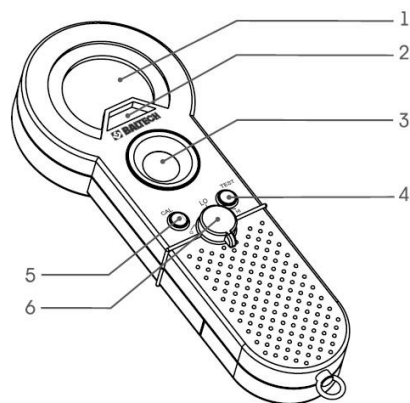


Рис.1.3 – Аналізатор оливи BALTECH OA-5000:

- 1-дисплей з візуальним індикатором; 2 – цифровий дисплей; 3 – камера аналізу; 4 – кнопка тесту; 5 – кнопка калібрування; 6 – перемикач ввім./вимк. і режимів HI/LO

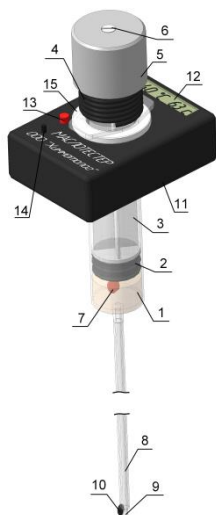


Рис.1.4 – Оливотестер:

- 1-циліндрична ємність; 2 – резиновий поршень; 3- шток; 4 – пружина; 5 – кришка; 6 – шуруп; 7 – поплавок; 8 – зовнішня трубка; 9 – внутрішня трубка; 10 – термопара; 11 – вимірювальний блок; 12 – дисплей; 13 – кнопка включення/виключення; 14 – скидання часу; 15 – шайба; 16 – шомпол; 17 – магніт; 18 – мідний дріт.

**Прояв забруднення в показаннях аналізатора:**

1. Якщо присутня вода або антифриз в оливі, то сегменти індикатора будуть поступово переміщуватись в червону зону діапазону або можливе їх швидке переміщення в дану зону.

2. Присутність металевих частинок також призведе до підвищення показів приладу до екстремальних значень, проте це підвищення буде відбуватись стрибкоподібно по мірі осідання металевих



вих частинок на поверхні датчика.

3. Наявність палива в оливі буде відображатись у вигляді переміщення сегментів індикатора до кінця червоного діапазону.

Оливотестер компанії ООО “Химмотолог”, рис. 1.4.

Даний оливо тестер дозволяє визначати наступні показники стану оливи: 1) в'язкість; 2) густину; 3) корозійну активність; 4) наявність частинок зносу; 5) миючо-диспергуючі властивості; 6) вязкісно-температурні показники; 7) прокачуваність (низькотемпературна в'язкість).

Суть діагностування даним оливо тестером полягає в тому, що в результаті створення вакууму поршнем, що приводиться в рух пружиною, через трубку в циліндричну ємність потрапляє змащувальний матеріал. По часу заповнення ємності при температурі  $40^{\circ}\text{C}$  визначається степінь розрідження працюючого змащувального матеріалу продуктами неповного згоряння палива, по положення поплавка визначають густину оливи, по наявності металічних включень на магніті судять про знос, по кольору мідної скоби – про корозійну активність, по вязкісно-температурному показнику – про наявність палива при нормальних значеннях показників в'язкості і густини.

8. Прослухати за допомогою стетоскопа або автостетоскопа роботу механізмів двигуна у відповідності із схемою (рис.1.5) і даними приведеними в таблиці 1.3.

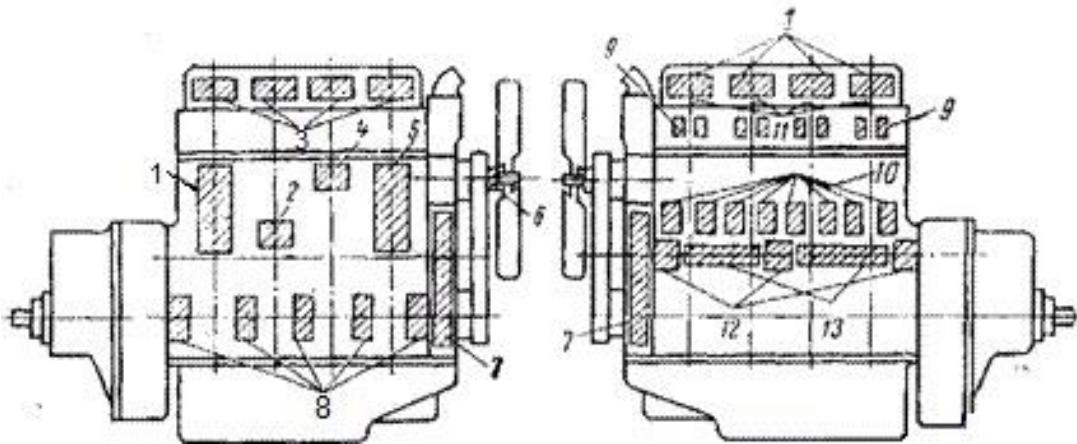
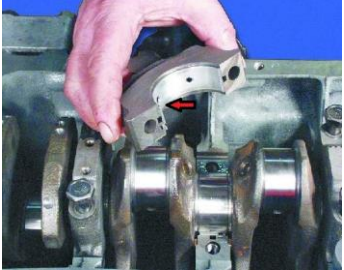









Рис.1.5 – Схема прослуховування двигуна

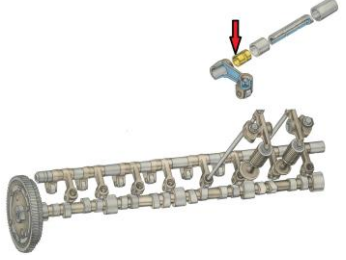



1 – поршень - циліндр; 2 – поршневе кільце-канавка на поршні; 3 – бойок коромисла - стержень клапана; 4 – поршневий палець - втулка шатуна або бобишки поршня; 5 – колінчастий вал – шатунний підшипник; 6 – водяний насос; 7 – розподільні шестерні; 8 – колінчастий вал - корінний підшипник; 9 - стержень клапана-направляюча втулка; 10 – штовхач – втулка штовхача; 11 – клапан-днище поршня; 12 – розподільний вал - підшипник; 13 – кулачок розподільного валу - штовхач.

Таблиця 1.3 – Несправності і зони прослуховування кривошипно-шатунного механізму

Позиція на рис.1	Зона прослуховування	Режим роботи двигуна (частота обертання колінчастого вала двигуна)	Характер стуку	Несправність
5	Навпроти корінних підшипників зі сторони протилежної механізму газорозподілення	Нижче номінальної з різкою зміною її до максимального значення	Глухий, сильний, низького тону, що посилюється в момент різкої зміни частоти обертання колінчастого вала	 Збільшений зазор в корінних підшипниках
4	Навпроти ВМТ шатунного підшипника зі сторони протилежної механізму газорозподілення	Номінальна, із різким зменшенням її, шляхом відключення подачі палива	Глухий, сильний, середнього тону, що гарно прослуховується при різкому відключенні подачі палива	 Збільшений зазор в шатунних підшипниках
3	Зі сторони протилежної механізму газорозподілення, на рівні ВМТ поршневого пальця усіх циліндрів	Понижена, з різким переходом на підвищену	Чіткий металічний, високого тону, що посилюється в момент різкої зміни частоти обертання колінчастого вала й, що закінчується після вимкнення подачі палива в циліндр що перевіряється	 Підвищений зазор в спряженнях втулки верхньої головки шатуна - поршневого пальця
			Те саме, із подвійним стуком	

1-4	З правої сторони двигуна по всій висоті циліндра	При низькій з переходом на номінальну, з періодичним включенням подачі палива в циліндр, що прослуховується	Сильний, глухого тону нагадує іноді тремтячий звук дзвону. Може бути не постійним	 <p>Неприпустимо великий зазор між поршнем і циліндром, згин шатуна, перекиє осі шатунного підшипника або пальця</p>
2	З правої сторони двигуна на рівні мертвої точки ходу поршня всіх циліндрів	Нормальна	Високого тону, слабкий, клацаючий звук, схожий на звук ударів кілець одного об інше	 <p>Великий зазор між кільцями і поршневою канавкою, злом кільця</p>
5	З правої сторони двигуна в зоні корінних опор	При нормальній з періодичним збільшенням до максимальної	Низького тону, середньої сили, нерегулярний, чутний краще в задньому підшипнику, при включенні зчеплення підсилюється	 <p>Неприпустимий осьовий люфт колінчастого вала</p>
6	Зі сторони розподільчого вала, навпроти його опор	На малих або середніх	Середнього тону, слабкий і сильний, досить чіткий	 <p>Знос підшипників розподільчого вала і його опор</p>
7	Вздовж розподільчого вала, у верхній частині картера	На низьких та нормальних	Теж саме, але чутніше у першого підшипника. Слабкий стук високого тону, чіткий і дзвінкий	 <p>Неприпустимий осьовий люфт вала. Несправність</p>



				клапанної пружини, заїдання штовхача у втулці
8	Зі сторони розподільчого вала навпроти відповідних штовхачів	На низьких та нормальних	Слабий глухий стук середнього тону	 <p>Великий зазор між штовхачем і втулкою</p>
9	Головка блока навпроти відповідних клапанів	При періодичному різкому зниженні частоти	Слабий глухий стук середнього тону	Знос шестерень клапана і втулки
10	З обох сторін двигуна під ковпаком клапанного механізму	При малих частотах	Слабий глухий стук середнього тону	 <p>Великий зазор між торцем клапана і бойком коромисла</p>
11	У верхній частині циліндра або голови циліндра	При нормальній частоті	Сильний, середньої висоти звуки	 <p>Тарілка клапана сильно виступає над площиною головки, злом пружини</p>
12	З обох сторін картера розподільних шестерень	При малих і нормальних	Сильний гуркіт, удари	 <p>Великий боковий зазор, злам зубів</p>
			Вій високого тону	Малий боковий зазор, неприпрацьованість шестерень
			Удари, що перемижуються	Знос підшипників в одній площині
			Пульсуючий шум	Ексцентричність посадки, еліпсоїдність шестерень

9. Заглушити двигун і за допомогою стетоскопа і секундоміра визначити тривалість обертання ротора центрифуги після зупинки двигуна. Ротор повинен обертатись не менше 40 с.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2**

### **ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА ПО ІНТЕГРАЛЬНИМ ПАРАМЕТРАМ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДИКАТОРА ПОТУЖНОСТІ ІМД-Ц**

#### **2.1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ**

Серед засобів, які використовують для діагностування БДМ, розрізняють: 1) зовнішні засоби, що під'єднуються до об'єкту діагностування з метою здійснення процесу діагностики; 2) вбудовані засоби, які складають з об'єктом діагностування конструктивне єдине ціле та дають можливість отримувати інформацію про стан об'єкта безперервно.

З іншого боку всі сучасні засоби діагностування умовно діляться на три групи:

1) Бортове діагностичне програмне забезпечення, яке ініціює несправності відповідними кодами. Програмне забезпечення ЕБК містить процедури, які записуються в пам'ять реєстратора кодів несправностей. При виявленні несправності ЕБК вмикає і вимикає у визначені послідовності світловий індикатор на щиті приладів. Світловий сигнал можна розшифрувати за довідковими таблицями кодів несправностей.

2) бортове діагностичне програмне забезпечення, для доступу до якого потрібний спеціальний додатковий діагностичний пристрій. Портативний діагностичний тестер (сканер), який підключається через спеціальний роз'єм, що встановлений на машині, до конкретного ЕБК або до всієї електронної системи. Діагностичні параметри і коди несправностей зчитуються безпосередньо з ЕБК.

3) стаціонарні (стендові) діагностичні системи. Дані діагностичні системи не під'єднуються до бортових ЕБК, тобто є незалежними від бортової діагностичної системи машини (мотор-тестер).

Розглянемо загальні принципи роботи бортових систем діагностики. Так наприклад, під час звичайної експлуатації автомобіля бортовий комп'ютер періодично тестує електричні та електронні системи і їх компоненти. При виявленні несправності контролер комп'ютера переходить в аварійний режим роботи, підставляючи нормативне значення параметра замість того, який дає несправний блок. Таким чином, якщо наприклад, контролер виявить несправність в ланцюгу датчика температури охолоджуючої рідини, програма встановить резервне значення температури, розраховане для роботи двигуна в штатному режимі і буде використовувати це значення при реалізації керую-

чих алгоритмів, з метою забезпечення ефективного функціонування машини. Резервне значення буде записане в пам'ять ЕБК, як аварійне.

Водій інформується про несправність за допомогою контрольної лампи “CHECK ENGINE” (перевірити двигун) або індикатора. Мікропроцесор ЕБК заносить специфічний код несправності в САМ-пам'ять [1].

В свою чергу коди діагностування умовно можна розділити на “повільні” і “швидкі”. “Повільний” код ідентифікується одним із наступних способів:

1) Індикатор на корпусі ЕБК періодично блимає, передаючи інформацію про код несправності;

2) Потрібно з'єднати провідником задані контакти діагностичного роз'єму, і лампа “CHECK ENGINE” починає періодично блимати, передаючи таким чином інформацію про код несправності;

3) потрібно підключити індикатор або аналоговий вольтметр до заданих контактів діагностичного роз'єму і по спалахам індикатора отримати інформацію про код несправності.

Зазвичай “повільні” коди містять дві цифри, значення яких розшифровується за допомогою таблиць несправностей, які входять до складу експлуатаційних документів автомобіля. Видаються коди у вигляді повторюваних послідовних спалахів.

“Повільні” коди прості, надійні та не потребують дорогого обладнання для діагностування, проте вони малоінформативні.

“Швидкі” коди забезпечують вибірку із пам'яті ЕБК великого об'єму інформації через послідовний інтерфейс.

Наявність діагностичного роз'єму дозволяє, не порушуючи цілісності електропроводки автомобіля, отримувати діагностичну інформацію від різних систем автомобіля за допомогою сканера або спеціального мотор-тестера.

### **2.1.1 Бортові діагностичні системи**

Бортова система самодіагностики крім основного призначення для діагностування машини є також засобом направленим на зниження і контроль за вмістом шкідливих складових у вихлопних газах. Для забезпечення законодавчої бази по допустимим нормам викидів токсикогенів в навколишнє середовище в 1988 році був розроблений автомобільний екологічний стандарт OBD-I (Onboard diagnostic-I). Який згодом був удосконалений до стандарту OBD-II. Стандарт OBD-II передбачав більш точне керування двигуном і трансмісією, каталітичним нейтралізатором і т.д. Дані стандарти діяли в США. Аналогічним стандартом який діє в Європі є EOBD. Обмін інформацією між сканером і автомобілем відповідно стандарту OBD-II проводиться згідно міжнародного стандарту ISO 9141 і стандарту SAE J1850. Стандарт SAE J1979 установлює список кодів помилок і рекомендовану практику програмних режимів роботи для сканера.

## 2.1.2 Характеристика кодів помилок в OBD-II

У відповідності із стандартом OBD-II коди помилок алфавітно-цифрові, містять п'ять символів, наприклад P0113. Перший символ вказує на систему в якій відбулась несправність. Другий символ – цифра, що вказує, як визначений код (за допомогою SAE або виробником). Інші три цифри вказують на характер несправності.

В стандарті OBD-II використовують чотири букви для позначення основних електронних систем автомобіля: В- для корпусної електроніки; С – для електроніки шасі, Р – для електронних систем керування силовим агрегатом; U – тип системи не визначений.

Слід додати, що багато комбінацій кодів зарезервовані на майбутнє за SAE.

Другий символ приймає значення 0,1,2,3. Цифра 0 значить, що код помилки введений за допомогою SAE; цифра 1 вказує на те, що код введений виробником; цифри 2 і 3 зарезервовані для майбутнього використання за SAE. Третій символ вказує на підсистему, де виникла несправність (система запалення, подачі палива, ЕБК, трансмісія, тощо).

### **Датчики.**

Для перетворення фізичної величини в іншу (цифровий сигнал тощо), зручну для використання в елементах системи діагностики використовують датчики. В силовому агрегаті датчики використовують для вимірювання температури і тиску більшості текучих середовищ. До всіх рухомих частин автомобіля підключені датчики швидкості та положення (швидкість автомобіля, положення дросельної заслінки, положення колінчастого та розподільчого вала і т.д.). Інші датчики визначають рівень детонації, навантаження двигуна, пропуски запалення, вміст кисню у вихлопних газах.

По принципу дії датчики діляться на електроконтактні, потенціометричні, оптичні, оптоелектронні, електромагнітні, індуктивні, магнітнорезистивні, фото і п'єзоелектричні, датчики на ефектах Холла, Кармана, Зеебека, Вигонда.

В залежності від електричного перетворення датчики бувають активними (вихідний електричний сигнал виникає як наслідок входної неелектричної дії без прикладення сторонньої електричної енергії за рахунок внутрішнього фізичного ефекту) та пасивними (електричний сигнал є наслідком модуляції зовнішньої електричної енергії керуючою неелектричною дією).

Кожний датчик, як мінімум складається з двох частин – із чутливого елемента, який сприймає входну неелектричну дію, та перетворювача неелектричного сигналу в електричний.

По призначенню датчики класифікуються по типу керованої неелектричної дії: датчики крайніх положень, датчики кутових та лінійних переміщень, датчики частоти обертання та числа обертів, датчики температури і т.д.

Датчики підключаються до ЕБК або до засобів індикації для передачі інформації про параметри контролюваного середовища. При умові якщо до

датчика потрібно під'єднати велику кількість дротів (більше 5), то доцільно розміщувати мікросхему обробки сигналу безпосередньо на датчику та передавати данні контролеру через послідовний інтерфейс (СОМ-порт).

При підключенні датчиків до ЕБК слід мати на увазі, що маса автомобіля не може бути використана в якості вимірювальної землі. Між точкою підключення ЕБК до маси і датчиком напруження може падати до 1 В, що є недопустимим в штатній роботі датчика, а також при його діагностиці.

По мірі виконання лабораторних робіт ми будемо більш детально ознайомлюватись з датчиками систем силового агрегату БДМ.

### 2.1.3 Основи передачі інформації

За останні роки складність автомобільної проводки значно підвищилась. Як відомо в сучасному автомобілі може бути більше 1200 дротів. Вихідні сигнали датчиків можуть використовуватись декількома електронними системами машини. Тому в свій час було прийнято технічне рішення, коли контролери окремих електронних блоків керування пов'язуються між собою комунікаційною шиною для обміну даними. Датчики і виконавчі механізми підключаються до цієї шини за допомогою спеціального погоджувального пристрою, і стають доступними для всіх ЕБК. Цим самим вони утворюють локальну обчислювальну мережу. Дана система передачі даних має назву мультиплексна. Іншими словами мультиплексна система передачі даних це система при якій теоретично один канал (шина) здатний замінити декілька десятків дротів.

На рисунку 2.1 представлений приклад для порівняння звичайної проводки та мультиплексної.

До вхідних вузлів мультиплексної проводки можуть вмикатися будь-які датчики, до виходів виконуючі пристрої. Приклад вхідної інформації: температура, струм, напруга і т.д. Приклади виконавчих пристроїв та механізмів: дисплей, електроклапани, електродвигуни і т.д.

Нижче на рисунку 2.2 зображено розташування датчиків на бензиновому двигуні.

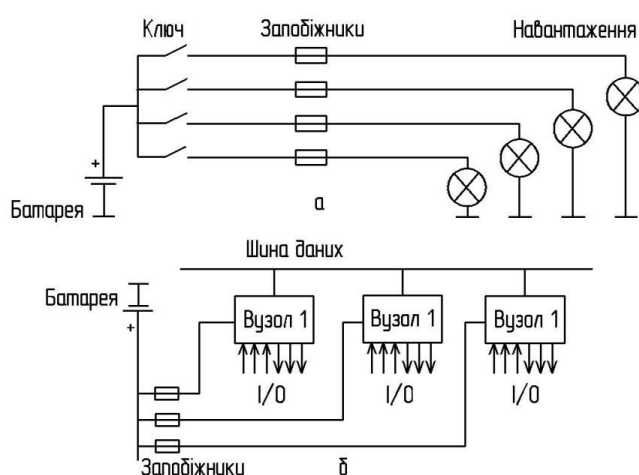


Рис. 2.1 – Проводка машини  
а – звичайна дротова проводка; б – мультиплексна проводка

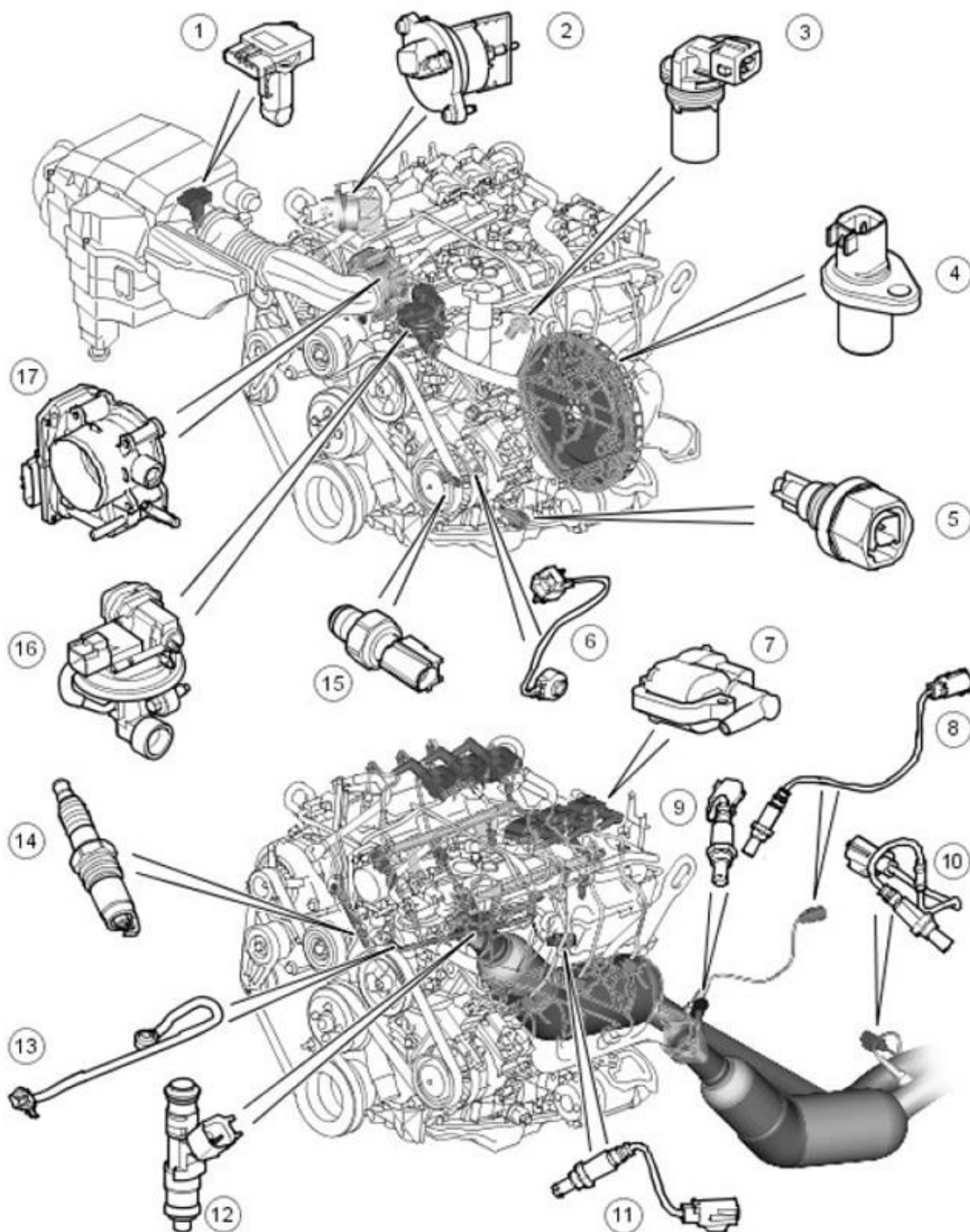


Рис. 2.2 – Розташування датчиків на бензиновому двигуні

1 – датчик масових витрат повітря/температури повітря на впуску; 2 – клапан регулювання впускного колектора; 3 – датчик положення розподільного вала; 4 – датчик положення колінчастого вала; 5 – датчик температури моторної оливи; 6 – датчик детонації; 7 - котушка запалення; 8,10 – датчик відпрацьованих газів; 9,11 - універсальний датчик відпрацьованих газів; 12 – форсунки; 13 – датчик детонації; 14 – свічки запалення; 15 – датчик тиску моторної оливи; 16 – датчик диференціального тиску і клапан рециркуляції відпрацьованих газів; 17 – електронна дросельна заслінка.

SAE ділить мультиплексні автомобільні системи на три класи: А,В,С.

Система класу А використовується для включення/виключення різних навантажень, швидкість передачі по шині не більше 10 Кбит/с.

В системах класу В здійснюється обмін інформацією між підсистемами, коли потрібна швидкість передачі даних 100...250 Кбит/с. Система класу В використовується на автомобілях частіше інших.

В системах класу С здійснюється розподілене керування в реальному масштабі часу, швидкість обміну даними близько 1 Мбит/с. Шина CAN (controller area network) є стандартом для мультиплексних систем класу С.

Протокол CAN був розроблений компанією BOSCH GmbH для використання на автомобілях. Протокол відповідає міжнародним стандартам ISO 11898 і ISO 11519 і використовується на сучасних легкових автомобілях, вантажних, автобусах, сільськогосподарському транспорті, в морському обладнанні та для автоматизації виробництва. Більше інформації про даний протокол можна дізнатись з літературних джерел [2], [3].

## 2.1.4 Діагностичні пристрої

На сьогоднішній день існує велика кількість діагностичних пристроїв. Деякі з них ми розглянули в лабораторній роботі № 1. В даній роботі ми коротко розглянемо основні характеристики автомобільного сканера, мотор-тестера та пристрою ИМД-Ц.

**Автомобільним сканером** називається портативний комп'ютер з мініатюрним дисплеєм на рідких кристалах, здатний обмінюватись інформацією з комп'ютером ЕБК автомобіля по з'єднувальному кабелю. Стандартний сканер забезпечує:

- 1) доступ до кодів реєстратора несправностей;
- 2) доступ до поточної інформації в ЕБК;
- 3) запис параметрів під час роботи двигуна;
- 4) випробувальне керування виконавчими механізмами.

Одною з найбільших переваг сканера є запис даних в електронну пам'ять сканера під час дорожніх випробувань. Після повернення в цех ці дані можуть бути виведені на дисплей для аналізу.

Протокол обміну інформацією через послідовний інтерфейс між ЕБК і діагностичним сканером визначає міжнародний стандарт ISO 9141. Проте він не передбачає сумісного програмного забезпечення, діагностичних процедур, кодів несправностей та діагностичних роз'ємів, тому досягнути сумісного діагностичного обладнання для всіх сучасних автомобілів не є можливим.



Рис. 2.3 – Діагностичний сканер Volvo Vcads pro interface 9998555



Весь набір параметрів від початку до кінця, який передається сканеру, після його підключення до діагностичного роз'єму автомобіля, називається кадром. Один кадр на сучасному автомобілі може містити більше 60 діагностичних параметрів. Крім діагностичних параметрів сканер може приймати від ЕБК коди несправностей. На рис. 2.3 представлений діагностичний сканер Volvo Vcads pro interface 9998555.

Даний авто сканер використовується для діагностики, зчитування і стирання кодів помилок, кодування, перепрограмування та налаштування блоків керування (ECU), проведення тестів виконавчих механізмів та ін.

Всі зазначені функції відкриті для наступних виробників автомобілів: Volvo truck corporation, Volvo bus corporation, Volvo penta, Volvo construction equipment, Mack, Renault, Faw, CNHTC, OEM.

В комплект даного сканера входять 9998555 адаптер, кабель з'єднання з ПК, OBD-II кабель, 8-контактний кабель, програмне забезпечення версії 2.40.00, переносний кейс.

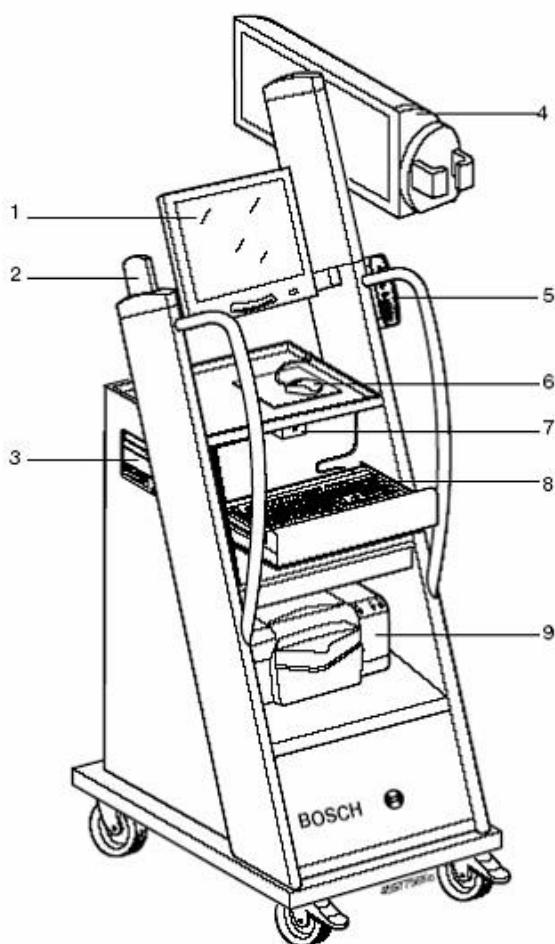


Рис. 2.4 – Мотор-тестер BOSH FSA 740  
1- монітор; 2 – дистанційне керування; 3 – ПК з флорі-дискководом і DVD-дискководом; 4 – вимірювальний модуль; 5 – KTS 520; 6 – мишка з USB-роз'ємом; 7 – приймальний пристрій дистанційного керування; 8 – клавіатура; 9 - принтер.

**Мотор-тестер** призначений для комплексного діагностування двигуна і його систем, а також візуального аналізу та вимірювання параметрів сигналів в різних електронних та електричних ланцюгах. Під'єднання приладу здійснюється за допомогою спеціальних кабелів, адаптерів і датчиків. Основу приладу складає електронний модуль обробки сигналів, який під'єднується до персонального комп'ютера через канал високошвидкісної передачі даних.

Розглянемо на прикладі будову консольного мотор тестера BOSH FSA 740 рис. 2.4.

На ПК мотор-тестера BOSH FSA 740 встановлюється (під ОС Windows) системне програмне забезпечення FSA для керування процесами і відображення даних. Оцінити дані вимірювання проводиться на основі порівняння з еталонними кривими, що занесені в пам'ять ПК.



Діагностичний модуль KTS 520 забезпечує діагностику блоків керування за допомогою програмного забезпечення ESI[tronic].

Технічні характеристики мотор тестера наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Мотор-тестер BOSH FSA 740

Вимірювальна функція	Діапазон вимірювання	Ціна поділки	Підєднувальний роз'єм
Число обертів	450-6000 хв <sup>-1</sup>	10 хв <sup>-1</sup>	Кабель для підключення до батареї В+/В-
	100-12000 хв <sup>-1</sup>	10 хв <sup>-1</sup>	Тригерна цанга, датчик вторинного ланцюга запалення
	250-7200 хв <sup>-1</sup>	10 хв <sup>-1</sup>	З'єднувальний кабель 1 кл., струмова цанга 30 А
	100-500 хв <sup>-1</sup>	10 хв <sup>-1</sup>	Клемний датчик, струмова цанга 1000А (струм стартера)
Температура оливи	-20-50 <sup>0</sup> С	0,1 <sup>0</sup> С	Датчик температури оливи
Напруга акумуляторної батареї	0-72 В	0,1 В	Кабель для підключення до батареї В+/В-
Напруження запалювання	+/- 500 В	1 В	З'єднувальний кабель 1 кл.
Напруження горіння іскри	+/- 50 кВ	100 В	Датчик вторинного ланцюга запалення
Тривалість горіння іскри	0-6 мс	0,01 мс	З'єднувальний кабель 1 кл., датчик вторинного ланцюга запалення
Відносна компресія по току стартера	0-200 ампер-секунд	0,1 А	З'єднувальний кабель 1 кл., датчик вторинного ланцюга запалення
Пульсація напруження на генераторі	0-200%	0,1%	Вимірювальний кабель Мульти СН 1
Сила струму: - на стартері; - на генераторі; - на свічках накаливання; - в первинному ланцюзі запалювання	0-1000 А	0,1 А	Струмова цанга 1000 А
	0-30 А	0,1 А	Струмова цанга 30 А
Кут замкнутого стану контактів	0-100% 0-360 <sup>0</sup> повороту розподільчого валу	0,1 % 0,1 <sup>0</sup> повороту розподільчого валу	З'єднувальний кабель 1 кл.
Час замкнутого стану контактів	0-50 мс	0,01 мс	датчик вторинного ланцюга запалення, струмова цанга 30 А
Момент запалення, регулювання кута випередження запалювання за допомогою стробоскопа	0-60 <sup>0</sup> повороту колінчастого вала	0,1 <sup>0</sup> повороту колінчастого вала	Клемний датчик

Тиск (повітря)	(-800)-1500 гПа (гектопаскаль $10^2$ Паскаль)	1 мбар	Датчик тиску повітря
Коефіцієнт заповнення	0-100%	0,1 %	Вимірювальний кабель Мульти СН1/СН2
Час заповнення	0-25 мс	0,01 мс	Вимірювальний кабель Мульти СН1/СН2
Час накаливання	0-20 мс	0,01 мс	Вимірювальний кабель Мульти СН1/СН2

## 2.2 ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИСТРОЮ ІМД-Ц

Прилад ІМД-Ц (рис.2.5) застосовується для вимірювання частоти обертання колінчастого валу; повної ефективної потужності; потужності при заданій частоті обертання колінчастого валу і потужності по циліндрам дизельних двигунів в безгальмівному режимі; постійної напруги електроустаткування БДМ, безпосередньо в експлуатаційних умовах при ТО-2, а також при заявленому діагностуванні.

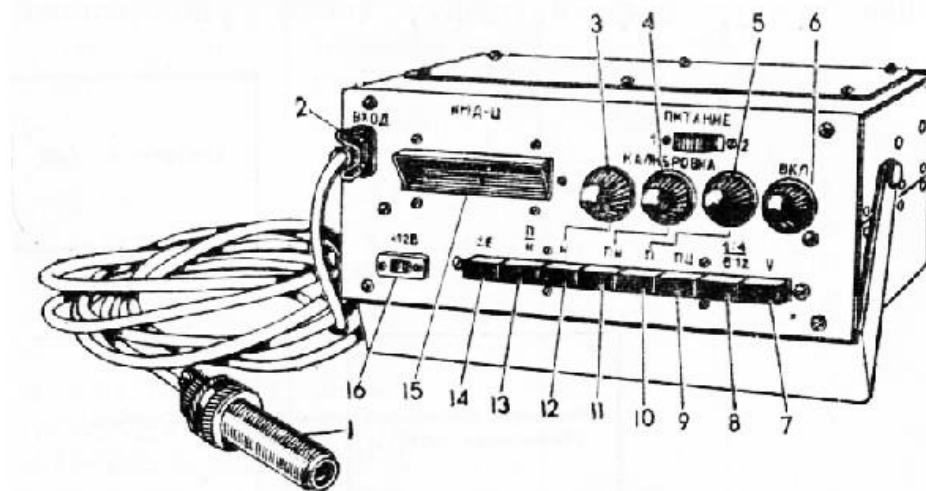


Рис. 2.5 – Загальний вид пристрою ІМД-Ц

1– первинний перетворювач; 2 – роз’єм для підключення первинного перетворювача; 3,4,5, ручки потенціометрів установки калібрувальних значень вимірюваних величин; 6 – ручка для включення пристрою в роботу і регулювання часу індикації результатів вимірювання параметрів на цифровому табло; 7 – клавіша вимірювання напруги; 8 – клавіша числа циліндрів; 9 – клавіша вимірювання частот обертання; 10 – клавіша калібрування частоти обертання; 11 – клавіша калібрування рівня фіксації; 12 – клавіша калібрування прискорення; 13 – клавіша вимірювання частоти обертання і прискорення; 14 – клавіша вимірювання прискорення; 15 – цифрове табло; 16 – роз’єм для підключення зовнішнього джерела живлення.

### Основні робочі характеристики приладу:

- діапазон виміру потужності 0..220кВт (0...300 л.с.);
- діапазон виміру частоти обертання колін валу  $0..70 \text{ с}^{-1}$  (0...4000 хв<sup>-1</sup>);
- похибка виміру потужності та частоти обертання +/- 2%;

- споживана потужність 5 Вт;
- робоча температура  $-10\dots+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  при відносній вологості 90% і атмосферному тиску 650...800 мм.рт.ст.
- безперервність роботи приладу при живленні від зовнішнього джерела не більше 8 годин.

Принцип дії пристрою заснований на аналоговому перетворювачі. Схема електрична структурна зображена на рисунку 2.6.

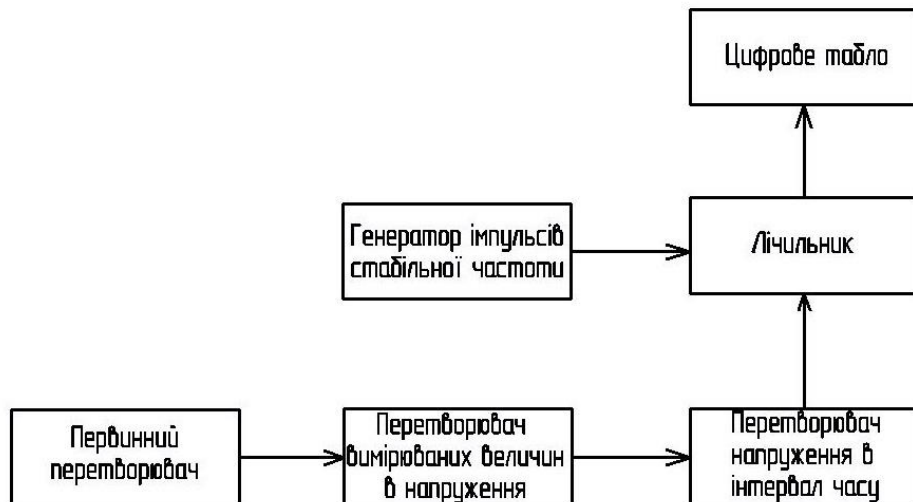


Рис.2.6 – Схема блоку вимірювань потужності приладу ІМД-Ц

При обертанні колінчастого валу двигуна в первинному перетворювачі, який загвинчений у різьбовий отвір кожуха маховика навпроти зубчастого вінця, наводиться сигнал з частотою обертання, що дорівнює частоті обертання колінчастого валу, помножена на число зубців вінця маховика.

Вимірювана величина з первинного перетворювача подається на вхід перетворювача вимірювальних величин та напруження в інтервал часу. При цьому лічильник відкривається нульовим потенціалом, що надходить з виходу перетворювача напруги в інтервал часу, та залишається відкритим на протязі часу, який пропорційний вимірюваній величині. В той час коли лічильник відкривається, на його хід безперервно поступає імпульс постійної частоти, що виробляється генератором імпульсів. Кількість імпульсів, що пройшли на лічильник, представляють собою закодований результат змін, який після дешифрування висвічується на цифровому табло.

Нижче наведені технологічні карти по оцінці технічного стану двигуна по загальним (інтегральним) діагностичним параметрам за допомогою ІМД-Ц.

У випадку, якщо виявлено, що робота двигуна не відповідає встановленим вимогам, необхідно оцінити працездатність двигуна по окремим діагностичним параметрам, керуючись алгоритмами приведені в додатку 1 (рис.4-9).

Таблиця 2.2 – Підготовка машини до вимірювання з допомогою ІМД-Ц

№ п/п	Зміст робіт	Технічні умови і вказівки	Прилади, пристрої, інструменти
1	Підготувати отвір з різьбою М16х1,5 для встановлення первинного перетворювача частоти обертання	Отвір висвердлюється в картері маховика, навпроти зубчатого вінця із сторони, протилежної тій, де встановлюється пусковий пристрій (у двигуна ЯМЗ-238НБ – в нижній частині); на двигуні СМД-62 трактора Т-150К перетворювач встановлюється в технологічну кришку, що розташована знизу двигуна. Відстань центрів отворів від площини роз'єму кожуха маховика з кожухом муфти зчеплення дизеля приведені в таблиці 9	Електродріль, мітчик М16х1,5
2	Вимкнути допоміжні механізми і гідросистеми машини у відповідності з рекомендаціями таблиці 9	Див.табл.9, гр. 3	
3	Перед виміром необхідно впевнитись в тому, що важелі керування подачі палива справні	Необхідно впевнитися, що відбувається повне вимкнення і увімкнення палива та у відсутності заїдання керуванням подачі палива	

Таблиця 2.3 – Довідкова таблиця по підготовці двигуна до вимірів

Дизель	Відстань	Операції по підготовці двигуна до вимірювання	Примітка
ЯМЗ-240Б	60	Вимкнути дизель від коробки передач, для чого перемістити вперед до упору важіль вимкнення двигуна, вимкнути ВОМ привода насоса гідросистеми	Замість кришки лючка, розташованого в двигуні знизу, встановлюється технологічна кришка з отвором М16х1,5 для датчика
ЯМЗ-238НБ	72		
СМД-62	72	Вимкнути насос гідравлічної коробки передач і рульового керування від дизеля, вимкнути ВОМ. Для цього зняти кришку люка в полу кабіни (БДМ на базі трактора Т-150К) і вдавнити до відмови стопор на верхній кришці механізму включення. Одночасно перевести важіль вимкнення ВОМ в передне крайнє положення і відпустити стопор. При працюючому двигуні вимкнути насоси гідроприводу	
Д-41	105	Вимкнути ВОМ привода насоса	
Д-65Н	52		
А-01М	110		
СМД-14	97		

СМД-14А	97		
Д-144	В площині роз'єму		
Д-240 Д240Л	31		

### **2.3 ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛА ДИЗЕЛЯ З ДОПОМОГОЮ ПРИСТРОЮ ІМД-Ц**

1. Підготувати пристрій до вимірювання, для чого загвинтити індуктивний первинний перетворювач до упору в зубчастий вінець маховика, відгвинтити його на 1,5 оберти і затиснути контргайкою. Операція виконується на непрацюючому двигуні. При встановленні перетворювача на двигун ЯМЗ-238НБ можливим є його потрапляння між зубцями маховика. Тому перед установкою перетворювача необхідно колінчастий вал повернути так, щоб навпроти отвору розташовувалась вершина зуба.

2. Підключити шнур живлення пристрою до акумуляторної батареї машини напругою 12 В. Увімкнути живлення поворотом ручки “Вкл.” по часовій стрілці. Підключити роз'єм перетворювача до вхідного роз'єму пристрою. Слід пам'ятати, що напруження акумуляторної батареї не повинно перевищувати 13,5 В. Якщо індикаторні лампи не світяться, замінити місцями штекери шнура живлення в розетці акумулятора.

3. Відкалібрувати пристрій по частоті обертання: натиснути клавішу “n”; встановити на табло пристрою калібрувальне значення для данної марки дизеля, обертаючи ручку потенціометра “калібровка n”. При цьому всі інші клавіші повинні бути відтиснуті. Калібрувальне значення встановлюється з похибкою не більше  $\pm 5$  одиниць (див. додаток). Повернути клавішу “n” в початкове положення повторним натисненням.

4. Запустити дизель і прогріти його. Двигун необхідно прогріти до температури води і масла 70...90 °С.

5. Обертанням ручки потенціометра “Вкл.” встановити на цифровому табло зручний для вас час ідентифікації результатів вимірювання. На цифровому табло пристрою при вихідному положення всіх клавіш будуть відображені значення частоти обертання колінчастого вала. Отримане значення порівняти з табличним (дод.1, рис.1).

### **2.4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА**

1. Підготувати пристрій ІМД-Ц та дизель до вимірювання (табл. 2.3).
2. Відкалібрувати пристрій ІМД-Ц на номінальну частоту обертання (дод.1, рис.1).
3. Відкалібрувати пристрій по прискоренню, для чого: натиснути клавішу “ε”; встановити на цифровому табло калібрувальне значення  $327,2 \pm 0,5$ , обертаючи ручку потенціометра “ε”; повернути клавішу “ε” у вихідне поло-

ження повторним натисненням (слід пам'ятати, що всі інші клавiши пристрою повинні бути відтиснені). Калібрувальне значення  $327,2 \pm 0,5$  - величина постійна для всіх марок дизелів.

4. Запустити дизель і прогріти його. Температура охолоджувальної рідини прогрітого двигуна повинна бути  $70 \dots 90$  °С.

5. Налаштувати пристрій на частоту обертання, при якій вимірюється прискорення, для чого: натиснути клавiшу “ $n_\varepsilon$ ” і встановити на цифровому табло номінальне значення частоти обертання холостого ходу; повернути клавiшу “ $n_\varepsilon$ ” у вихідне положення повторним натисненням. Номінальна частота обертання ( $\text{хв}^{-1}$ ) для різних типів двигунів приведена в дод.1, рис.1.

6. Встановити клавiшу числа циліндрів  $\frac{1-4}{1-6}$  в положення, яке відповідає кількості робочих циліндрів. При 1-4 робочих циліндрів, клавiша повинна знаходитись в вихідному положенні, а при 6-12 – натиснута.

7. Натиснути клавiшу “ $\frac{n}{\varepsilon}$ ”.

8. Встановити максимальну частоту обертання дизеля.

9. Різко вимкнути подачу палива і, досягнувши мінімальної частоти обертання, миттєво перевести важіль подачі палива в положення максимальної подачі і записати покази табло. Показання цифрового табло знижуються при максимальній подачі палива без зміни положення важеля подачі.

10. Повторити операції 8, 9 не менше трьох раз і знайти середнє значення показів індикатора ІМД-Ц. Якщо при вимірюванні тепловий режим двигуна відрізнявся від номінального значення  $70 \dots 90$  °С, покази табло необхідно скоригувати по графіку (рис. 2.7). Приведене значення кутової швидкості в такому випадку дорівнює  $\varepsilon_{\text{пр}} = \varepsilon_{\text{зм}} + \Delta\varepsilon$ .

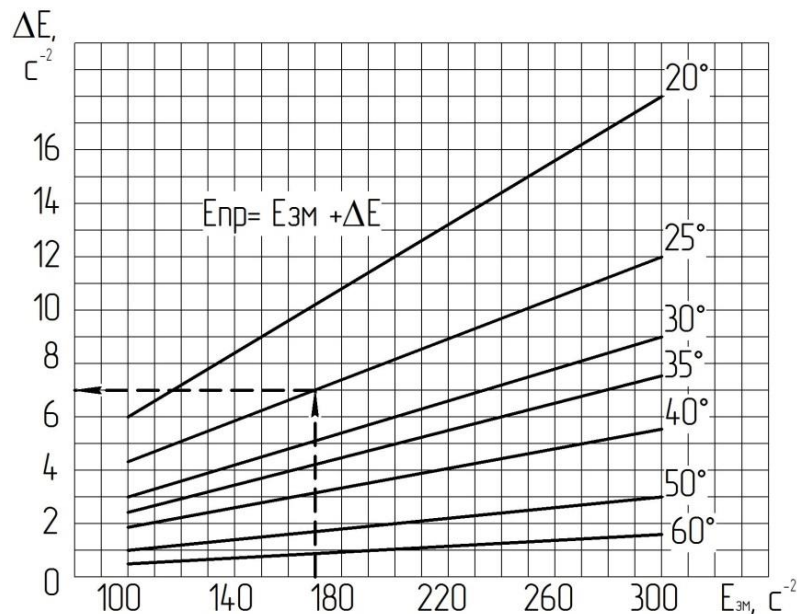


Рис. 2.7 – Графік коригування прискорень розгону по температурі двигуна

11. Порівняти отримане середнє значення або середньоскориговане значення “ $\varepsilon_{\text{пр}}$ ” з допустимим, див. дод.1, рис.2,3. Для мінімальної частоти обертання, гр. 7. При відхиленні отриманого значення кутового прискорення від допустимого подальший пошук несправностей здійснюється у відповідності із алгоритмом дод. рис 4-9.

12. Оцініть за допомогою графіків (рис. 2.8-2.10) ефективну потужність дизеля.

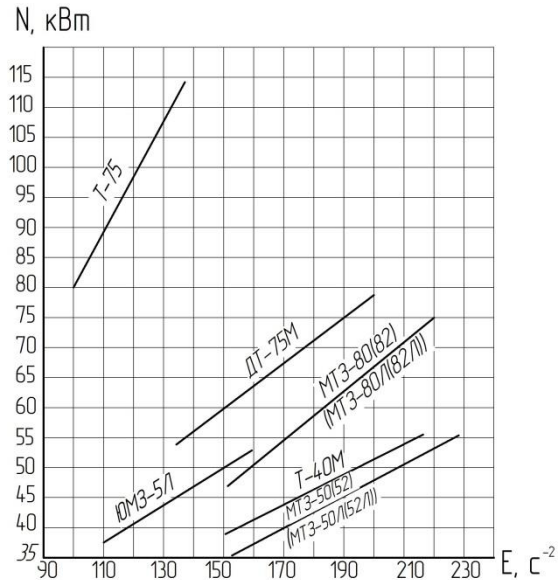


Рис. 2.8 – Номограма переводу прискорення в потужність (трактори ДТ-75М, МТЗ-80/82, ЮМЗ-6Л, МТЗ-50/52, Т-40М, Т-4А)

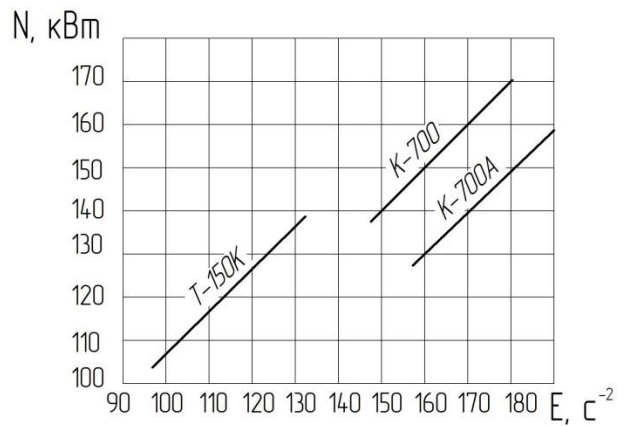


Рис. 2.9 – Номограма переводу прискорення в потужність (трактори Т-150К, К-700, К-70А)

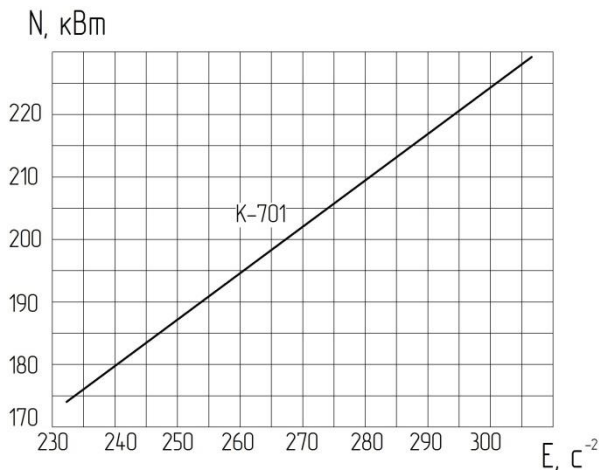


Рис. 2.10 – Номограма переводу прискорення в потужність (трактор К-701)

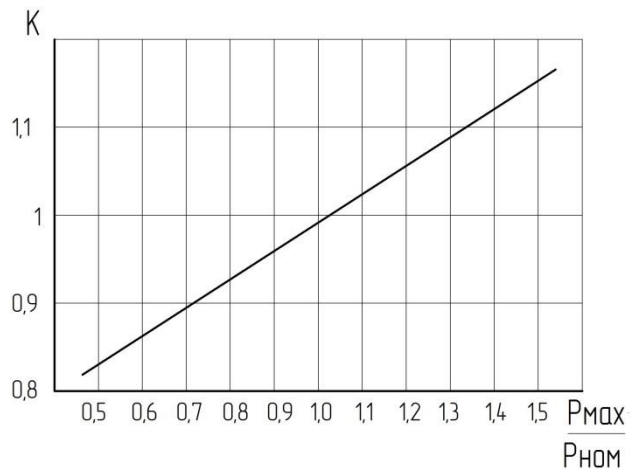


Рис. 2.11 – Графік коригування тиску наддува

## 2.5 ВИМІРЮВАННЯ ПРИСКОРЕННЯ РОЗГОНУ ДВИГУНА ПРИ ЧАСТОТІ ОБЕРТАННЯ, ЯКА ВІДПОВІДАЄ МАКСИМАЛЬНОМУ КРУТНОМУ МОМЕНТУ

1. Підготувати пристрій ІМД-Ц до роботи (оцінка ефективної потужності двигуна п. 1-4).

2. Налаштувати пристрій на частоту обертання, при якій вимірюється прискорення, для чого:

- натиснути клавішу “ $n_\varepsilon$ ”;

- обертаючи ручку потенціометра, встановити на цифровому табло значення, приведені в гр. 6, дод. 1, рис.2,3;

- повернути клавішу “ $n_\varepsilon$ ” у вихідне положення повторним натисненням.

3. Виконати операції п. 6-10 (оцінка ефективної потужності двигуна).

4. Порівняти отримане середнє або середньоскориговане значення з допустимим. Дивись додаток 1, рис. 2,3, гр. 8. При відхиленні отриманого значення кутового прискорення від допустимого, подальший пошук здійснюється у відповідності із алгоритмом (дод.1, рис.4-9).

## 2.6 ВИМІРЮВАННЯ ПРИСКОРЕННЯ ВИБІГУ В ОБЛАСТІ НОМІНАЛЬНОЇ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ

1. Підготувати пристрій ІМД-Ц до роботи. (Дивись – Оцінка ефективної потужності двигуна).

2. Відкалібрувати пристрій по частоті обертання і налаштувати його на частоту, при якій вимірюється прискорення. (Дивись – Оцінка ефективної потужності двигуна).

3. Натиснути клавіші “ $\frac{n}{\varepsilon}$ ”, і “ $-\varepsilon$ ”.

4. Встановити дизелю максимальну частоту обертання колінчатого вала. Перевести важіль подачі палива до упора в обмежувач максимальної подачі палива.

5. Різко вимкнути подачу палива. Важіль паливоподачі встановити в положення, яке відповідає мінімальним обертам холостого ходу.

6. В момент появу показів на табло записати їх.

7. Повторити операції 4 і 6 не менше трьох разів і знайти середнє значення. Якщо при вимірюваннях тепловий режим дизеля відрізнявся від номінальних значень (80...90 °С), провести коригування отриманого значення по графіку (рис. 2.7), де пунктирною лінією зображений приклад визначення приведенного значення прискорення вибігу  $\varepsilon_{np}$  при температурі води 40 °С.

При цьому  $\varepsilon_{np} = 770^{-2}$ .

8. Порівняти отримані або скориговані значення з допустимими. Див. дод. 1, рис.2,3, гр.9.



## 2.7 ОЦІНКА РІВНОМІРНОСТІ РОБОТИ ЦИЛІНДРІВ

1. Запустити і прогріти дизель. Температура охолоджуваної рідини прогрітого двигуна повинна бути 70...90 °С.

2. Підготувати пристрій ІМД-Ц до вимірювання і протарувати його по прискоренню. (Дивись – Оцінка ефективної потужності двигуна, п.3).

3. Виміряти прискорення розгону при роботі всіх циліндрів двигуна. (Дивись – Оцінка ефективної потужності двигуна, п.6-10).

4. Виміряти прискорення розгону при почерговому вимкненні циліндрів і визначити прискорення, що характеризує умовну індикаторну потужність кожного циліндра. Прискорення розгону кожного циліндра підраховується як різниця між прискоренням розгону дизеля при роботі на всіх циліндрах, і прискоренням отриманим при роботі з вимкненим циліндром. Підрахована різниця характеризує умовну ефективну потужність вимкненого циліндра  $E_1$ .

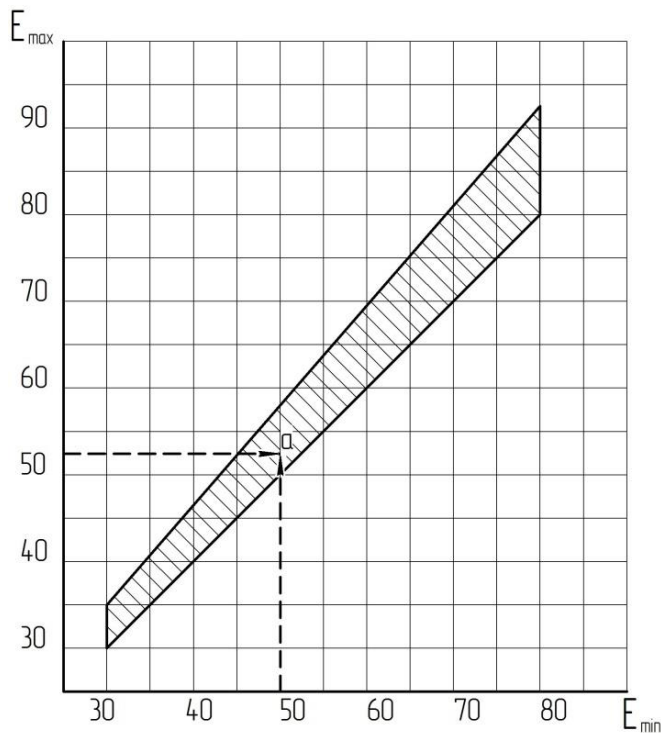


Рис. 2.12 – Графік оцінки рівномірності роботи циліндрів

5. Вибрати із підрахованих значень прискорення максимальне  $E_{max}$  і мінімальне  $E_{min}$ .

6. Оцінити по графіку (рис. 2.12) рівномірність роботи циліндрів. Якщо точка "а" з координатами  $E_{max}$  і  $E_{min}$  розташовується в заштрихованій зоні, рівномірність знаходиться в доступних межах, якщо поза зоною, то це вказує на надмірну нерівномірність розподілення роботи по циліндрам і необхідності виявлення та усунення несправностей. Подальший пошук несправностей здійснюється у відповідності з алгоритмом (див. додат.1, рис.4-9).

## 2.8 ВИМІРЮВАННЯ ПОСТІЙНОГО НАПРУЖЕННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БДМ

1. Підключити шнур живлення до розетки акумуляторної батареї. Напруження акумуляторних батарей повинно бути не більше 13,5 В.

2. Увімкнути живлення поворотом ручки "Вкл." по часовій стрільці.

3. Натиснути клавішу "Вимірювання напруження U".

4. З'єднати шнуром "Вхід" пристрою з вимірюваним джерелом постійного напруження електрообладнання машини і записати покази табло. При

підключенні джерела напруження необхідно дотримуватись полярності, а штекер “-” повинен бути підключений до маси трактора.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

### ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ, ЖИВЛЕННЯ, МАЩЕННЯ, ОХОЛОДЖЕННЯ

#### 3.1 ПАРАМЕТРИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

**Система очищення повітря і живлення.** Основні порушення в роботі дизельних двигунів пов'язані із системою подачі палива. При цьому погіршуються тягові і економічні характеристики і показники роботи машини: зменшується потужність двигуна, ускладнюється його запуск, виникають зупинки двигуна на зазначених режимах і збільшуються витрати палива. Несправності дизелів можуть бути викликані виходом із ладу елементів в системі подачі палива, як низького (знос редукційного клапана підкачуючого насоса та засміченням паливного фільтра), так і високого тиску (знос плунжерних пар, несправності секцій паливного насоса, знос форсунок і ін.). Всі зміни структурних параметрів елементів паливної апаратури приводять до порушення нормального робочого процесу.

На процес самозаймання робочої суміші поруч із системою паливоподачі великий вплив спричиняє і система подачі повітря. Тому в першу чергу слід перевірити систему подачі повітря.

**Система мащення.** Основними параметрами системи мащення є тиск оливи в магістралі і її температура. Слід зазначити, що при справному стані двигуна тиск і температура картерної оливи взаємопов'язані. Після пуску холодного двигуна внаслідок високої в'язкості оливи, тиск даної оливи може сягати 0,4...0,5 МПа, у ЯМЗ – 0,8...1,0 МПа. По мірі прогріву дизеля в'язкість оливи зменшується, що тягне за собою поступове падіння тиску.

На тиск і температуру оливи впливає також знос спряжень кривошипно-шатунного механізму, стан системи охолодження, тепловий і навантажувальний режим дизеля і якість використовуваної оливи.

При використуванні картерної оливи відповідної марки, а також у випадку справного стану двигуна і при нормальних режимах його роботи причиною значної зміни тиску оливи може бути несправність клапана термостата оливного радіатора. При цьому холодна олива циркулює через радіатор, в зв'язку з чим його температура знижується, а тиск підвищується.

До найбільш частіших причин низького тиску оливи в магістралі відноситься надмірний знос спряжень кривошипно-шатунного механізму, низька подача оливного насоса і знос або роз регулювання зливного чи редукційного клапана. В цих випадках погіршується фільтрація оливи в центр обіжному

оливоочиснику. При несправному перепускному клапані в магістраль надходить забруднена олива, викликаючи інтенсивний знос дизеля. Те саме відбувається при забрудненні або несправності фільтрів.

При справному стані фільтрів і своєчасному очищенні їх від відкладень олива менше забруднюється і довше зберігає свої первісні властивості. Проте, як би ретельно воно не фільтрувалось, в процесі роботи дизеля в оливі поступово накопичуються механічні домішки неорганічного і органічного походження. До останніх відносяться продукти полімеризації, що містять смолисті речовини, які шкідливо впливають на роботу дизеля. Крім цього, наявні в оливі присадки поступово спрацьовуються, утворюючи нерозчинний осад абразивного характеру. Інтенсивність спрацьовування присадок підвищується із збільшенням вмісту сірчаних з'єднань в паливі.

Найбільш інтенсивна концентрація присадок спрацьовується в перші 100...120 год. роботи. В подальшому концентрація присадки стабілізується, проте її рівень виявляється недостатнім для нейтралізації окислення палива і оливи. Погіршуються миючі властивості оливи, а інтенсивність зносу деталей двигуна підвищується. Згідно правилам технічного обслуговування картерну оливу слід замінювати при ТО-2. Проте в дійсності термін служби оливи залежить від багатьох факторів, таких як тепловий і навантажувальний режим роботи двигуна, вміст сірки в паливі, марки масла, його фільтрації і т.д.

Таким чином в змашувальній системі необхідно періодично перевіряти правильність показів оливного манометра і термометра, подачу насоса, тиск відкриття клапанів, частоту обертання ротора центробіжного оливоочисника і стан фільтруючих елементів грубої очистки оливи, а також фільтра турбокомпресора.

**Система охолодження.** Основними параметрами технічного стану системи охолодження є стан серцевини радіатора, пароповітряного клапана, прокладки і головки циліндрів, лопатей крильчатки і стінок корпусу водяного насоса, шторки або жалюзі, а також натяжні паси вентилятора.

На забруднення трубок радіатора і утворення на них слою накипу вказує зниження різниці температур охолоджуючої рідини на вході в радіатор і виході із нього, а також збільшення розрідження в нижньому водяному патрубку, яке вимірюється вакуумметром. Забрудненість серцевини радіатора ззовні можна визначити зовнішнім оглядом, а також по різниці вказаних температур охолоджуваної рідини.

Герметичність з'єднань системи охолодження визначається зовнішнім оглядом при роботі дизеля, а також з допомогою компресорно-вакуумної установки. Надійність з'єднань трубок і серцевини радіатора перевіряють шляхом гідравлічного опресування системи охолодження під тиском. При цьому величину витікання рідини можна визначити по падінню тиску в одиницю часу.

На надзвичайний знос лопатей крильчатки і стінок корпусу водяного насоса вказує підвищення температури у верхньому баку радіатора і зменшення

розрідження у нижньому водяному патрубку при нормальному натягу паса вентилятора.

Стан шторок або жалюзі визначають зовнішнім оглядом і перевіркою пристроїв, що регулюють ступінь перекриття поверхні радіатора.

Перекіс і тріщини лопатей вентилятора, замаслювання, розшарування, глибокі тріщини і перекручення пасів не допускається.

### 3.2 ДІАГНОСТИКА СИСТЕМИ ПОДАЧІ І ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ

Найбільш характерними параметрами технічного стану системи подачі повітря є: герметичність системи, забрудненість повітроочисника, розрідження в впускному повітряному тракту, а для двигунів із турбокомпресором, крім цього, - тиск наддуву турбокомпресора.

**1. Перевірка герметичності повітряного тракту.** Для знаходження місць всмоктування повітря у повітряному тракту застосовують прилад КІ-4870 ГОСНИТИ (рис. 3.1).

Принцип роботи пристрою, виконаного на основі дифманометра, полягає у вимірюванні положення рівня рідини, відміченого по рисці на корпусі, під дією розрідження, яке створюється перед каналом наконечника при наявності підсосу повітря у випадку негерметичності впускного повітряного тракту.

**2. Перевірка забрудненості повітроочисника.** Стан повітроочисника можна визначити по розрідженню у впускному повітряному тракту: чим сильніше забруднений повітроочисник, ти сильніше розрідження. Для цієї мети застосовують сигналізатор забрудненості повітроочисника ОР-9928 ГОСНИТИ (рис. 3.2).

Положення сигнального поршня відносно оглядового вікна корпусу характеризує опір повітроочисника.

Вакуумметричний тиск, при якому вікно сигналізатора повністю перекривається поршнем, - 650 мм. вод. ст. = 6374.32 Н/м<sup>2</sup>.

Сигналізатор може встановлюватись або безпосередньо на впускному тракту двигуна, або на щиті приладів. В останньому випадку сигналізатор з'єднується із впускним трактом за допомогою трубопроводу.

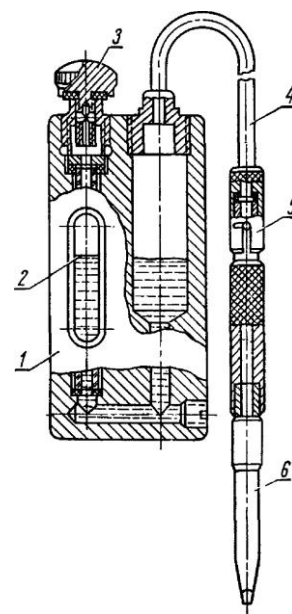


Рис. 3.1 – Пристрій для перевірки герметичності впускного тракту: 1 – корпус; 2 – скляна трубка; 3 – пробка; 4 – трубка приєднувача; 5 – муфта з'єднувальна; 6 – наконечник

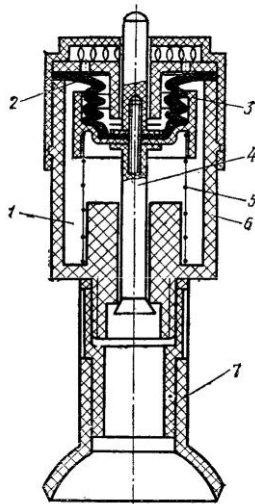


Рис.3.2 – Сигналізатор забрудненості повітроочисника:  
1,2 – камери, які з'єднуються із атмосферою і впускним трубопроводом; 3 – поршень; 4 – клапан; 5 – пружина; 6 – корпус; 7 – резиновий наконечник

**Визначення розрідження у впускному тракті двигуна.** Для визначення розрідження у впускному тракті двигуна необхідно під'єднати резинову трубку пристрою КІ-5228 через перехідний штуцер до колектора двигуна і по шкалі мановакуумметра зафіксувати зафіксоване значення розрідження і, користуючись даними таблиці 3.1, визначити необхідність повного обслуговування повітроочисника.

Потім визначають наявність води в паливі. Викрутивши зливну пробку паливного фільтра, зливають залишок в скляну ємність, на дні якої осідає вода.

Якщо двигун знову не запускається, перевірити і при необхідності відрегулювати момент початку подачі палива.

**Перевірка стану турбокомпресора.** Зниження частоти обертання ротора турбокомпресора (через забрудненість каналів або підвищеного тертя в підшипниках) приводить до зниження показників, які впливають на потужність двигуна. Роботу турбокомпресора визначають по тиску наддуву за допомогою манометричного пристрою КІ-

6291. Для перевірки пристрою КІ-6291 необхідно загвинтити в різьбовий отвір лівого впускного колектора (ЯМЗ-240Б) або в отвір верхньої кришки блока циліндрів (СМД-62) і виміряти тиск наддуву при роботі двигуна на максимальному швидкісному режимі. Номінальний тиск наддуву 50...65кПа. Допустимий – не менше 35 кПа.

Другий спосіб оцінки справності турбокомпресора закладається в розділенні вибігу ротора після зупинки двигуна за допомогою стетоскопа. При цьому час вибігу повинен бути не менше 5 с.

Таблиця 3.1 – Номінальне і допустиме розрідження у впускному колекторі

Двигун	Розрідження, кПа	
	Номінальне (при чистому повітроочиснику)	допустиме
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ, СМД-62	$2,1 \pm 0,3$	4,0
А-41	$5,5 \pm 0,3$	7,0
МТЗ-50/52/, МТЗ-80/82/, КМЗ – 5Л	$3,5 \pm 0,3$	5,5

### 3.3 ДІАГНОСТИКА СИСТЕМИ МАЩЕННЯ

#### 3.3.1 Оцінка технічного стану системи мащення при працюючому двигуні

Для визначення тиску в головній масляній магістралі системи змащення двигунів призначений пристрій КІ-5472 ГОСНИТИ (рис.10, лабораторна робота № 1). Номінальні та граничні значення тиску в масляних магістралях різних двигунів можуть бути в межах 0,5 ... 0,7 МПа. Залежно від ступеню засміченості фільтруючих елементів тиск в зливний магістралі може бути в межах 0 ... 0,4 МПа.

Таблиця 3.2 – Місце приєднання пристрою КІ-5472

Двигун	Маркування штуцера	Місце приєднання на корпусі оливного фільтра
Д- Ю8	1	Замість трубки манометра
СМД-62 /Т-150К/ ЯМЗ-238КБ	2	датчики тиску
СМД-62/Т-150	3	датчики температури
Д-160	4	датчики манометра

#### 3.3.2 Визначення маси осаду в роторі відцентрового оливоочисника і якості моторної оливи

Для визначення маси осаду в роторах відцентрового оливоочисника двигунів без їх розбирання призначений пристрій КІ-9912А, будова якого показана на рис. 3.3. Принцип роботи пристрою полягає в наступному. При підйомі ротора оливоочисника в верх уздовж осі за допомогою захвату 10 мембрана б під дією ротора прогинається. Допустимі значення параметрів оливоочисника визначаються за таблицями 3.3 і 3.4.

Таблиця 3.3 – Значення допустимої маси осаду в роторі

Двигун	Маса чистого ротора, г	Брудоемність ротора, г	Допустима маса осаду в роторі, г	Допустима маса ротора з осадом, г	Значення індикатора, мм
ЯМЗ-240Б	РМЦ відсутня				
ЯМЗ-238НБ	1350	860	430	1780	1,75
СМД-62, СМД-62	1950	1410	700	2650	2,9
Д-130	1950	1410	700	2650	2,9
А-01М, А-01	1280х2	1140х2	570х2	1850х2	1,85х2
Д-108	РМЦ відсутня				
А-41	1280х2	1140х2	570х2	1850х2	1,85х2
Д-240, Д-240Л	1170	1140	570	1780	1,75
СМД-14, СМД-14А	1280	1140	570	1850	1,85

Д-65Н	1350	860	430	1780	1,75
Д-50, Д-50Л	1350	860	430	1780	1,75
Д-54А	1960	1410	700	2650	2,9
Д-48ПЛ	1350	860	430	1780	1,75
Д-37Е	700	600	300	1000	1,3
Д-48Л	1350	860	430	1780	1,75
Д-48М	1350	860	430	1780	1,75
Д-37М	800	400	200	1000	1,3

Таблиця 3.4 – Номінальні і допустимі значення інтенсивності накопичення відкладень в оливоочиснику

Двигун	Середня інтенсивність накопичення відкладень в роторі оливоочисника			
	г/мото-год		г/кг витраченого палива	
	номінальна	допустима	номінальна	допустима
ЯМЗ-240Б	РМЦ відсутня			
ЯМЗ-238НБ	2,5	4,5	0,09	0,17
СМД-62, СМД-62	2,2	4,0	0,09	0,17
Д-130	2,2	4,0	0,16	0,28
А-01М, А-01	1,1x2	2,0x2	0,06x2	0,13x2
Д-108	РМЦ відсутня			
А-41	1,1x2	2,0x2	0,06x2	0,13x2
Д-240, Д-240Л	2,3	3,6	0,3	0,47
СМД-14, СМД-14А	2,2	4,0	0,18	0,33
Д-65Н	2,3	3,6	0,35	0,55
Д-50, Д-50Л	2,3	3,6	0,35	0,55
Д-37Е	1,4	1,6	0,24	0,27
Д-37М	1,4	1,6	0,24	0,27
Д-21	0,9	1,3	0,3	0,43

### 3.3.3 Вимірювання тиску оливи в головній оливній магістралі системи мащення двигунів СМД

1. Приєднати пристрій до головної масляної магістралі безпосередньо або за допомогою одного із штуцерів. Місце приєднання зазначено в табл. 3.2. Основні засоби: пристрій КИ-5472; ключі гайкові; ганчір'я.

2. Запустити двигун і записати показники манометра пристрою при номінальній і мінімально стійкій частоті обертання колінчастого вала. Допустимі значення тиску оливи в системі мащення двигуна наведені в табл. 3.5. Перевірку слід виконувати при температурі моторної оливи не менше 70 °С.

3. Порівняйте показання манометра пристрою КИ-5472 з показаннями вбудованого оливного манометра. Різниця в показаннях контрольного і вбудованого манометрів не повинна перевищувати 0,02 МПа, в іншому випадку слід замінити вбудований манометр.

### 3.3.4 Визначення маси осаду в роторі відцентрового оливоочисника і якість моторної оливи

1. Зняти ковпак відцентрового оливо очисника і оглянути зовнішню поверхню ротора. У справного ротора зовнішня поверхня повинна бути чистою. Допускається лиш окремі сліди від підтікань оливи. Засоби, що використовуються: КІ-9912; індикатор ІЧ-10 км/І; ключі гайкові.

2. Перевірити осьовий зазор, переміщуючи ротор центрифуги вздовж осі. При допустимому зносі торця основи ротора, осьовий зазор повинен бути 1,5...2 мм.

3. Перевірити стан підшипників ротора. Для цього різко повернути ротор навколо осі. Справний ротор повинен обертатись на осі без ривків, заїдань і биття.

4. Повернути ротор відносно осі і впевнитись, що в ньому не має оливи (якщо є, то злити її). При цьому відсутній характерний шум оливи, що витікає.

5. Вставити індикатор ІЧ-10 кл.1 в кришку 1 і, переміщуючи вимірювальний стержень індикатора до натягу в 10 мм, закріпити індикатор гвинтом 1 (рис. 3.3).

6. Поворотом рухомої шкали індикатора встановити «нуль» навпроти стрілки.

7. Встановити пристрій за допомогою втулки 9 на вісь ротора таким чином, щоб гвинти 12 кільця захвату 11 могли зачепити гайку ротора. Торць втулки 9 повинен вpirатись в обмежувальну гайку на осі.

8. Обертанням гвинтів 12 закріпити кільце захвату 11 на роторі.

9. Плавню викручуючи втулку 9 із кришки 8, підняти ротор по осі. При цьому показання індикатора спочатку будуть змінюватись, а після підйому ротора по осі рух стрілки припиниться.

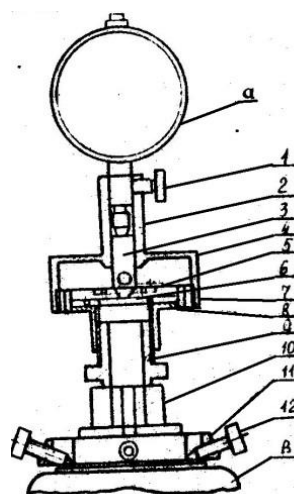


Рис. 3.3 – Пристрій для визначення маси осаду в роторі відцентрового оливоочисника КІ-9912А:

1,12 – гвинти; 2 – кришка верхня;  
3 – штовхач; 4 – затискач регулювання опор;  
5 – регулювання опор;  
6 – мембрана; 7 – опора мембрани; 8 – кришка нижня; 9 – втулка; 10 – захват; 11 – кільце захвату; а - індикатор; б – ротор центрифуги



10. Добитись встановлення стабільного показання індикатора, зняти ці покази і визначити масу осаду в роторі. Допускається легке постукування пальцями рук по ротору. Якщо маса ротора з осадом менше або рівна допустимій (табл. 3.4), очищувати його не потрібно.

11. Визначити напрацювання двигуна з моменту попереднього обслуговування оливо очисника і середню інтенсивність накопичення осаду в роторі. Інтенсивність накопичення осаду в роторі визначається діленням маси осаду на напрацювання. Порівняти отримані значення з допустимими (табл. 3.6). Якщо середня інтенсивність накопичення відкладень більше допустимої, замінити оливу в картері двигуна і видалити відкладення із ротора відцентрового оливоочисника.

12. Визначити витрати картерної оливи. Якщо витрати картерної оливи перевищать допустимі (табл. 3.6), значить стан циліндро-поршневої групи незадовільний.

13. Перевірити наявність води в моторній оливі. При перевищенні допустимої кількості води в оливі слід замінити її (табл.3.7).

Таблиця 3.5 – Тиск оливи в головній магістралі

Двигун	Частота обертання колін вала, хв. <sup>-1</sup>		Покази манометра, не менше, МПа		Тиск оливи в магістралі, МПа		
	номінальна	мінімально стійка	при номінальній частоті	при мінімально стійкій частоті	номінальний	допустимий	граничний
ЯМЗ-240Б	1900	600	0,17	0,12	0,4...0,7	0,35	0,2
ЯМЗ-238НБ	1700	600	0,17	0,12	0,4...0,7	0,35	0,15
СМД-62	2100	600	0,12	0,09	0,25...0,4	0,2	0,1
А-01М	1700	600	0,12	0,09	0,3...0,5	0,2	0,1
Д-130, Д-08	1070	350	0,12	0,09	0,2...0,35	0,18	0,1
А-41	1750	600	0,12	0,09	0,3...0,5	0,2	0,1
СМД-14, СМД-14А	1700	600	0,1	0,07	0,25...0,35	0,2	0,1
Д-240, Д-240Л	2200	300	0,1	0,07	0,25...0,35	0,2	0,1
Д-50, Д-50Л	1700	600	0,1	0,07	0,25...0,35	0,2	0,1
Д-48Л	1600	600	0,1	0,07	0,25...0,35	0,2	0,1
Д-65Н	1750	600	0,1	0,07	0,15...0,3	0,14	0,1
Д-37М	1600	600	0,1	0,07	0,2...0,3	0,18	0,07

Таблиця 3.6 – Витрати картерної оливи

Двигун	Місткість системи мащення, л	Витрати оливи на угар, кг/мото-год.		Середні витрати дизельного палива, кг/мото-год.
		номінальні	граничні	
ЯМЗ-240Б	45/39,4/	0,25	0,88	38,4
ЯМЗ-238НБ	28	0,25	0,75	26,8
СМД-60, СМД-62	17,5	0,175	0,45	23,4
А-01М	26,2	0,2	0,64	20,0
Д-130, Д-108	23,6	0,25	0,64	14,2
А-41	19,2	0,25	0,45	14,0
СМД-14, СМД-14А	18,4	0,175	0,45	12,0
СМД-240	10,5	0,05	0,2	7,67
Д-50, Д-50Л	10,5	0,05	0,2	6,17
Д-37, Д-37Е	9,6	0,8	0,2	5,84
Д-21	6,1	0,04	0,15	3,0

Таблиця 3.7 – Допустима кількість води в моторній оливі

Двигун	Місткість системи мащення, л	Допустима кількість води в оливі, г
ЯМЗ-240Б	39,4	197
ЯМЗ-238НБ	28,0	140
СМД-62, СМД-62	17,5	87
Д-130	23,6	118
А-01М, А-01	26,2	131
Д-108	23,6	118
Д-240, Д-240Л	10,5	52
А-41	19,2	96
СМД-14, СМД-14А	18,4	92
Д-65Н	14,0	70
Д-50, Д-50Л	10,5	52
Д-37Е	9,6	48
Д-37М	14,0	70

### 3.4 ДІАГНОСТИКА СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

#### 3.4.1 Перевірка герметичності системи охолодження

Герметичність системи охолодження перевіряють, використовуючи компресорно-вакуумну установку або звичайний компресор, в наступному порядку.

1. Перевірити рівень води в радіаторі и при необхідності долити.
2. Перевірити стан прокладки и головки циліндрів. Для цього запустити і прогріти двигун до температури охолоджуваної рідини 80...90 °С. Заглуши-

ти двигун и зняти форсунку першого циліндра. Встановити поршень першого циліндра у ВМТ на такті стиснення і, подаючи в камеру згоряння через отвори для форсунки від компресора стиснене повітря під тиском 0,5 МПа, спостерігати за поверхнею води у верхньому бачку радіатора. При несправності головки циліндрів (тріщинах, жолобленні) або прокладки головки блоку (прогоранні) з води виходять бульбашки повітря.

3. По черзі встановити поршні інших циліндрів у ВМТ (на такті стиснення) відповідно до порядку роботи двигуна і, подаючи стиснене повітря у відповідний циліндр, перевірити, чи немає пропускання повітря в сорочку головки блоку з інших циліндрів. Несправність усувають заміною прокладки, знявши головку блоку циліндрів.

4. Перевірити герметичність з'єднань системи. Для цього щільно закрити горловину радіатора пристосуванням для подачі в систему стисненого повітря через насадку. Якщо пароповітряний клапан виконаний окремо від пробки заливної горловини, зняти клапан, а замість нього встановити пристосування і щільно закрити горловину пробкою. За допомогою компресорно-вакуумної установки в систему охолодження через вказане пристосування подати стиснене повітря під тиском 0,15 МПа і включити секундомір. Падіння тиску на значення, що перевищує 0,01 МПа за 10 с, вказує на наявність течі в системі. Підтікання виявляють також зовнішнім оглядом сполучних місць.

5. Якщо немає компресора, герметичність системи охолодження можна перевірити, прокрутивши колінчастий вал двигуна за допомогою пускового пристрою або стартера. Для цього необхідно зняти ремінь вентилятора (водяного насоса), попередньо послабивши його натяг і, прокручуючи колінчастий вал при включеній подачі палива, спостерігати за поверхнею води у верхньому бачку радіатора. При несправності з води виходять бульбашки повітря.

### **3.4.2 Перевірка загального стану системи охолодження при працюючому двигуні**

1. Перевірити рівень охолоджувальної рідини в радіаторі і при необхідності - долити.

2. Перевірити вбудований термометр системи охолодження за допомогою контрольного. Різниця в показаннях термометрів в діапазоні температур 20..10 ° С не повинна перевищувати + 5 % вимірюваної величини.

3. Закрити шторку радіатора. Встановити один контрольний термометр замість датчика розрахункового термометра, а другий - в заливну горловину радіатора. Зафіксувати послідовно різницю показань контрольних термометрів. Для цього прогріти двигун до температури в головці блоку (перший термометр) - 50 ... 60 ° С. Зняти показання другого термометра. Потім прогріти двигун до температури в радіаторі (другий термометр) - 85 ... 90 ° С і зняти показання першого. Різниця показань термометрів більше 25 ° С в першому

випадку і менше  $10^{\circ}\text{C}$  - у другому, свідчить про несправність клапана термостата.

### 3.4.3 Перевірка стану клапана термостата

1. Зняти термостат, вийняти його з корпусу і очистити від накипу кип'ятінням в содовому розчині (75 г каустичної соди на 1 л води).

2. Перевірити зовнішнім оглядом стан сільфона. Для цього встановити в посудину контрольний термометр і, нагріваючи воду, зафіксувати по ньому температуру початку і повного відкриття клапана термостата. Температура початку і повного відкриття клапана термостата повинна знаходитися відповідно в межах  $70 \pm 2$  і  $85 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Несправний термостат замінити.

### 3.4.4 Перевірка натягу пасів вентилятора, генератора і компресора

Натяг ременів вентилятора, генератора і компресора автотракторних двигунів перевіряють за допомогою пристосування КІ-13918 ГОСНИТИ (рис. 3.4).

Розмітка сектора І служить для визначення характеру натягу паса і являє собою дві похилі лінії, між якими стоїть позначення "Норма", що визначає зону нормального натягу пасів. Уздовж однієї з ліній нанесені цифри 1-6, умовно позначають конкретний тип паса. На секторі 2 нанесена довідкова таблиця, за якою можна визначити, який пас перевіряється на конкретному агрегаті конкретного двигуна. Агрегати двигуна позначаються в таблиці умовно літерами: В - вентилятор, Г - генератор, К - компресор. Умовно цифрове позначення типу паса аналогічно сектору І дається в табл. 3.8. Якщо тип паса, що перевіряється невідомий, то необхідно виміряти його основні параметри і визначити по табл. 3.9 його тип.

Якщо приладу немає, то необхідно користуватися традиційними методами. Зусилля натягу і прогин паса наведено в табл. 3.9.

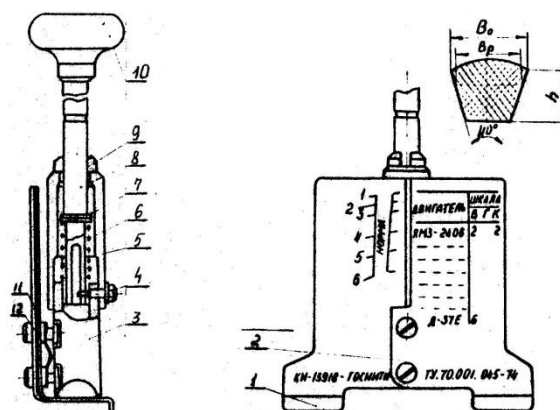


Рис.3.4 – Пристрій для перевірки натягу пасів КІ-13918 ГОСНИТИ  
1 – сектор І; 2 – сектор ІІ; 3 – корпус; 4 – гвинт; 5 – циліндр; 6 – пружина; 7, 11 – шайби; 8 – вісь; 9 – кільце; 10 – ручка; 12 – пружина

Таблиця 3.7 – Типи застосовуваних пасів і їх умовне позначення

Двигун	Пас і його умовне (цифрове) позначення					
	вентилятора		компресора		генератора	
ЯМЗ-240Б	14x13	2	14x10	2	-	-
ЯМЗ-238НБ	19x12,5	1	14x10	2	11x10	4
СМД-60	19x12,5	1	-	-	8,5x8	6
СМД-62,СМД-64	19x12,5	1	16x11	3	8,5x8	6
Д-160, Д-130, Д-108	16x11	3	-	-	12,5x9	5
Д-65	16x11	3	-	-	8,5x8	6
Д-75, Д-50, Д-50Л	16x11	3	-	-	-	-
Д-48	16x11	3	-	-	-	-
А-01, А-01М	14x10	2	-	-	-	-
СМД-14А, СМД-14К	19x12,5	1	-	-	-	-
СМД-15К, СМД-15КФ	19x12,5	1	-	-	-	-
Д-240, Д-240Л	11x10	1	-	-	-	-
Д-37Е, Д-37М, Д-21	8,5x8	2	-	-	-	-
Д-16, Д-144	8,5x8	1	-	-	-	-

Таблиця 3.8 – Визначення типів пасів

Тип	Умовне позначення	В <sub>0</sub> , мм	В <sub>р</sub> , мм	h, мм
I	8,5x8	10,5	8,5	8
	11x10	13	11	10
	14x13	17	14	13
II	12,5x9	15	12,5	9
	14x10	17	14	10

### 3.4.5 Порядок операцій при перевірці натягу пасів

1. Оглянути паси. При замастлюванні, розшаруванні, глибоких тріщинах, перекосі і перекручуванні паси слід замінити. Пристрої: КІ-13918 ГОСНИТИ.

2. Встановити пристосування КІ-13918 перпендикулярно до порожнини паса в середній точці між шківками. Упори секторів 1 і 2 (рис. 3.4) повинні щільно прилягати до бічної поверхні паса, а основи секторів – прилягати - до зовнішньої поверхні паса.

3. Натиснути рукою на ручку 4 (рис.3.4) і, зафіксувавши кут прогину, зняти прилад з паса. При прикладенні навантаження домогтися суміщення торця кільця 3 з рискою осі. Під дією прикладеного навантаження пас прогинається, сектори повертаються і фіксують кут прогину.

4. Визначити характер натягу і вид необхідної регулювальної операції за шкалою сектора I. Якщо контрольна грань сектора 2 вийде з поля нормального натягу "норма" зліва за місце, де стоїть цифрове позначення цього типу паса, необхідно провести натяг паса, а якщо контрольна грань сектора зупинилася праворуч від сектора "норма", то пас потрібно послабити.

Таблиця 3.9 – Допустимі значення діагностуємих параметрів пасів вентилятора, генератора і компресора

Двигун	Пас генератора		Пас компресора		Пас вентилятора	
	Зусилля, Н	Прогин, мм	Зусилля, Н	Прогин, мм	Зусилля, Н	Прогин, мм
ЯМЗ-240	30...50	15...22	30...50	10...15	30...50	10...15
ЯМЗ-238НБ	30...50	10...15	30...50	5...10	30...50	10...15
СМД-62, СМД-60	40...60	8...15	30...50	10...15	40...60	15...22
Д-130, Д-108	50...70	8...15	-	-	50...70	20...25
А-01, А-01М	40...60	8...15	-	-	40...60	15...20
А-41, СМД-14, СМД-14А	50...70	5...8	-	-	-	-
Д-65Н	30...50	10...15	-	-	-	-
Д-240, Д-240Л	30...50	10...15	-	-	-	-
Д-54А	50...70	15...20	-	-	30...50	15...20
Д-50, Д-50Л, Д-48ПЛ	30...50	10...15	-	-	-	-
Д-48Л, Д-48М, Д-21, Д-37М, Д-37Е	30...50	15...22	-	-	-	-

### 3.5 ДІАГНОСТИКА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

#### 3.5.1 ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ПОДАЧІ ПАЛИВА НИЗЬКОГО ТИСКУ

Систему подачі палива низького тиску перевіряють у разі зниження потужності дизеля (при бездомному вихлопі), а також при зменшенні прискорення розгону. Для цього запускають дизель і при роботі на максимальній частоті обертання холостого ходу навантажують його до досягнення номінальної частоти обертання колінчастого вала. При відсутності спеціального пристрою навантаження створюють дроселюванням повітря у впускній системі, знявши фільтр грубого очищення повітря і плавно прикриваючи вхідну трубу повітроочисника заслінкою. Потім, вигвинтивши фільтра тонкого очищення палива (як при видаленні повітря з системи паливоподачі), спостерігають за струменем витікаючого палива. При цьому паливо повинне витікати під напором, а струмінь повинна бути безперервною і не містити бульбашок повітря. При слабкому напорі і наявності повітря в струмені палива,

перевіряють стан фільтра тонкого очищення палива, перепускного клапана і насоса, що підкачує паливо.

Для перевірки технічного стану елементів фільтра тонкого очищення, перепускного клапана і насоса, що підкачує паливо використовується пристрій КІ-4801 ГОСНІТІ (рис. 3.5).

### 3.5.2 Контроль і технічне обслуговування паливної апаратури високого тиску

**1. Параметри технічного стану.** Стан паливної апаратури характеризується наступними - параметрами: тиском впорскування; якістю розпилення палива; зносом плунжерних пар і нагнітаючих клапанів; частотою обертання колінчастого вала; подачею палива насосом; нерівномірністю подачі палива; кутом випередження подачі палива; коефіцієнтом запасу циклової подачі при зниженні частоти обертання; ступенем нерівномірності і нечутливості регулятора частоти обертання.

Із збільшенням напрацювання перераховані параметри погіршуються. Початковий стан паливної апаратури відновлюють, замінюючи непридатні до подальшої експлуатації складові частини і проводячи необхідні регулювання. Ознаками (симптомами) незадовільної роботи паливної апаратури можуть бути важкий запуск, нестійка робота дизеля, підвищена димність відпрацьованих газів, знижена потужність і підвищена питома витрата палива.

Дизель важко запускається найбільш часто при наявності повітря і води в системі паливоподачі, неправильного встановлення моменту подачі палива і незадовільному стані форсунок.

Щоб виявити причини важкого запуску, спочатку перевіряють чи немає повітря в системі паливоподачі (шляхом прокачування системи).

Після цього перевіряють тиск впорскування і якість розпилення форсунками палива. Якщо паливна апаратура справна, а якість палива задовільна, то важкий запуск дизеля може бути результатом слабкої компресії, попадання води в циліндри з системи охолодження, порушення фаз газорозподілу, нещільного прилягання клапанів до гнізд головки та ін.

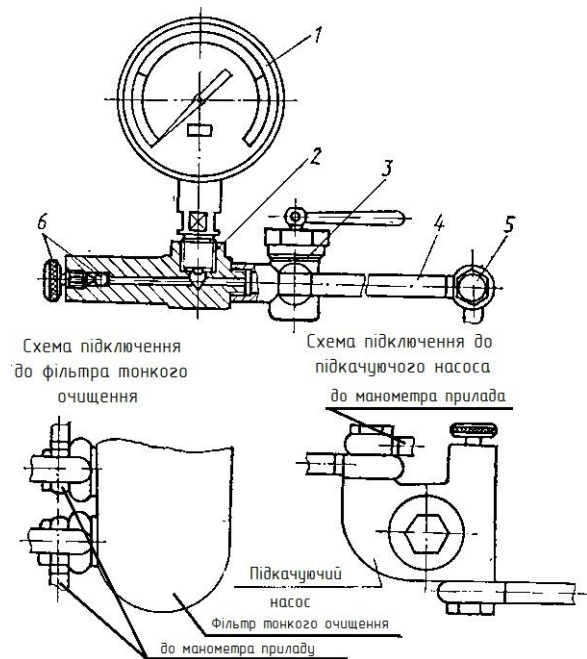


Рис. 3.5 – Пристрій КІ-4801 ГОСНІТІ:  
1 – манометр; 2 – корпус із клапаном; 3 – кран; 4 – шланг; 5 – пустотілий приєднувальний болт; 6 – клапан для скидання повітря із приладу

Нестійка робота дизеля визначається також попаданням води в циліндри, наявністю в паливі повітря, закоксованістю або заляганням голки в корпусі розпилювача, надмірним зносом прецизійних пар паливного насоса, великою нерівномірністю подачі палива, значним зносом механізмів регулятора. Спостерігаються також випадки поломки в механізмі приводу плунжера, нагнітальних клапанів і форсунок, заїдання рейки паливного насоса або муфти регулятора, зависання клапанів газорозподілу.

Підвищена димність відпрацьованих газів, як правило, виникає при неповному згорянні палива, яке може бути викликане незадовільною роботою форсунок, занадто раннім або, навпаки, пізнім впорскуванням палива в циліндри, надмірної подачею палива, недостатчею повітря (у разі сильного засмічення повітроочисника). Інші несправності, пов'язані з роботою регулятора, виникають, зазвичай, дуже рідко, тому нормативними документами оцінка цих параметрів не передбачена.

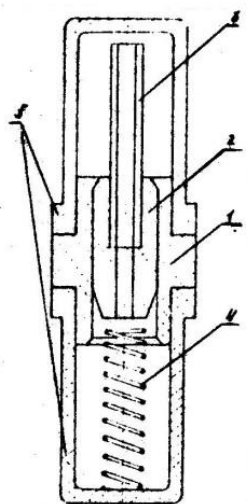


Рис. 3.6 – Пристрій для визначення моменту початку подачі палива моментоскоп КИ-4941 ГОСНІТІ:

- 1 – гайка накидна; 2 - ущільнювальний наконечник; 3 – скляна трубка; 4 – пружина; 5 – захисний ковпак

**2. Перевірка правильності встановлення початку подачі палива.** Момент початку подачі палива плунжерною парою насоса перевіряють за допомогою пристрою КИ-13902, в який входять моментоскоп КИ-4941 (рис. 3.6 ) з набором технологічних пружин, показник з голками і набір шаблонів кутомірів. Момент початку подачі палива визначають за початком підйому рівня палива в скляній трубці при повільному прокручуванні колінчастого валу вручну.

Якщо плунжерні пара має знос, то подача палива починається дещо пізніше, що обумовлено підвищеними витокami палива через зазор між втулкою і плунжером, так як прокручування двигуна здійснюється вручну. З цієї причини практично неможливо встановити оптимальний кут випередження початку подачі палива. При цьому після регулювання неминуче виходить надмірно раннє впорскування, так як при роботі дви-

гуна (за рахунок великих швидкостей) знос плунжерної пари практично не впливає на момент початку подачі палива.

Вказаний недолік можна усунути заміною пружини нагнітального клапана насоса технологічною пружиною, що входить в комплект пристрою, жорсткість якої в 8 - 10 разів менше жорсткості робочої пружини. Таку пружину можна виготовити в любій майстерні, взявши дріт у два рази тонше.



3. **Діагностування і технічне обслуговування форсунок.** Без зняття із дизеля форсунки діагностують за допомогою пристосування КІ-9917 (рис. 3.7) і автостетоскопа ТУПБе0-003, а при знятій форсунці - з допомогою приладу КІ-562 (рис. 3.8), що представляє собою ручний насос високого тиску.

Таблиця 3.10 – Номінальні і допустимі значення тиску впорскування палива форсунками

Двигун	Тиск впорскування, МПа
ЯМЗ-240Б	$16,5 \pm 0,5$
ЯМЗ-238НБ	$15,0 \pm 0,5$
СМД-62, СМД-60, Д-240, Д-240Л	$17,5 \pm 0,5$
Д-108, Д-130	$20,0 \pm 0,5$
СМД-14, СМД-14А, Д-54А, Д-50, Д-50Л, Д-48М, Д-46ПЛ, Д-48Л	$12,5 \pm 0,5$
Д-65Н, Д-37Е, Д-37М, Д-21	$17,0 \pm 0,5$

4. Діагностування прецизійних пар паливного насоса. Стан прецизійних пар паливного насоса перевіряють за допомогою пристрою КІ-4802, який включає в себе манометр зі шкалою 0...40 МПа паливодірт високого тиску, корпус-рукоятку і секундомір. В середині рукоятки розміщений запобіжний клапан, що слугує для запобігання псування манометра. Клапан регулюють за допомогою регулювальної гвинта по тиску початку відкриття 30 ... 32 МПа.

### 3.5.3 Перевірка форсунок елементів системи паливоподачі низького тиску

1. Запустити двигун і встановити максимальний швидкісний режим.  
**Пристрій:** ІМД-Ц, тахометр ІЧ-10, КІ-4801 ГОСНІТІ.

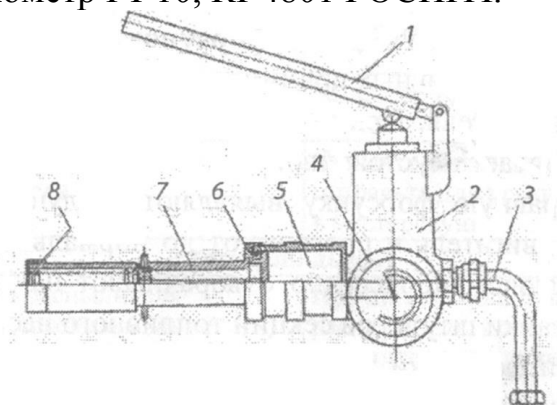


Рис. 3.7 – Пристрій КІ-9917 ГОСНІТІ:

1 – важіль; 2 – корпус; 3 – паливо дріт високого тиску; 4 – манометр; 5 - резервуар для палива; 6 – поршень; 7 – ручка резервуара; 8 – пружина

2. Навантажити дизель до досягнення номінальної частоти обертання. Частота обертання контролюється за тахометром або пристроєм ІМД-Ц. На-

вантаження двигуна імітують дроселюванням повітря у впускній системі, для чого знімають фільтр і плавно прикривають вхідну трубу повітроочисника заслінкою.

3. Вигвинтити зливний вентиль фільтра тонкого очищення і спостерігати за струменем палива як при видаленні повітря із системи. Паливо повинно витікати під напором, а струмінь повинний бути безперервним і не містити бульбашок повітря. При слабкому напорі і наявності повітря в струмені палива перевірте стан фільтрів тонкого очищення палива, перепускного клапана і насоса, що підкачує, виконавши роботи, зазначені в п. 3 – 5.

4. Підключити до системи паливоподачі низького тиску пристосування КІ-4801. Один з наконечників пристосування під'єднати до нагнітальної магістралі перед фільтром тонкого очищення палива, а інший - між фільтром і паливним насосом. **Пристрої:** КІ-4801 ГОСНІТІ, ключі гайкові.

5. Видалити повітря з системи паливоподачі.

6. Переключити кран пристрою КІ-4801, виміряти тиск палива до і після фільтра тонкого очищення. Якщо тиск палива після фільтра тонкого очищення знаходиться в межах 0,06 ... 0,08 МПа, то це свідчить про справність фільтруючих елементів, перепускного клапана та насоса, що підкачує, і діагностування припиняється. Якщо ж цей тиск нижче, то необхідно оцінити технічний стан елементів (див. п.7).

7. Оцінити стан насоса, що підкачує, фільтра і перепускного клапана.

Якщо є відхилення від зазначених значень, перевірити справність кожного елементу окремо.

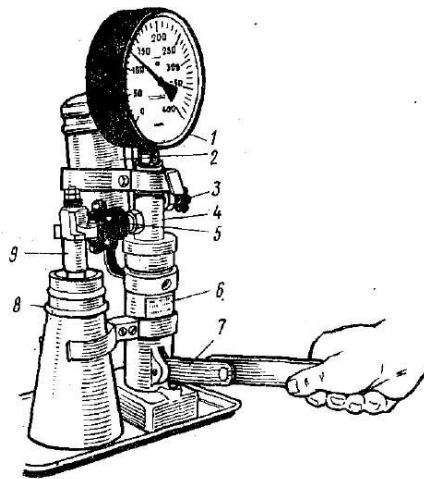


Рис. 3.8 – Пристрій КІ-562 ГОСНІТІ для випробування форсунок:  
1 – манометр; 2 – бачок; 3 – запірний вентиль; 4 – розподільник; 5 – маховичок; 6 – корпус приладу; 7 – важіль; 8 – глушник; 9 – форсунка

Тиск палива перед фільтром, що створюється паливопідкачуючим насосом поршневого типу, повинно бути не менше 0,08 МПа, а після фільтра - не менше 0,04 МПа. Якщо тиск після фільтра тонкого очищення менше 0,04 МПа, то необхідно перевірити справність перепускного клапана. Робота двигуна

при тиску за фільтром нижче 0,02 МПа неприпустима, оскільки при цьому знижується потужність.

7.1. Перевірити справність перепускного клапана. Для цього, зупинивши дизель, встановити замість робочого клапана контрольний і знову запустити двигун, зафіксувавши тиск після фільтра тонкого очищення на номінальних обертах. Якщо тиск після фільтра підвищиться до 0,06...0,08 МПа, значить перепускний клапан зношений і потребує заміни. Якщо тиск залишається колишнім, отже, перепускний клапан справний і необхідно перевірити насос, що підкачує і фільтруючі елементи. Номінальний тиск перед фільтром має бути 0,06 ... 0,14 МПа.

7.2. Перевірити справність насоса, що підкачує по тиску до фільтра. Якщо тиск до фільтра тонкого очищення менше 0,08 МПа, то це свідчить про надмірний знос насоса, що підкачує і в необхідності його заміни або ремонту.

7.3. Перевірити стан фільтруючих елементів по тиску до і після фільтра тонкого очищення. Тиск після фільтра залежить від тиску перед ним і стану фільтрів. При задовільному стані фільтруючих елементів фільтра тонкого очищення при тиску перед фільтром більше 0,14 МПа тиск після фільтра має бути не менше 0,06 МПа. При тиску перед фільтром 0,11 ... 0,14 МПа після фільтра він має бути не менше 0,05 МПа, а при тиску перед фільтром 0,06 ... 0,11 МПа після фільтра він повинен бути не менше 0,04 МПа. При менших значеннях тиску після фільтру замінити фільтруючі елементи.

### 3.14 ПЕРЕВІРКА ПОЧАТКУ ПОДАЧІ ПАЛИВА

1. Від'єднати від 1-ї секції паливного насосу паливопровід високого тиску. Поверхні роз'єднуваних деталей повинні бути чистими. **Пристрої:** Ключ гайковий 17х19.

2. Видалити з 1-го насосного елемента пружину нагнітального клапана, попередньо вивернувши штуцер 1-ї секції паливного насоса. Встановити замість неї технологічну пружину, яка входить в комплект КІ-4941 і КІ-13902. Технологічна пружина встановлюється тільки в тому випадку, якщо плунжерні пари використовувалися понад 1000 мото-год. **Пристрої:** моментоскоп КІ-4941.

3. Ввернути штуцер на місце і встановити на нього моментоскоп. Моментоскоп, з метою уникнення поломок, закріплюється тільки руками. Гайки кріплення трубопроводів інших секцій необхідно послабити. **Пристрої:** комплект КІ-13902.

4. Увімкніть подачу палива і прокрутити колінчастий вал дизеля за допомогою пускового двигуна до заповнення скляної трубки моментоскопа паливом. Струмінь палива повинен бути прозорим і без бульбашок повітря.

5. Ослабити кріплення моментоскопу, знизити рівень палива в трубці до середини, після чого закріпити його знову.

6. Повільно прокрутити колінчастий вал, спостерігаючи за рівнем палива в трубці моментоскопа до моменту початку підйому палива.

7. Зафіксувати це положення колінчастого вала, встановивши за допомогою магніту показчик з голкою в рекомендоване місце, і нанести проти нього риску. Місце вимірювання кута подачі палива вказано в табл.3.11, гр. 3.

8. Встановити поршень 1-го циліндра в ВМТ; продовжуючи прокручувати колінчастий вал, нанести другу риску на шків проти показчика

9. Визначити за допомогою, відповідного даній марці двигуна, шаблону-кутоміра кут між ризками або відстань (до дузі). Результат вимірювань порівняти з даними табл. 3.11. При необхідності, відрегулювати кут випередження подачі палива.

10. Виконати аналогічні перевірки наступних секцій паливного насоса відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна. Якщо різниця в кутах ( $\beta_{\max} - \beta_{\min}$ ) подачі цих секцій виявиться більше  $4^\circ$ , проте кути подачі не виходять за граничні значення, то необхідно відрегулювати кут випередження подачі палива всіх секцій, не знімаючи насос з двигуна. Якщо ж ця різниця виявиться більше  $4^\circ$  або ж кути подачі виходять за граничний рівень, то насос необхідно відправити в майстерню.

### 3.15 ПЕРЕВІРКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ФОРСУНОК БЕЗ ЇХ ЗНЯТТЯ

1. Підготувати пристрій до роботи для чого: встановити в корпус 2 (див.рис. 3.7) важіль 1, закласти вісь і закріпити гайкою; вивернуть із резервуара 5 ручку 7; встановити поршень в нижнє положення (зняти пружину 8 рухомої втулки і зафіксувати); залити паливо в резервуар 5 і закрутити ручку 7; ввернути манометр 4 в корпус 2 і прокачати паливо за допомогою насоса (важелем 1) до тиску 20 МПа (спостерігаючи за манометром, оцінити стан форсунок). **Пристрій:** КІ-9917 ГОСНІТІ.

Таблиця 3.11 – Визначення моменту початку подачі палива (І частина)

Двигун	Спосіб установки поршня у ВМТ або установочного кута початку подачі палива	Місце вимірювання кута	Кут подачі палива, градус до верхньої ВМТ		Довжина дузи на шківу соответствующая і градусу, мм
			Номинальний	Допустимий	
ЯМЗ-240Б	Риски на корпусі гасителя крутильних коливань/через 1 град/ і цифри 19, 21, 23 показчика	Гаситель крутильних коливань	21	22...24	-
ЯМЗ-238НБ	Цифра на маховику співпадає з цифрою на торці муфти випередження вприску палива	Маховик	16 18 20	22...24	-
СМД-60	Вказівник ВМТ, заглиблення на маховику	Те ж саме	22...24	21...25	-
СМД-62	Те ж саме	"	23...25	22...26	-
А-01М	Шпилька під монтаж, заглиблення на маховику	Пакет пластин привода паливного насоса	26...28	25...29	0,54
Д-130	Мітка на маховику, стрілка показчика на задній балці двигуна.	Шків привода генератора	22...24	21...25	2,80
Д-108	Те ж саме	Те ж саме	24...26	23...27	2,80

продовження таблиця 3.11

Двигун	Спосіб установки поршня у ВМТ або установочного кута початку подачі палива	Місце вимірювання кута	Кут подачі палива, градус до верхньої ВМТ		Довжина дуги на шківу соответствующая і градусу, мм
			Номінальний	Допустимий	
А-41	Установочная шпилька, заглиблення на маховику	Шків колінчастого вала	28...30	27...31	1,52
СМД-14	Те ж саме	Те ж саме	18...20	17...21	1,57
СМД-14А, Д-54А	"	Шків привода вентилятора	16...18	15...19	1,50
Д-140, Д-140Л	"	Шків водяного насоса	25...27	24...28	1,60
Д-50, Д-50Л, Д-50Г, Д-48ПЛ	"	Те ж саме	17...19	16...20	1,60
Д-48, Д-48М	Установочная шпилька, заглиблення на маховику	Шків водяного насоса	15...17	14...18	1,60

2. Оцінити рухомість голки розпилювача форсунки для чого зробити декілька качків важелем пристосування, спостерігаючи за показами манометра. Якщо після 8-10 качків важіль стрілки манометра залишається нерухомим або переміщується більше ніж на 0,5...1,0 МПа, то це вказує на зависання голки в корпусі розпилювача.

3. Визначити тиск початку впорскування, для чого: зняти паливопровід форсунки, що перевіряється з секції паливного насоса і приєднати паливопровід до нагнітального штуцера приладу (при необхідності, використовувати перехідну трубку); привести в дію плунжерну пару приладу (насоса) важелем 1 (Швидкість прокачування 60-80 качків в хвилину); плавно збільшуючи тиск палива за допомогою пристосування, зафіксувати тиск, при якому відбувається впорскування палива (Номінальні і допустимі значення тиску впорскування палива наведено в табл. 3.10. При необхідності, відрегулювати форсунку, не знімаючи її з дизеля за допомогою регулювального гвинта).

4. Оцінити якість розпилення палива, для чого нагнати паливо за допомогою важеля пристосування із швидкістю 70 - 80 качків в хвилину, прослухати за допомогою стетоскопа звук впорскування. Впорскування повинно супроводжуватися чітким, добре чутним, переривчастим звуком. Якщо звук впорскування прослуховується слабо і не має яскраво вираженого відтінку (відсічення), то форсунку слід зняти, розібрати, очистити, промити і, зібравши, перевірити на приладі КІ-562.

5. Оцінити герметичність розпилювача форсунки. Нагнітаючи паливо, встановити тиск на 1,0...1,5 МПа менше, ніж тиск впорскування. Виміряти час падіння тиску на величину 1 МПа. Він повинен бути не менше 20 с. **Пристрій:** секундомір.

### 3.16 ПРОМИВКА ФОРСУНОК І ПЕРЕВІРКА ЇХ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИСТРОЮ КІ-562

1. Зняти потрібну форсунку і промити її. Форсунка промивається в чистому гасі або дизельному паливі за допомогою волосяної щітки. **Пристрої:** волосяна щітка, спеціальні чистики, ванна для промивання; земник.

2. Розібрати форсунку, для чого відвернути, користуючись лещатами, гайку розпилювача і зняти розпилювач. При розборі форсунки підвищеного тиску впорскування спочатку відвернути ковпак, потім послабити контргайку регулювального гвинта і відвернути його для послаблення зусилля пружини, після чого відвернути гайку розпилювача. Корпус голки розпилювача покласти у ванну з чистим бензином.

3. Очистити корпус розпилювача та голку від нагару. Нагар очищається за допомогою комплекту чистиків, а отвір розпилювача в місці розташування голки прочищають свердлом або латунним дротом відповідного діаметру. Голка розпилювача добре очищується переміщенням по дошці з м'яких порід дерева. Із кармана розпилювача залишки нагару видаляються Г-подібним а запірний конус - латунним чистиками. Очищення деталей наждачним папером і шабером не допускається. **Пристрої:** комплект спеціальних чистиків, латунна проволочка або свердло відповідного діаметра.

4. Очищені деталі промити і переконатися у вільному русі голки в корпусі. Деталі після чищення промивають спочатку в бензині, потім в дизельному паливі. При промиванні голку розпилювача переміщують в корпусі, зануреному в паливо. **Пристрої:** ванночка з бензином і дизельним паливом.

5. Злегка притерти запірну частину голки до корпусу. Після притирання знову обполоснути корпус і голку в чистому дизельному паливі.

6. Впевнитись у вільному русі голки в корпусі. Встановіть змочену в дизельному паливі голку в корпус розпилювача так, щоб вона була висунута з нього на 2/3 своєї довжини і нахиліть корпус на 45°. Якщо голка під дією власної маси опуститься в корпусі до кінця значить деталі очищені добре, а якщо ні, то операції з очищення, притирці і промивці слід повторити. Зависання голки в корпусі не допускається.

7. Очистити від нагару притискну гайку і промити її в дизельному паливі.

8. Встановити корпус розпилювача з голкою на місце і закріпити його гайкою. Зусилля закручування гайки повинно бути 70 Нм.

9. Відгвинтити ковпак і послабити контргайку регулювального гвинта і встановити форсунку на прилад. Для встановлення форсунки на прилад притиснути штуцер форсунки до маховика приладу так, щоб розпилювач був повернений трохи убік, і, притримуючи форсунку рукою, навернути маховик приладу на штуцер форсунки до відмови, а потім повернути форсунку так, щоб вона зайняла вертикальне положення. **Пристрої:** ключ, викрутка, прилад КІ-562.

10. Виконати пробне впорскування і перевірити герметичність форсунки в місці її кріплення до приладу. Підтікання палива в місці прилягання розпилювача до гайки і в з'єднанні штуцера форсунки з маховиком приладу не повинно бути.

11. Відрегулювати початковий тиск впорскування у відповідності з даними табл.3.2. Тиск впорскування палива регулюють за допомогою регулювального гвинта форсунки. Пристрої: викрутка, ключ спеціальний.

12. Виконати нагнітання палива без впорскування і визначити тривалість падіння тиску протягом 20 с і порівняти цей час з номінальним.

13. Перевірити якість розпилу палива. Паливо повинно впорскуватися в туманоподібному стані без візуально помітних крапель, струменів і місцевих згущень. Початок і кінець впорскування повинні супроводжуватись характерним чітким звуком.

14. Перевірити кут конуса розпилювача палива по діаметру відбитка вприску на папері, який покладено на основі прилада. При перевірці вісь форсунки повинна розміщуватись вертикально. Допустимий діаметр відбитку для форсунки двигунів А-41, МТЗ-80, МТЗ-82 та інших аналогічного класу повинен бути 98...100 мм. Відхилення центра відбитка від сліду осі форсунки не повинно перевищувати 19 мм.

### **3.17 ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРЕЦИЗІЙНИХ ПАР ПАЛИВНОГО НАСОСА**

1. Перевірити технічний стан прецизійних пар паливного насоса, для чого: зняти з однієї із секцій насоса паливопровід високого тиску і замість нього під'єднати пристрій КІ-4802; прокрутити дизель за допомогою пускового пристрою, плавно включаючи подачу палива до встановленого значення. Максимальний тиск кожної секція насоса має бути 30 ... 32 МПа. При тиску вище зазначених значень спрацьовує запобіжний клапан. При тиску нижче 30 МПа (в СМД-14 – 25 МПа) насос відправляють в ремонт. Пристрій: КІ-4802.

2. Перевірити герметичність нагнітального клапана, для чого зафіксувати максимальне тиск, що розвивається секцією, і спостерігати за його падінням. При досягненні тиску 15 МПа зафіксувати час падіння тиску до 10 МПа. Цей час при справному нагнітальному клапані повинен бути не менше 10 с. Якщо він менший, насос відправляють в ремонт. **Пристрої:** секундомір.

3. Перевірити частоту обертання колінчатого вала на різних режимах роботи. При цьому перевіряється правильність роботи регулятора частоти обертів паливного насоса. **Пристрої:** ИМД-Ц або тахометр ИО-30, СК-75, ТЧ10-Р і ін., секундомір, дроселюючий пристрій, комплект ключів.

3.1. Зняти очисник повітря і на його трубу надіти дроселююче пристосування. Допускається відхилення номінального значення частоти обертання колінчастого вала в межах + 2%

3.2. Навантажити двигун з допомогою дроселюючого пристрою до моменту різкого зниження частоти обертання колінчастого вала. При необхід-

ності змінюють налаштування регулятора частоти обертання. При відсутності дроселюючого пристрою двигун можна навантажувати при знятому повітроочиснику грубого очищення заслінкою, поступово перекриваючи вхідний отвір всмоктуючого патрубка.

3.3. Знижуючи поступово навантаження, зафіксувати різке збільшення частоти обертання колінчастого вала двигуна і виміряти цю частоту за допомогою ИМД-Ц або тахометра. Технологія оцінки частоти обертання колінчастого вала двигуна за допомогою ИМД-Ц приведена в лабораторній роботі №2.

4. Визначити продуктивність насосних секцій і нерівномірності їх роботи. Операція проводиться лише в тому випадку, якщо нерівномірність навантаження циліндрів перевищує 15% (див. п.4). Операція проводиться на прогрітому двигуні. **Пристрої:** топливомір КІ-4818, ИМД-Ц, тахометр ИО-39, СК-75, ТЧ10-Р, витратомір КІ-8910А або вимірювальні бачки.

4.1. Під'єднати паливомір до секцій насоса за допомогою паливопроводів і перемикача подачі палива. Паливомір КІ-4818 включають в систему паралельно трубопроводам, що йдуть до форсунок двигуна. При цьому перемикачі подачі палива дозволяють частково або повністю відводити паливо від перевірених циліндрів.

4.2. Запустити двигун і за допомогою перемикачів направити паливо від двох секцій насоса до форсунок паливоміра і, регулюючи за допомогою перемикача подачу палива в один із працюючих циліндрів, встановити номінальну частоту обертання колінчастого вала. Після цього переключити напрямок зливу палива в мірні стаканчики. Через хвилину перевести лотки в положення зливу і визначити продуктивність двох секцій паливного насоса. Контрольні форсунки паливоміра встановлюють у склянки приладу з піногасниками, а датчик тахометра монтують на валу відбору потужності (ВВП). Продуктивність секцій паливного насоса визначається за шкалою мірних стаканчиків приладу КІ-4818. Таким же чином визначається продуктивність і двох інших секцій насоса (при тій же частоті обертання вала). При діагностуванні 6-та 8-циліндрових двигунів для підключення до нових секцій паливоміра необхідна зупинка двигуна.

4.3. Провести всі операції і регулювання, описані вище. Пристрої: тахометр ИО-39, СК-75, ТЧ10-Р та ін., комплект ключів.

4.4. Запустити дизель і встановити максимальну частоту обертання колінчастого вала двигуна і зафіксувати це значення або частоту обертання вала відбору потужності. Частоту обертання колінчастого вала найзручніше визначати за допомогою індикатора потужності двигуна ИМД-Ц, а при його відсутності - за допомогою рекомендованих тахометрів.

4.5. відключати по черзі циліндри двигуна. Встановити спочатку точно таку ж частоту обертання, як і при відключенні першого циліндра, а потім, включивши подачу палива у відключений циліндр, зафіксувати частоту обертання вала при роботі всіх циліндрів. Нерівномірність навантаження циліндрів визначається з виразу



$$H = \frac{n_{\max} - n_{\min}}{n_{\max} + n_{\min}} \times 2 \times 100,$$

де  $n_{\max}$  і  $n_{\min}$  - відповідно максимальна і мінімальна частота обертання колінчастого вала двигуна або ВВП, отримана при почерговому перемиканні циліндра з неробочого положення в робоче.

4.6 За результатами вимірювання підрахувати нерівномірність  $H$  навантаження циліндрів. Якщо нерівномірність навантаження циліндрів перевищує 15%, то необхідно перевірити нерівномірність подачі палива секціями паливного насоса паливоміра до нових секцій насоса. У 6-циліндрових двигунів одночасно підключають по три секції і вимірюють продуктивність почергово кожної секції.

\* - допускається похибка  $\pm 30 \text{ хв}^{-1}$ .

\*\* - / - / +30...-60  $\text{хв}^{-1}$ .

\*\*\* - / - / +27...34 г/кВт\*г.

Таблиця 3.12 – Експлуатаційні показники двигунів

Двигун	Потужність, кВт			Номинальна частота обертання колінчастого вала, $\text{хв}^{-1}$		Витрати палива, $\text{кг/год}$			Продуктивність насосних елементів, $\text{см}^3/\text{хв}$			Додаткова витрата палива, $\text{г/кВтгод}^{***}$
	номінальна	допустима		при номінальній подачі палива, $\text{хв}^{-1}$ *	на холостому ході**	номінальна	допустима		номінальна	допустима		
		мінімальна	максимальна				мінімальна	максимальна		мінімальна	максимальна	
ЯМЗ-238НБ	220	206	235	1900	2150	52,6	50,0	56,3	103	97,8	110,2	266
СМД-60	121	115	129	2100	2260	32,2	30,6	34,5	120	114,0	128,4	266
А-01 М	95	90	102	1700	1810	25,4	24,1	27,2	95	90,2	101,6	266
СМД-14	55	52	59	1700	1810	15,0	14,2	16,0	84	79,8	89,9	272
СМД-14А	66	63	71	1750	1865	17,6	16,7	18,8	98	93,1	104,9	266
Д-65	40	38	43	1700	1810	11,0	10,4	11,8	61	58,0	65,3	272
Д-37Е	29	28	31	1600	1705	7,6	7,2	8,1	42	39,9	44,9	260

1.1. Використовуючи отримані дані, визначити подачу палива кожної секції порівняти отримані значення подачі з номінальними (табл. 3.12). Подача палива кожною секцією визначається за формулою:

$$V_i = 60 V_i / t,$$

де  $V_i$  - об'єм палива,  $\text{см}^3$  (за шкалою мірних стаканчиків);  $t$  - час вимірювання, с. Допустимі значень подачі палива перевищують номінальні на 4...10  $\text{см}^3/\text{хв}$  для різних двигунів, що становить в середньому 7% номінального значення.

**Примітка.** Для вимірювання витрати палива використовують витратомір КІ-8910А, який встановлюють в ланцюг живлення відразу після паливного бака. Витратомір дозволяє виконувати тривалі вимірювання і може бути використаний для визначення продуктивності окремих секцій насоса підключенням його відразу після секції.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4**

### **ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ (ЦПГ), КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМУ (КШМ), ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ (ГРМ)**

#### **4.1 ПАРАМЕТРИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ**

##### **4.1.1 Циліндро-поршнева група (ЦПГ)**

Основним параметром циліндро-поршневої групи є витрата картерної оливи на угар, проте відсутність достатньо ефективного експрес-методу визначення цього параметру не завжди дозволяє об'єктивно судити про стан даного механізму. Крім того, угар оливи протягом тривалого часу роботи двигуна змінюється незначно і лише при великому зносі деталей циліндро-поршневої групи, зокрема поршневих кілець, починає різко зростати. Такий характер зміни угару оливи в залежності від напрацювання ускладнює прогнозування залишкового ресурсу.

Стан кожного циліндра окремо можна оцінити по компресії в ньому (тиску в кінці такту стиснення). Проте різниця в значенні компресії у нового та зношеного дизелів зростає із зменшенням частоти обертання колінчастого вала. Тому компресію рекомендується визначати при пусковій частоті обертання колінчастого вала. Величина компресії також залежить від температури стінок циліндрів. Дотримання однакових умов при перевірці компресії кожного циліндра у двигуна важко. Тому компресія є орієнтовним параметром для оцінки стану циліндро-поршневої групи. Одна з ознак слабкою компресії - важкий пуск дизеля.

Про інтенсивність зношування зчленувань двигуна можна судити по концентрації продуктів зносу в картерній оливі за допомогою спектрографічної установки МФС-3. У цьому випадку для оцінки ступеня зношеності основних деталей поруч з регулярним спектральним аналізом проб оливи необхідно знати хімічний склад матеріалів деталей і співвідношення швидкостей зносу зчленувань. Про доцільність розбирання двигуна для ремонту або усунення несправності судять по різкому зростанню концентрації основних елементів зносу в працюючій оливі. Наприклад, значне зростання концентрації алюмінію свідчить про граничний знос поршнів і необхідності їх заміни.

Крім того, є ще один спосіб оцінки технічного стану окремих циліндрів за величиною розрідження, створюваного на такті розширення при прокру-

чуванні колінчастого вала двигуна за допомогою пускового пристрою або стартера. На відміну від способу, заснованого на визначенні компресії, цей спосіб менш трудомісткий і більш точний. При цьому замість компресіометра застосовують вакуум-аналізатор, що дозволяє діагностувати окремі циліндри, не закріплюючи прилад в голівці циліндрів.

Найбільшого поширення для оцінки стану циліндро-поршневої групи отримав спосіб визначення кількості газів, що прорвалися в картер.

#### **4.1.2 Кривошипно-шатунний механізм**

Основними параметрами технічного стану кривошипно-шатунної групи є: тиск оливи в головній магістралі; кількість оливи, що протікає через підшипники; шуми і стуки, що виникають від ударів в зчленуваннях при роботі двигуна; стуки, що виникають при співударі деталей в результаті штучного переміщення поршня і шатуна на величину зазору в сполученнях при непрацюючому двигуні.

Діагностування КШМ по тиску масла в головній магістралі приведено в лабораторній роботі № 1.

Для уточнення діагнозу визначають витрату масла через зазори в підшипниках колінчастого валу, використовуючи масляні калібратори.

Вимірювання проводять на непрацюючому двигуні. Прилад підключають до головної масляної магістралі двигуна і при постійному тиску нагнітають в неї масло, фіксуючи його кількість.

Широке поширення набуло діагностування шляхом прослуховування двигуна під час його роботи за допомогою стетоскопа. Однак таке діагностування є суб'єктивним і залежить від досвіду діагноста і його слухових якостей. Хороші результати дає прослуховування стукотів в непрацюючому двигуні за допомогою стетоскопа при перемінному створенні в над поршневому просторі розрядження та тиску. За допомогою компресорно-вакуумної установки КІ-13907 або КІ-4942.

#### **4.1.3 Газорозподільний механізм (ГРМ)**

Основними параметрами технічного стану механізму газорозподілу є щільність прилягання клапанів до гнізд головки блоку циліндрів; зазори між стрижнями клапанів і бойками коромисел; фази газорозподілу; зазори між втулками і стрижнями клапанів; величина утоплення клапанів у гніздах головки циліндрів; знос кулачків і підшипників розподільного валу.

На нещільності в сполученнях тарілок клапанів і гнізд головки вказує характерне шипіння і свист повітря у впускному і випускному клапанах під час прокручування колінчастого вала вручну при знятих коромислах і повітроочиснику. Однак цей орієнтовний параметр не може служити підставою для притирання клапанів.

ГОСНІТІ розробив метод, що дозволяє дати кількісну оцінку нещільності клапанів по витраті повітря, що проходить через кожен клапан окремо при подачі його в камеру згоряння непрацюючого двигуна від компресорної установки за допомогою приладу К-69М.

Для орієнтовної оцінки величини зазорів клапанів без зняття кришки користуються автостетоскопом ТУ-ПБє0-003 при працюючому двигуні. У разі надмірно великих зазорів в області клапанного механізму прослуховуються чіткі металеві стуки при малій частоті обертання колінчастого валу. При виявленні стуків необхідно зупинити двигун, розкрити клапанну коробку і перевірити зазори шляхом їх безпосереднього вимірювання за допомогою щупа або пристосування КІ-9918.

Сумарний знос деталей механізму газорозподілу (шестерень газорозподілу, підшипників і кулачків розподільного вала ) можна визначити по зсуву кута початку відкриття впускного клапана першого циліндра в бік запізнювання.

Знос кулачків розподільного вала оцінюють безпосередньо на дизелі за величиною переміщення клапанів з урахуванням зазорів між їх стрижнями і бойками коромисел. Цей метод пов'язаний з невеликою витратою праці і не вимагає складних пристроїв.

Утоплення клапанів у гніздах головки визначають безпосереднім виміром.

## **4.2. ОЦІНКА ЗНОШЕНОСТІ ЦПГ ПО КОМПРЕСІЇ В КІНЦІ ТАКТУ СТИСНЕННЯ**

Оцінка зношеності ЦПГ проводиться за допомогою компресіометра КІ-861, що застосовується для виявлення відносної нерівномірності зносу сполучень циліндро-поршневої групи, а також для виявлення несправностей аварійного характеру (поломки або закоксованості поршневих кілець, пригоранню або обриву клапана та ін.).

До компресіометра додаються додаткові перехідні втулки, застосовувані для двигунів СМД-60, СМД-62, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б та ін.

Для перевірки компресії необхідно:

- запустити двигун, прогріти його до робочої температури (60...80 ° С);
- заглушити двигун, зняти форсунки, замість них встановити компресіометр;
- закрити впускний вентиль компресіометра і, повертаючи двигун пусковим пристроєм при вимкненому декомпресорі, виміряти компресію в циліндрах, спостерігаючи за переміщенням стрілки манометра. Коли стрілка зупиниться, зафіксувати показання і відкрити вентиль. Операція повторюється 3 рази.

Аналогічно вимірюється компресія в інших циліндрах відповідно до порядку роботи двигуна. У справного двигуна різниця між максимальним тис-

ком в окремому і середнім значенням тиску в інших циліндрах повинна бути не більше 0,2 МПа. При більшій різниці двигун потребує ремонту.

### **4.3. ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ПО ВИТРАТІ ОЛИВИ НА УГАР**

Для оцінки технічного стану по витраті оливи на угар необхідно підрахувати масові і питомі витрати оливи двигуна у відсотках до витрати палива за останні 10 змін роботи машини і після контрольної зміни. Повна заміна оливи в картері двигуна, якщо вона проводилася протягом цих змін, не враховується. Користуючись даними табл. 3.6, оцініть технічний стан ЦПГ по витраті оливи на угар. Якщо витрата картерної оливи перевищує 2,0 ... 2,5 % витрати палива для двигунів (або 4 ... 4,5 % - двигунів середньої потужності), то циліндро-поршнева група потребує ремонту. Однак найбільш точне визначення технічного стану ЦПГ і можливість визначення залишкового ресурсу дає діагностування за допомогою витратоміра КІ-4887-II (рис. 4.1).

### **4.4. ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДИКАТОРА КІ-4887- II ГОСНІТІ**

Прорив в картер робочих газів - найбільш характерний діагностичний параметр, пов'язаний із зносом циліндро-поршневої групи, причому в однаковій мірі як для дизельних, так і для карбюраторних двигунів. Для цих цілей рекомендується індикатор КІ-4887-II.

Принцип дії приладу заснований на залежності кількості газів, що проходять через дросельний витратомір, від площі прохідного перерізу дросельючого отвору при заданому перепаді тиску в диференціальному манометрі.

Щоб уникнути витоку газів через нещільності картера індикатор забезпечений пристроєм, що дозволяє відсмоктувати гази з картера через вимірювальний пристрій. При цьому вимірювання витрати газу, що відсмоктується з картера, здійснюється при тиску в картері, рівному атмосферному.

Витратомір має прозорий корпус, в якому висвердлені три канали для вимірювання перепаду тиску за шкалою (рис. 4.1).

На прозорому корпусі витратоміра закріплений корпус дроселя, в якому знаходиться дросель з прорізом для проходу газів через індикатор. Проріз перекривається поворотом дроселя за маховичок з накаткою. На його зовнішній поверхні є шкала витрати газів. На поверхні прозорого корпусу нанесені риски початку відліку і риски рівня заливання води в дифманометр. В дещо корпусу дроселя є два калібрувальних отвори, які залежно від положення клапана можуть відкриватися і закриватися. Дросель притискається до корпусу пружиною.

При вимірюванні великих витрат (понад 100 л / хв.) необхідно відкрити калібрувальний отвір в днищі корпусу дроселя. Для цього слід за допомогою

викрутки (через впускний патрубок індикатора) повернути клапан-заслінку до відкриття калібрувальних отворів. Перепад тиску в дроселюючому пристрої встановлюється при всіх вимірах постійним (15 мм вод. ст.) За рахунок зміни площі щілинного отвору, яка в даному випадку є мірою витрати.

Перепад тиску контролюється диференціальним водяним манометром, що з'єднується з входною і вихідною сторонами дроселюючого пристрою (два крайніх стовпчика), третій (середній) стовпчик водяного манометра пов'язаний з атмосферою і служить для порівняння тиску у впускному патрубку з атмосферним.

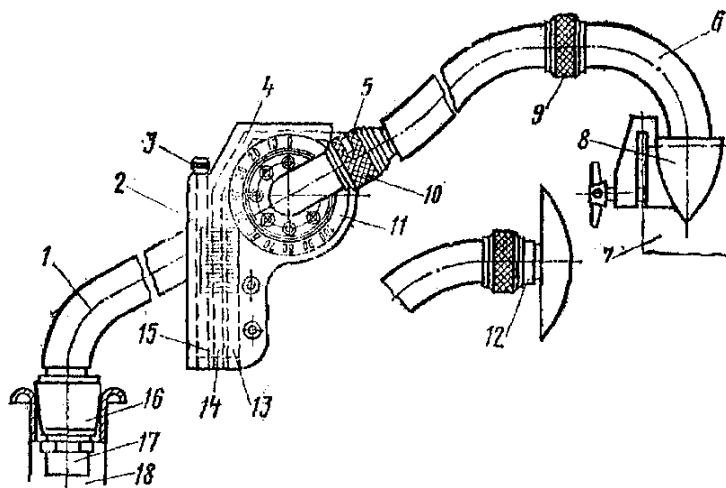


Рис. 4.1 – Індикатор витрат газів, що прорвались в картер КІ-4887-II ГОСНІТІ:

1 – трубопровід; 2 – манометр; 3 – пробка; 4 – корпус газовитратоміра; 5 – дросель; 6 – трубопровід; 7 – вихлопна труба двигуна; 8 – ежектор; 9 – муфта з'єднуюча; 10 – заслінка; 11 – маховичок; 12 – змінні ежекторні пристрої; 13 – правий канал; 14 – середній канал; 15 – лівий канал; 16 – наконечник; 17 – забірний патрубок впускного трубопроводу; 18 – маслозаливна горловина двигуна.

В табл. 4.1 наведені значення номінальних, допустимих і граничних значень витрати картерних газів.

#### 4.5. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЦПГ ДВИГУНА

Залишковий ресурс двигуна визначають за даними табл. 4.3, для чого:

- встановити напрацювання машини з початку експлуатації;
- на перетині стовпця витрати газів з напрацюванням машини визначити залишковий ресурс. Якщо виміряні витрата картерних газів більше або дорівнюють граничному значенню, тобто коли залишковий ресурс дорівнює нулю, слід зазначити необхідність ремонту ЦПГ двигуна і закінчити діагностування.

**Приклад.** Знайти залишковий ресурс ЦПГ, якщо виміряне значення газів

в двигуні СДМ-14 дорівнює 64 л/хв, а напрацювання машини з початку експлуатації склало 950 мотогодин.

Знаходимо по табл. 4.3 найближче до виміряного значення витрати газів двигуна СМД-14, яке дорівнює 66 л/хв, і найближче значення напрацювання від початку експлуатації, яке дорівнює 1000 мотогодин. На перетині колонки прийнятої витрати газів (66 л/хв.) з рядком прийнятого напрацювання (1000 мотогодин) знаходимо залишковий ресурс, який дорівнює 250 мотогодин.

У випадку, якщо двигун ще не досягнув граничного стану, а добитись нормальної роботи шляхом проведених регулювань не вдається, необхідно оцінити технічний стан кожного циліндра окремо.

Таблиця 4.1 – Параметри, що характеризують стан циліндро-поршневої групи

Двигун	Частота обертання колінчастого вала при вимірюванні прориву газів, хв. <sup>-1</sup>	Витрати картерних газів, л/хв		
		номінальний	допустимий	граничний
ЯМЗ-240Б	1900	90	180	260
ЯМЗ-238НБ	1700	72	125	180
СМД-60	2000	62	105	150
СМД-62	2100	65	110	160
А-01М	1700	52	110	160
Д-160	1250	47	100	140
Д-130	1070	40	85	120
Д-41	1750	35	77	110
Д-240	2200	31	70	100
Д-240Л, Д-50, Д-50Л	1700	22	49	70
Д-65Н	1750	24	53	76

#### 4.6 ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЦПГ КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГУНА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИСТРОЮ К-69М

**Призначення і принцип дії приладу.** Прилад призначений для оцінки технічного стану циліндрів, поршневих кілець, клапанів і прокладок головки блоку циліндрів методом вимірювання витоку повітря, що подається від компресорної установки або балона через отвори для свічок або форсунок в камеру стиснення при непрацюючому двигуні рис.4.2.

Прилад призначений для двигунів з діаметром поршня 50 ... 130 мм.

Прилад працює від мережі стисненого повітря з тиском 0,3...0,6 МПа.

##### **Підготовка приладу і двигуна до діагностування.**

Для більш точної оцінки технічного стану двигуна перед його перевіркою необхідно виконати наступні операції:

- 1) очистити голівку блоку циліндрів від пилу і забруднень і продути її стисненим повітрям;

- 2) запустити і прогріти двигун до температури 75... 80 °С;
- 3) послабити затяжку свічок і знову пустити двигун на 10...15 с;
- 4) з'єднати випробувальний наконечник зі штуцером приладу;
- 5) продути шланг від повітряної магістралі і приєднати його до вхідного штуцера приладу;
- 6) відкрити кран повітряної магістралі і вентиль I приладу. Вентиль II приладу повинен бути закритий;

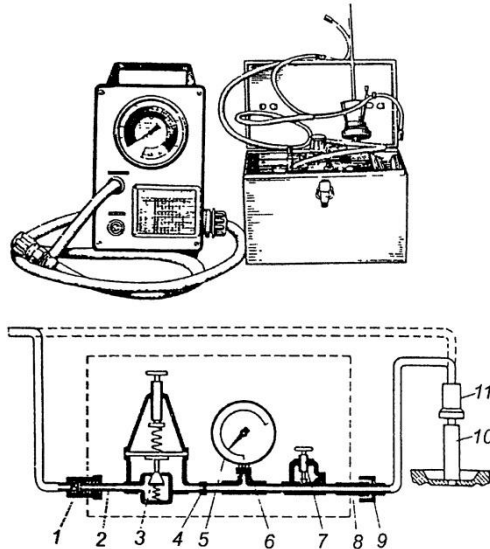


Рис. 4.2 – Прилад К-69М

1 – муфта; 2 - вхідний штуцер; 3 - редуктор; 4 – вхідне сопло; 5 – манометр; 7 – регулювальний гвинт; 8 – штуцер; 9 – з'єднувальна муфта; 10 – наконечник-штуцер; 11 – швидкозмінна муфта.

7) перевірити правильність тарування приладу:

7.1) повертаючи ручку редуктора приладу, встановити стрілку манометра на поділку "нуль" шкали приладу при закритому клапані випробувального наконечника;

7.2) відкрити (поступово) клапан випробувального наконечника, прикриваючи вихідний отвір робочого наконечника пальцем. При цьому стрілка вимірювального манометра повинна відхилитися на позначку 100%, а при закритті клапана - повернутися на нульову позначку. Якщо стрілка встановлюється не на нульову позначку, то встановити її обертанням (в ту чи іншу сторону) рукоятки редуктора;

7.3) вставити гумовий конус випробувального наконечника в поглиблення ніпелю для тарування приладу, розташованого на верхній панелі приладу, і подати повітря, щільно притискаючи наконечник у вертикальному положенні до поглиблення ніпеля. Стрілка приладу при цьому повинна відхилитися на 38... 40%. В іншому випадку відтарувати прилад за допомогою регулювальної голки через отвір на бічній панелі приладу;

8) встановити поршень першого циліндра у ВМТ на такті стиснення за наявними мітками або за допомогою сигналізатора (свистка), який встановлюється у відповідний отвір свічки;

9) зняти кришку і ротор розподільника і з комплекту приладу постави



ти замість ротора спеціальну стрілку (показчик), а на корпус - спеціальне (для діагностуємого двигуна) проградуйоване кільце таким чином, щоб проти стрілки-показчика знаходилась відмітка ВМТ першого циліндра в кінці такту стиснення.

**Оцінка технічного стану ЦПГ.** Не змінюючи з'єднання робочого наконечника (вентиль I повинен бути відкритий, а вентиль II закритий), подати повітря за допомогою робочого наконечника в камеру стиснення першого циліндра. Після зупинки стрілки зняти показання манометра, і записати його у відповідну таблицю-журнал (табл. 4.14).

Перевірити стан ЦПГ інших циліндрів у відповідності з порядком роботи діагностуємого двигуна.

**Роздільне діагностування.** Якщо сумарні витоку повітря через сполучення (показання манометра приладу) великі, то необхідно оцінити місця витоку за допомогою стетоскопа:

1) якщо стиснене повітря проходить через зазор поршень - циліндр, то шум буде прослуховуватися в картері двигуна через оливозаливну горловину;

2) якщо повітря проходить через сполучення клапанів з гніздами, то шум буде прослуховуватися через отвори для свічок в тих циліндрах в яких в даний момент відкритий клапан, однойменний з несправним в циліндрі, що перевіряється;

3) при недостатній герметичності прокладки головки циліндрів (можна спостерігати появу бульбашок повітря через заливну горловину радіатора або в роз'ємі головки і блоку циліндрів, який попередньо змочений мильним розчином.

4) більш точну оцінку стану ЦПГ та інших несправностей можна зробити по різниці витоків в кінці і на початку такту стиснення ( $Y_1 - Y_2$ ). З цією метою слід ще раз повернути колінчастий вал двигуна на два оберти і виміряти виток  $Y_2$  при положень поршня кожного з циліндрів на початку такту стиснення. При цьому стрілка показчика повинна знаходитись щоразу на початку чорного сектора, відзначеного – на кільці. Виміряні значення витоків записати в табл. 4.14.

**Знайти різницю значення  $Y_1 - Y_2$  і оцінити несправність:**

1) якщо  $Y_1$ , значно менше  $Y_2$ , то головною причиною є знос ЦПГ.

Орієнтовну оцінку зносу ЦПГ можна зробити по даним, приведеним нижче для двигуна ЗИЛ-130, таблиця 4.2.

Таблиця 4.2 – Оцінка знос ЦПГ двигуна ЗИЛ-130 по різниці значень ( $Y_1 - Y_2$ ),%

Різниця ( $Y_1 - Y_2$ ), %	Знос ЦПГ, мм
4...4,5	0,1
8...10	0,2
12...14	0,3
20	0,4

2) якщо  $Y_1 \approx Y_2$ , то головна причина витоку - недостатня герметичність і незадовільний стан робочих поверхонь клапанів, їх гнізд та прокладки головки блоку; залягання кілець в канавках поршня або їх поломка;

3) якщо показання манометра не стабільні в одному і тому ж положенні поршня, а витік є значним, то можливим є зависання клапанів, пригорання кілець або пошкодження прокладки. Оцінити стан клапанів можна за допомогою індикатора;

4) відсутність витоку повітря через нещільності прилягання клапанів і прокладку головки блоку, а також витік на початку такту стиснення  $Y_2 = 15\%$  свідчать про необхідність заміни поршневих кілець;

5) при різниці витоків  $Y_1 - Y_2 > 30\%$  двигун потребує капітального ремонту.

#### **4.7 ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ПО КІЛЬКОСТІ ГАЗІВ, ЩО ПРОРВАЛИСЬ В КАРТЕР**

1) Підготувати до роботи індикатор КІ-4887-ІІ, встановивши на виході ежектор і на вході наконечник оливозаливної горловини, відповідної конструкція двигуна, що перевіряється. Перевірити комплектність і справність індикатора. Промити дизельним паливом канали 13, 14, 15 (рис. 4.1). **Примітка:** індикатор КІ-4887-ІІ

2) Пустити і прогріти двигун. Встановити номінальну кутову швидкість колінчастого вала на холостому ході і прогріти до температури оливи охолоджуючої рідини 70...90 °С.

3) Зняти кришку оливозаливної горловини і загерметизувати отвори під оливомірну лінійку і сапуна пробками.

4) Вивернути пробку 3 і залити воду в канали 13, 14, 15 (рис. 4.1). Рівень води повинен збігатися з рисою на шкалі манометра.

5) Відкрити повністю дроселюючий отвір індикатора, обертаючи дросель, і встановити максимальне числове значення шкали витрат проти риски початку відліку на корпусі. Цьому значенню відповідає максимальне числове значення шкали витрат.

6) Відкрити калібрувальний отвір патрубком 6. Обертаючи заслінку 10, сумістити отвір заслінки з отвором трубопроводу.

7) Вставити ежектор 8 (рис.4.1) у вихлопну трубу двигуна 7 або ж закріпити насадку на впускний трубі повітроочисника, попередньо приєднав її до випускного трубопроводу замість ежектора. Для відсмоктування картерних газів через очисник повітря необхідно зняти фільтр грубого очищення повітря. При відсмоктуванні газів можна використовувати компресорно-вакуумну установку. В цьому випадку випускний трубопровід індикатора необхідно приєднати до вакуум-ресивера установки.

8) Утримуючи індикатор у вертикальному положенні, вставити конусний наконечник 16 в отвір оливозаливної горловини.

9) Встановити рівні рідини в лівому 15 і правому 13 каналах індикатора на однаковій висоті. Рівень змінюють поворотом заслінки 10.

10) Обертаючи маховик дроселя 11 проти ходу годинникової стрілки, домогтися, щоб рівень рідини в середньому каналі 14 був вищим, ніж рівень в правому і лівому каналах. Різниця між рівнями повинна бути в межах 6...10 мм (3-5 поділки).

11) Поворотом заслінки 10 знову виставити рідину в лівому 15 і правому 13 каналах на одному рівні. Операція проводиться за вимогою, у випадку відхилення від вказаного значення.

12) Поворотом дроселя встановити рівень рідини в середньому каналі 14 на 15 мм (7,5 поділок) вище, ніж в каналах 13 і 15.

13) Визначити витрату газів картерів за шкалою витрат, нанесеної на зовнішній поверхні дроселя, і порівняти ці значення з номінальними (табл.4.1). Витрату газів відраховують за шкалою дроселя проти риски на корпусі. У момент вимірювання необхідно стежити за тим, щоб рівень рідини в середньому каналі був на 15 мм вище крайніх, а рівні рідини в крайніх каналах були однаковими.

14) Визначити залишковий ресурс двигуна по зношеності ЦПГ. Залишковий ресурс двигуна визначається за даними табл. 4.3.

15) Визначити технічний стан кожного циліндра окремо, по чергово вимикаючи циліндр, що перевіряється. Витрата газів при відключеному циліндрі визначається аналогічно (див. п.9 – 13). Якщо значення витрати газів при відключенні якогось циліндра буде менше середнього значення витрат при відключенні інших циліндрів на 15 л/хв і більше, то це вказує на наявність аварійних зносів в даному циліндрі (поломка, залягання, пригорання кілець і ін.).

Операція 15 по перевірці технічного стану кожного циліндра досить трудомістка тому цю роботу слід проводити лише при появі ознак аварійного стану циліндрів (підвищених сумарних витратах газів і низьких стуків в циліндрах). При вимірюванні великих витрат (понад 100 л/хв.) до отриманих за основною шкалою витратах додати нанесені на зовнішній поверхні дроселя постійні значення витрати через попередньо відкриті калібрувальні отвори. Для цього повернути заслінку за допомогою викрутки, вставленої у впускний патрубок індикатора, до відкриття калібрувальних отворів (рис.4.1).

При відкритті одного отвору додати 40 л/хв, при двох – 80 л/хв. При підрахунку витрат газів ці значення додаються до значення, відрахованого на шкалі дроселя.

Таблиця 4.3 – Данні для прогнозування залишкового ресурсу ЦПГ по кількості газів, що прорвались в картер

Двигун	Частота обертання, хв. <sup>-1</sup>		Витрати картерних газів, л/хв				
	колінчастого вала	вала відбору потужності					
ЯМЗ-240	1900	1100	200	170	155	143	134

ЯМЗ-238НБ	1700	1000	180	153	139	128	120
СМД-62	2100	1028	160	137	124	114	108
А-01М	1700	576	160	133	119	108	101
А-41	1750	533	110	92	82	74	70
Д-130	1070	535	120	101	90	80	76
СМД-14	1700	536	90	75	66	60	56
Д-240, Д-240Л	2200	571	100	84	74	67	62
Д-65Н	1750	557	76	64	56	51	47
Д-50, Д-50Л	1700	562	70	59	52	47	44
Д-37М	1600	533	85	71	63	57	53
Напрацювання від початку експлуатації, мото-год.			Залишковий ресурс, мото-год.				
1000			0	125	250	375	500
2000			0	250	500	750	1000
3000			0	375	750	1000	1000
4000			0	500	1000	1000	1000

Якщо різниця значень між витратами газів при відхиленні будь-якого параметра циліндра складає 15 л/хв. і більше, то це вказує на наявність аварійного пропуску газів в даному циліндрі внаслідок поломки, залягання, пригорання і ін. В такому випадку слід відмітити необхідність ремонту циліндро-поршневої групи.

Таблиця 4.4 – Порядок перевірки витоків повітря через нещільності між клапанами і їх сідлами

Номер перевіреного циліндра	Двигун					
	Дизель ЯМЗ-236		ЗИЛ-120, ГАЗ-51		ЗИЛ-130, ГАЗ-53А	
	Діагностуємі клапани					
	впускний	впускний	впускний	впускний	впускний	впускний
Номера циліндрів, в яких прослуховуються або проглядаються витoki повітря через отвори для свічок або форсунок						
1	3	2	2	3	3	2
2	1	3	3	1	1	7
3	2	1	1	2	4	1
4	6	5	6	5	8	3
5	4	6	4	6	7	6
6	5	4	5	4	5	8
7	-	-	-	-	2	5
8	-	-	-	-	6	4

#### 4.8 БУДОВА І ПРИЗНАЧЕННЯ КОМПРЕСОРНО-ВАКУУМНОЇ УСТАНОВКИ КІ-4942

Установка КІ-4942 складається з одноступінчатого поршневого компресора, двох ресиверів (стисненого та розрядженого повітря), апаратури очи-

щення та управління повітряним потоком, сполучних трубопроводів, електродвигуна приводу компресора і апаратури управління електродвигуном.

Тиск в ресивері стисненого повітря контролюють за допомогою манометра, а в ресивері розрядженого повітря - вакуумметром. Ресивери забезпечені відповідно запобіжним клапаном і регулятором вакууму.

У ресивері стисненого повітря створюється тиск 0,2 ... 0,25 МПа, а в ресивері розрядженого повітря - розрядження 0,06...0,07 МПа.

Технологія діагностування за допомогою компресорно-вакуумної установки і стетоскопа наведена нижче.

Компресорно-вакуумну установку використовують також при діагностуванні КШМ по віброакустичним параметрам. Рівень вібрації при цьому вимірюють за допомогою датчиків. Про технічний стан сполучень судять по амплітуді вібраційного імпульсу і тимчасових інтервалах між ним.

Цей метод можна використовувати при прокручуванні двигуна вручну і в робочому режимі. При вимірах вібрації без оливи амплітуда вібраційних імпульсів зростає в три рази, що дає можливість виміряти зазор в підшипниках сполучень від номінального до гранично допустимого.

#### **4.9 ДІАГНОСТУВАННЯ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМУ (КШМ) ПО СУБ'ЄКТИВНИМ ОЗНАКАМ**

За допомогою автостетоскопа прослухати стуки в послідовності, що описана нижче.

1) Зняти форсунку і встановити поршень першого циліндра у ВМТ на так ті стиснення і зафіксувати його включенням будь-якої передачі.

2) Вставити наконечник шланга від компресора в отвір для форсунки, циліндра, що перевіряється і закріпити його.

3) Включити компресор і створити в ресиверах відповідний тиск 0,20...0,25 МПа і розрідження 0,06...0,07 МПа. Регулятором компресора встановити робочий тиск 0,2 МПа.

4) Підготувати до роботи автостетоскоп і прикласти його наконечник до блоку циліндрів в зоні поршневого кільця; відкрити кран установки створюючи в поршневому просторі розрідження і стиснення, прослухати стуки у верхній голівці шатуна і бобишках поршня.

5) Продовжуючи підтримувати в ресиверах заданий тиск і розрідження, прикласти наконечник автостетоскопа до торця колінчатого вала, прослухати стуки в шатунних підшипниках.

6) Прослухати аналогічно стуки у верхній голівці шатуна і шатунних підшипниках інших циліндрів у відповідності з порядком роботи двигуна.

Якщо тиск оливи в системі вище допустимого, а стуки відсутні, то слід перевірити регулювання зливного клапана оливної системи. Якщо регулювання зливного клапана не дає позитивних результатів, то необхідно перевірити подачу насоса і стан редуційного клапана на стенді в майстерні.

Якщо тиск оливи нижче допустимого і в сполученнях колінчатого вала чутні стуки, то необхідно перевірити зазначені зазори за допомогою пристрою КІ-11140М ГОСНІТІ.

#### 4.10 ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СПОЛУЧЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИСТРОЮ КІ-11140М

Пристрій КІ-11140М, скомплектований для двигунів (СМД-14, СМД-60, Д-240 і Д-50), показано на рис. 4.3.

Живлення пристрою здійснюється від компресорно-вакуумної установки КІ-13907 або КІ-4942, що забезпечує тиск повітря 0,08...0,1 МПа і розрідження до 0,1 МПа.

Значення зазорів в підшипниках наведено – в табл. 4.5.

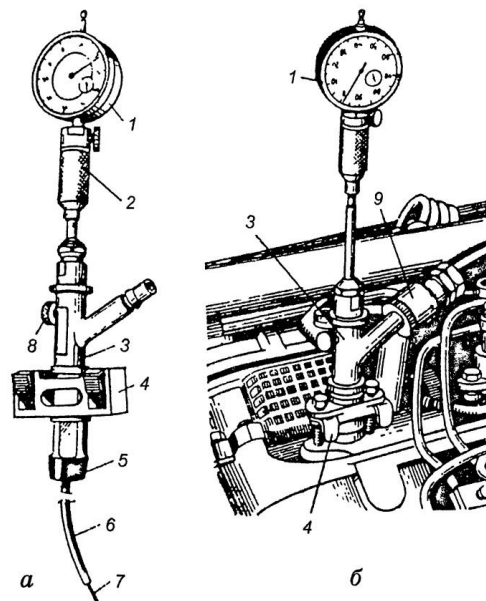


Рис. 4.3 – Пристрій КІ-11140М.

а – загальний вид пристрою; б – установка пристрою на двигун.

Схема складання індикатора переміщення поршня для двигунів типу СМД-14, СМД-60, Д-240:

1 – індикатор; 2 – корпус; 3 – пневматичний приймач; 4 – змінний фланець; 5 – ущільнення; 6 – направляюча; 7 – шток; 8 – стопорний гвинт; 9 – штуцер.

#### 4.11 ВИЗНАЧЕННЯ СУМАРНИХ ЗАЗОРІВ В КРИВОШИПНО-ШАТУННОМУ МЕХАНІЗМІ ДВИГУНА

1) Підготувати пристрій до роботи: зовнішнім оглядом переконатися у відсутності механічних пошкоджень складальних одиниць і деталей; перевірити комплектність приналежностей пристрою; перевірити, чи не засмітились отвори ніпеля основи, наконечників і швидкознімної муфти; підібрати з комплекту пристрою у відповідності з таблицею інструкції по експлуатації приладу, складальні одиниці і деталі індикатора переміщення поршня в залежності від марки двигуна; вставити індикатор годинникового типу в індикаторний штатив і закріпити його за допомогою гвинта. При вводі в експлуа-

тацію необхідно видалити консерваційну змазку. У разі виявлення витоку повітря через швидкознімну муфту необхідно піджати гайку до штуцера, а при неможливості усунення витоку перевірити гумове ущільнення і при необхідності замінити його. Перед закріпленням індикатора необхідно забезпечити попередній натяг 1...3 мм по його шкалі. **Пристрої:** КІ-11140М ГОС-НІТІ, комресорно-вакуумна установка КІ-4249 або КІ-13907, індикатор часового типу ІЧ-10, кл.І.

2) Підготувати двигун до діагностування: обдути головку циліндрів(особливо заглиблення форсунок) струменем стисненого повітря; від'єднати паливні трубки, гайки кріплення і вийняти форсунки. На поверхні головки циліндрів ніяких забруднень не повинно бути. **Пристрої:** компресорна установка КІ-13907 або КІ-4942; ключі гайкові.

3) Встановити поршень циліндра, що перевіряється поблизу ВМТ на такті стиснення. Краще встановити поршень в 0,5...1 мм до ВМТ. Це приближає площину найбільшої інтенсивності зносу розглядуваних сполучень в порожнині вимірів зазорів в них.

4) Вставити в форсунковий отвір оправку 2 із струною 7 (рис.4.3). Для правильної установки оправлення необхідно її вигнуту частину повернути від осі циліндрів і площину радіуса згину витримати (приблизно) перпендикулярно до осі циліндрів. Оправлення вводити до тих пір, поки струна не досягне поршня, про що може свідчити переміщення оправки щодо струни. Переміщення струни при повороті колінчастого вала вказує на наявний контакт між поршнем і струною. Виступаюча з отвору форсунки частина оправлення повинна розміщуватись по осі отвору форсунки.

5) Надіти на оправку 2 основу 3 з попередньо надітим на нього швидкознімним фланцем 4 і нагвинченим наконечником. При цьому необхідно притримувати оправку ключем-вказівником, а основу і швидкознімний фланець повертати в напрямках, які дозволяють вільно опустити швидкознімний фланець на шпильки двигуна, що перевіряється і надіти швидкознімну муфту на ніпель основи.

6) Закріпити основу на шпильках, двигуна, що перевіряється, для чого. Натиснув на швидко знімний фланець зверху, перемістити рухомі рамки фланця в напрямку до шпильок.

7) Перевірити правильність установки оправлення із струною і закріпити її в основі за допомогою гвинта. Струна повинна виходити із оправки не більше чим на 8 і не менше чим на 2 мм. Це робиться переміщенням оправки відносно основи.

8) Навернути індикаторний штатив в зборі з індикатором на оправку. Нагвинчувати до тих пір, поки показання індикатора не почнуть змінюватись.

9) Встановити поршень, циліндра, що перевіряється у ВМТ або поблизу неї (0,5...1,0 мм до ВМТ) на такті стиснення і зафіксувати колінчастий вал в даному положенні, включивши одну з передач. Максимальне відхилення стрілки індикатора відповідає положенню поршня у ВМТ.

10) Надіти швидкознімну муфту, закріплену на шлангу компресорно-вакуумної установки, на ніпель основи пристрою. Внутрішній діаметр пристрою шланга компресорно-вакуумної установки повинен бути 12 мм.

11) Підготувати компресорно-вакуумну установку до роботи. Для цього необхідно включити установку і встановити поворотом рукоятки редуктора тиск на виході з ресивера 0,06...0,1 МПа і розрідження не менше 0,06 МПа. Переконайтеся у відсутності бруду, води і оливи в системі попередньо продувши магістраль. Це досить важливо, оскільки попадання забруднень (при діагностуванні) в двигун може вивести його із ладу або прискорити зношування. Тиск контролювати за манометром, а розрідження - по вакуумметру установки. **Пристрій:** компресорно-вакуумна установка КІ-13907 або КІ-4942.

12) Повільно подати в надпоршневий простір, циліндра, що перевіряється стиснене повітря поворотом рукоятки крана керування компресорно-вакуумної установки. У місцях з'єднання витоку повітря не повинно бути. Відхід поршня від рівня налаштування або навіть поворот колінчатого вала при подачі в підпоршневий простір стисненого повітря вказує на занадто великий тиск повітря, що подається або на велику відстань вихідного положення установки поршня від ВМТ.

13) Встановити стрілку індикатора на нуль, повільно переключити кран управління на розрідження створити в надпоршневому просторі розрідження і зафіксувати при цьому покази індикатора. Переміщення індикатора від нульової відмітки до першої зупинки відповідає зазору в сполученнях верхньої головки шатуна, а переміщення від першої зупинки до другої зазору в шатунних підшипниках. Загальне переміщення відповідає сумарному зазору в шатунних підшипниках і у верхній головці шатуна.

14) Повторити 3-5 разів подачу стисненого і розрідженого повітря в надпоршневий простір і переконайтеся в стабільності показань індикатора. Розрідження в над поршневому просторі при знятті показань повинно бути не менше 0,04 МПа.

15) Визначити сумарний зазор в спраженнях і порівняти результати з даними табл. 4.5. Максимальний показ індикатора, збільшений на температурну поправку (прим. до табл. 4.5) відповідає сумарному зазору в сполученнях кривошипно-шатунного механізму. Якщо сумарний зазор хоча б одного шатуна має граничне значення, двигун потребує ремонту.

16) Перекрыти подачу повітря, зняти швидкознімну муфту з ніпеля основи і індикатор. Для зняття індикатора натиснути на швидкознімний фланець зверху і, перемістивши рамки від шпильок, звільнити кріплення індикатора переміщення поршня на перевіреному циліндрі з отвору форсунки.

17) Провести вимірювання сумарного зазору в сполученнях деталей кривошипно-шатунного механізму інших циліндрів відповідно до порядку роботи двигуна, що перевіряється, виконавши операції п. 6 – 21.

18) Після закінчення роботи вимкнути компресорну установку і зняти індикатор переміщення поршня. Переставляючи пристрій КІ-11140М в наступний (по порядку роботи циліндрів) форсунковий отвір.



19) Користуючись даними перевірки і табл. 4.6 визначити залишковий ресурс двигуна.

Відсутність переміщення поршня або переміщення його на незначну відстань (0,02...0,04 мм) при залишковому розрідженні і тиску в ресивері вказує на можливість значного зносу або нагароутворенню на непрацюючому пояску гільзи. У цьому випадку поршень необхідно встановити на 0,5 ... 1 мм нижче ВМТ.

У тому випадку, якщо при подачі тиску або розрідження в надпоршневий простір воно в ресивері різко падає, то це означає, що поршень встановлений в ВМТ не на такті стиснення або розрегульовані (пригоріли) клапани механізму газорозподілу.

При витоку повітря з циліндра в місці кріплення приладу замість швидкокознімного фланця можна використовувати фланець кріплення форсунок.

Таблиця 4.5 – Значення зазорів в шатунних підшипниках

Двигун	Сумарний зазор, мм		
	номінальний	допустимий	граничний
ЯМЗ-240Б ЯМЗ-238НБ	0,11...0,18	0,75	0,95
СМД-62	0,11...0,21	0,36	0,78
Д-240, Д-65, Д-50	0,09...0,16	0,6	0,85
модифікації	0,07...0,14	0,4	0,65

**Примітка.** До показів індикатора необхідно прибавити температурну поправку при  $t^{\circ}$  оливи, мм: 20  $^{\circ}\text{C}$  – 0,07; 40  $^{\circ}\text{C}$  – 0,04; 70-90  $^{\circ}\text{C}$  – 0,03.

## 4.12 ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ДВИГУНА

Залишковий ресурс двигуна по заданому напрацюванні і виміряному зазору в верхній і нижній головках шатуна в процесі діагностування визначають відповідно до табл. 4.6. Для цього слід встановити напрацювання двигуна з початку експлуатації. На перетині шпальти сумарного зазору у верхній і нижній головках шатуна з напрацюванням двигуна визначити залишковий ресурс. Якщо виміряне значення зазору більше або дорівнює граничному, тобто коли залишковий ресурс дорівнює нулю, слід відзначити необхідність ремонту двигуна і закінчити діагностування.

Таблиця 4.6 – Данні для прогнозування залишкового ресурсу КШМ

Двигун	Сумарний зазор, мм				
	0,95	0,78	0,68	0,6	0,54
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ	0,95	0,78	0,68	0,6	0,54
СМД-62, СМД-60	0,9	0,75	0,65	0,57	0,52
Д-240, Д-	0,95	0,78	0,67	0,59	0,53

240Л, Д-50, Д-50Л, Д-65					
Д-130	1,00	0,83	0,72	0,64	0,58
А-01М, А-41	0,9	0,75	0,65	0,57	0,52
СМД-14, СМД-14А	0,9	0,75	0,65	0,57	0,52
Д-37Е, Д-37М, Д-21	0,85	0,7	0,6	0,52	0,47

**Приклад.** Визначити залишковий ресурс КШМ двигуна, якщо виміряне значення сумарного зазору в шатунних підшипниках двигуна Д-65Н рівне 0,8, а напрацювання машини (двигуна) з початку експлуатації – склала 3080 год.

Знаходимо за табл. 4.6 найближче до виміряного значення сумарного зазору для двигуна Д-65Н, рівне 0,83 мм, і найближче значення напрацювання від початку експлуатації, рівне 3000 мото-год. На перетині стовпчика прийнятого значення зазору (0,83 мм) з рядком прийнятого напрацювання (3000 мото-год.) знаходимо залишковий ресурс КШМ, рівний 375 мото-год. Якщо значення напрацювання і зазору значно відрізняються від табличного слід застосовувати метод інтерполяції.

#### **4.13 ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗАЗОРІВ В КЛАПАНАХ І ПЕРЕВІРКА ЇХ НЕЩІЛЬНОСТІ**

Відомі способи визначення величини зазору (за допомогою щупа, індикаторного пристосування та ін.) вельми трудомісткі і не забезпечують необхідної точності.

Перевірку можна виконувати за допомогою пристрою КИ-9918 ГОС-НІТІ (рис. 4.4).

Пристосування дозволяє вимірювати теплові зазори у верхньоклапаному механізмі газорозподілу автомобільних і тракторних двигунів.

Середня тривалість перевірки зазорів – 0,1 год., що в 7 разів менше, ніж при регулюванні щупом. Максимальна похибка вимірювання зазору не більше  $\pm 0,02$  мм.

Технологія перевірки зазорів в механізмі газорозподілу приведена нижче.

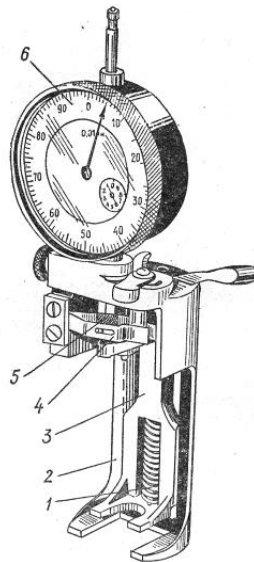


Рис. 4.4 Пристосування КІ-9918 для перевірки зазорів між коромислами і стержнями клапанів:

1- пружина, 2-корпус, 3-рамка, 4- гальмо, 5 ніжка індикатора, 6 індикатор

#### 4.14 ПЕРЕВІРКА ВЕЛИЧИНИ ЗАЗОРІВ В МЕХАНІЗМІ ГАЗОРОЗПОДІЛУ

1) Зняти кришки клапанних коробок, попередньо прогрів двигун.

Поверхні роз'єднаних деталей повинні бути чистими. **Пристрої:** ключі гайкові.

2) Перевірити і при необхідності підтягнути гайки кріплення стійок валика коромисел клапанного механізму і головки циліндрів до блоку. Допустимі значення моменту затягування гайок вказані в табл. 4.7. **Пристрої:** ключі гайкові.

3) Встановити поршень першого циліндра у ВМТ наприкінці такту стиснення. Прокрутити колінчастий вал до початку відкриття впускного клапана. Ручка для прокручування колінчастого вала (для бензинових двигунів).

4) Встановити в пристрій КІ-9918 індикатор ІЧ-10 кл. І.

5) Встановити пристрій КІ-9918 на тарілку пружини клапана і затиснути його за допомогою каретки пристосування між тарілкою і коромислом, піднявши каретку вгору. Діаметр стержня клапана не повинен бути більше 12 мм. **Пристрої:** КІ-9918, індикатор ІЧ-10 кл.І.

6) Натиснути на коромисло так, щоб його бойок торкнувся стержня клапана, після чого встановити стрілку індикатора на нуль.

7) Натиснути на коромисло так, щоб його регулювальний гвинт торкнувся штанги штовхача, і зафіксувати за індикатором величину зазору. Віджати вгору коромисло клапана, що перевіряється за допомогою викрутки, спираючись нею на коромисло сусіднього клапана і злегка постукуючи по регулюва-

льному гвинті. Якщо отримане значення зазору відрізняється від значень, зазначених у табл. 4.7, більш ніж на 0,05 мм, необхідно відрегулювати зазор.

8) Провернути колінчастий вал по ходу обертання на два оберти, стежачи за показаннями індикатора. Зафіксоване показання індикатора відповідає максимальному зазору між коромислом і клапаном.

9) Провертаючи колінчастий вал двигуна (чотирициліндрового - на 1/2, шестициліндрового - на 1/3, восьмициліндрового - на 1/4), перевірити і при необхідності відрегулювати зазори в інших клапанах двигуна відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна. Зазори в усіх однотипних клапанах по можливості повинні бути однаковими. При цьому ефективність роботи двигуна значно підвищується.

#### **4.15 РЕГУЛЮВАННЯ КЛАПАНІВ ДЕКОМПРЕСІЙНОГО МЕХАНІЗМУ І ПРЯМОЛІНІЙНОСТІ ШТАНГ КЛАПАННОГО МЕХАНІЗМУ**

Робота виконується в такій послідовності

Усвідомити призначення і будову пристосування для регулювання клапанів KI-5226 і відрегулювати з його допомогою зазори розрегульованих клапанів.

Відрегулювати зазори в декомпресійному механізмі (там, де вони є), для чого:

вивернути повністю регулювальні болти декомпресора і завернути їх спочатку до повної вибірки зазорів між коромислом і клапаном, а потім - ще на один оборот;

провертаючи колінчастий вал чотирициліндрового двигуна на 1/2 оберти, шестициліндрового - на 1/3, а восьмициліндрового - на 1/4 оберти, перевірити і відрегулювати зазори в клапанах в декомпресійному механізмі інших циліндрів відповідно до порядку роботи двигуна.

Перевірити прямолінійність штанг клапанного механізму без розбирання, для чого:

встановити поршень першого циліндра в положення ВМТ на такті стиснення;

відпустити регулювальний гвинт коромисла на 2 - 3 оберти, відвести коромисло від штанги, а потім, обертаючи штангу щодо її осі, спостерігати за переміщенням верхнього кінця штанги щодо опорної поверхні регулювального гвинта. Якщо штанга прямолінійна, то биття її верхній частині щодо опорної поверхні регулювального гвинта не помітне неозброєним оком. Деформовані штанги підлягають заміні;

провертаючи колінчастий вал, перевірити штанги інших циліндрів відповідно до порядку роботи двигуна.

## 4.16 ПЕРЕВІРКА НЕЩІЛЬНОСТІ КЛАПАНІВ

Нещільність клапанів двигуна в умовах будмайданчика перевіряють за допомогою приладу К-69М і індикатора витрати газів КІ-4887-11.

Пневмокалібратором К-69М користуються в такій послідовності:

- 1) робочий наконечник за допомогою швидкознімної муфти під'єднують до штуцера ІІ приладу;
- 2) вентиль І приладу закривають, а вентиль ІІ - відкривають;
- 3) поршень циліндра, що перевіряється встановлюють у ВМТ наприкінці такту стиснення;
- 4) подають стиснене повітря в отвір свічки циліндра, що перевіряється і оцінюють стан клапанів, поставивши спеціальний індикатор у той циліндр, в якому відкритий відповідний клапан. При цьому стиснене повітря через нещільності відповідного клапана буде надходити в колектор і далі виходити через відповідний відкритий клапан, свічковий отвір і індикатор. Ворсинки індикатора будуть відхилятися тим більше, чим більше нещільність клапана, що перевіряється. Місце установки індикатора у відповідності з клапаном, що перевіряється зазначено в табл. 4.4.

Таблиця 4.7 – Допустимі значення зазорів в клапанному механізмі газорозподілу (для прогрітого двигуна)

Двигун	Момент затяжки гайок кріплення головки циліндрів, Нм	Номінальний зазор між коромислом і клапаном, мм	
		впускним	випускним
ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б	22...24	0,30	0,30
СМД-60	22...24	0,5	0,5
Д-108	28...30	0,25	0,25
А-01М	20...22	0,25	0,3
СМД-14А	20...22	0,35	0,4
СМД-14Н	20...22	0,25	0,3
Д-240	16...18	0,25	0,25
Д-65Н	16...18	0,25	0,3
Д-50	14...16	0,25	0,25
Д-37Е	14...16	0,25	0,25

## 4.17 ПОРЯДОК ОПЕРАЦІЙ ПРИ ПЕРЕВІРЦІ НЕЩІЛЬНОСТІ КЛАПАНІВ

1) Підготувати до роботи необхідні прилади. Перевірити роботоздатність компресорно-вакуумної установки і продути шланги. **Пристрій:** індикатор КІ-4887-ІІ; пристрій КІ-11140М; компресорно-вакуумна установка КІ-4942 або КІ-13907; ключі гайкові.

2) Зняти форсунку першого циліндра. Підібрати комплектуючі прилади КІ-11140М відповідно з діагностуєним двигуном.

3) Встановити поршень першого циліндра двигуна в положення, при якому обидва клапана цього циліндра закриті, а у решти циліндрів немає перекриття клапанів. У 4-циліндрових двигунів вказаному положенню відповідає кут  $90^\circ$  після ВМТ на такті розширення (табл. 4.8).

4) Включити одну з передач, застопоривши тим самим колінчастий вал.

5) Встановити в отвір для форсунки першого циліндра наконечник з основою із комплекту пристрою КІ-11140М, попередньо заглушивши верхній отвір основи. Наконечник підбирають в залежності від марки двигуна, що перевіряється. Основу нагвинчують на наконечник. Пристрій: наконечник з основою із комплекту КІ-11140М ГОСНІТІ; пробка.

6) Надіти на ніпель основи швидкознімну муфту шланга розподільника і приєднати його до ресивера надлишкового тиску компресорної установки. Кріплення швидкознімної муфти до шлангу повинне здійснюватися за допомогою хомутика. **Пристрій:** компресорно-вакуумна установка КІ-13907 або КІ-4942.

7) Зняти ежектор і під'єднати випускний трубопровід індикатора до ресивера розрідження компресорної установки.

8) Включити компресорну установку і за допомогою регулятора тиску встановити тиск повітря в камері згоряння циліндра, що перевіряється 0,2 МПа. Тиск контролювати по манометру. Витоків повітря бути не повинно.

9) Виміряти нещільність випускного клапана (витік повітря через сполучення клапан – гніздо), для чого:

- вийняти пробку і залити воду в канали (13, 14, 15 - рис. 4.1) (рівень води повинен збігатися з рисою на шкалі);

- відкрити повністю дроселюючий отвір індикатора (цьому стану відповідає максимальне значення витрат);

- відкрити дросельний отвір випускного трубопроводу 6 (рис. 4.1) (обертаючи заслінку 5, поєднати її отвори з отвором трубопроводу);

- встановити рівень рідини в лівому 15 і правому 13 каналах на одному рівні (зміна рівня проводиться поворотом заслінки 5);

- обертаючи маховик дроселя 11 проти годинникової стрілки домогтися, щоб рівень рідини в середньому каналі 14 був вище рівня правого каналу 13 (різниця між рівнями повинна бути в межах 6...10 мм (3 - 5 поділок);

- повторити дві попередні операції (дотримуючись вказаної послідовності, слід домогтися однакових рівнів рідини в 15, 13 каналах, а в 14 каналі - на 15 мм вище (7,5 поділок), ніж в каналах 13 і 15);

- щільно притиснути наконечник випускного трубопроводу індикатора до отвору вихлопної труби двигуна, виміряти нещільність випускного клапана (витік повітря через нещільність випускного клапана вимірюють за шкалою витратоміра проти риси на корпусі).

- У двигунів, що мають ежектор для відсмоктування пилу з повітроочисника, перед виміром заглушити ежектор пробкою.

10) Виміряти нещільність впускного клапана: під'єднати впускний трубопровід індикатора з наконечником до впускного трубопроводу двигуна або

до впускної труби повітроочисника; виконати операції 9.2 - 9.7 і визначити витік повітря за шкалою витратоміра. У першому випадку необхідно зняти очисник повітря, а в другому - фільтр грубого очищення повітря і загерметизувати очисник повітря.

11) Перевірити нещільності клапанів інших циліндрів. У 4-циліндрових двигунів колінчастий вал слід провертати на півоберта. У 6- і 8-циліндрових двигунах при відповідному положенні колінчастого вала можлива перевірка клапанів двох циліндрів.

12) Порівняти отримані результати з нормативними (табл. 4.10). Якщо нещільність хоча б одного клапана досягла граничного значення, головку циліндра необхідно зняти і притерти клапани.

Таблиця 4.8 – Значення кутів повороту колінчастого вала двигуна при перевірці нещільності клапанів газорозподілу

Номер циліндра, що перевіряється	Кут повороту колінчастого вала, град			
	Чотирьохциліндрові двигуни	ЯМЗ-238НБ	СМД-60 СМД-62	А-01 А-01М
1	90	45	0	0
2	630	225	270	540
3	270	405	540	300
4	450	225	0	540
5	-	45	270	60
6	-	405	540	300
7	-	585	-	-
8	-	585	-	-

Таблиця 4.9 – Граничні значення витрат повітря через нещільність клапанів

Двигун	Клапани	
	впускні	випускні
ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЯМЗ-240, А-01М, А-41, Д-130	60	45
СМД-60, СМД-14	50	40
Д-50, Д-65, Д-240	45	40
Д-37, Д-21	40	35
ГАЗ-53	27	22
ЗИЛ-130	32	27

Таблиця 4.10 – Дані для діагностування газорозподільчого механізму

Показник діагностики	Двигун						
	ЯМЗ-240, ЯМЗ-238НБ	СМД-62	А-41	СМД-14	А-01М	Д-240, Д-240Л, Д-50, Д-50Л	Д-37М
Порядок роботи циліндрів двигуна	1-5-4-2-6-3-7-8	1-4-2-5-3-6	1-3-4-2	1-3-4-2	1-5-3-6-2-4	1-3-4-2	1-3-4-2
Зазор між							

стержнем клапана і бойком коромисла на прогрітому двигуні: Впускний клапан впускний	0,25-0,3 0,25-0,3	0,5 0,5	0,3 0,3	0,4 0,4	0,3 0,25	0,3 0,3	0,3 0,3
Момент затягнення гайок кріплення головки циліндрів, x10 Нм	22...24	22...24	16...18	18...22	20...22	16...18	11...13
Граничне значення нещільності клапанів газорозподілу, л/хв: впускних впускних	60 47	50 40	60 47	50 40	60 47	45 40	40 35
Місце визначення дуги (довжини), що відповідає куту відкриття впускного клапана	маховик	-	шків колінчастого вала	шків гальма муфти зчеплення	буртик муфти приводу паливного насоса	шків водяного насоса	шків колінчастого вала
Гранична довжина дуги при визначенні кута початку відкриття впускного клапана: мінімальна максимальна	15° 25°	- -	- -	10,5 23,5	11 29	0,5 17,5	2,5 25

Для ЯМЗ-240Б порядок роботи циліндрів двигуна наступний: 1-12-5-8-3-10-6-7-2-11-4-9. Для двигунів Д-240 і Д-240Л зазор між стержнем клапана і бойком коромисла на прогрітому двигуні складає 0,4...0,45 мм. Встановлення поршня першого циліндра у ВМТ на двигунах типу МТЗ – 15° до ВМТ; на ЯМЗ-238НБ стрілка покажчика на картері маховика повинна співпадати з



цифрою 20 (20° до ВМТ) або міткою 0 (ВМТ) на маховику; на двигунах СМД-62 – стержень покажчика ВМТ повинен потрапити в заглиблення маховика; на двигунах СМД-14, А-01М, Д-50, Д-240, Д-240Л монтажна шпилька повинна потрапити в заглиблення маховика; на двигунах Д-37, Д-37М мітка ВМТ на шкалі колінчастого вала повинна співпадати із стрілкою на кришці розподільних шестерень.

#### **4.18 ПЕРЕВІРКА ФАЗ ГАЗОРОЗПОДІЛУ**

Фази газорозподілу перевіряють за допомогою комплекту КІ-13902, для чого:

перевірити і при необхідності відрегулювати зазори між стержнем клапана і бойком коромисла;

похитуючи коромисло, прокрутити колінчастий вал двигуна до положення, при якому зазор між коромислом і стрижнем буде повністю вибраний. Це положення буде відповідати куту початку відкриття впускного клапана;

закріпити покажчик комплекту КІ-13902 близько гладкої циліндричної поверхні шківів (табл. 4.10) і прокреслити на ньому риску проти покажчика;

встановити поршень першого циліндра у ВМТ і прокреслити другу риску на шківі проти покажчика (у тракторів Т-54В, Т-38М і МТЗ всіх моделей поршень першого циліндра встановлюється в положення 5 ° до ВМТ, а другу риску ставлять на відстані 25,5 мм по дузі циліндричної поверхні шківів водяного насоса або на 15 ° від покажчика у напрямку поршня);

виміряти кут або довжину дуги між рисками і порівняти отримані значення з даними табл. 4.10. Якщо виміряні значення перевищують граничні, вказані в таблиці, то механізм газорозподілу потребує регулювання кута зачеплення шестерень або ремонту.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5**

### **ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПУСКОВИХ ДВИГУНІВ І РЕДУКТОРІВ**

#### **5.1 ПАРАМЕТРИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ**

Пусковий двигун і редуктор дуже часто передчасно зношуються внаслідок несправностей дизеля, час пуску якого в кілька разів перевищує час пуску дизеля, що знаходиться в справному стані. При цьому більше зношуються деталі кривошипно-шатунного механізму і муфти зчеплення. В результаті знижуються потужність і паливна економічність пускового двигуна, а також затрудняється його пуск через низьку компресію і з'являються стуки в підшипниках колінчастого вала. Зовнішньою ознакою надмірного зносу кривошипно-шатунного механізму є перевантаження пускового двигуна при про-

крутці дизеля, що супроводжується різким зниженням частоти обертання колінчастого вала.

Технічний стан пускового двигуна характеризується такими параметрами, як стан електродів свічки запалювання і зазор між ними, зазор між контактами переривника, кут випередження запалювання, стан регулятора частоти обертання і карбюратора.

При порушенні регулювань системи запалювання і живлення пусковий двигун не розвиває повної потужності та працює з перебоями.

Так, при замазлюванні електродів свічки або наявності на них нагару, а також при надмірно малому або великому зазорі між ними іскра стає слабкою, виникають перебої в роботі і не повністю згоряє паливо. Ті ж явища виникають при порушенні зазору між контактами магнето.

При ранньому або пізньому запалюванні пусковий двигун важко пускається, має занижене значення потужності і швидко перегрівается. Потужність і паливна економічність пускового двигуна, обладнаного очисником повітря, залежать від ступеня його забруднення, так як це призводить до збагачення робочої суміші, неповного згорання палива, а отже, і зниження показників потужності і економічності.

Зовнішньою ознакою пробуксовування муфти зчеплення є уповільнене прокручування колінчастого вала двигуна.

При передчасному вимкненні пускового двигуна затрудняється пуск дизеля, а пізніше відключення може спричинити за собою передчасний вихід з ладу пускового двигуна. В обох випадках необхідним є регулювання механізму включення або заміна несправних деталей.

## 5.2 ДІАГНОСТИКА І ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПУСКОВИХ ДВИГУНІВ

Перевірити загальний стан пускового двигуна по тривалості його запуску. Якщо після двох-трьох прокручувань стартером за 15 с при закритій заслінці карбюратора або після декількох прокручувань вручну двигун не запускається, необхідно виявити і усунути несправності системи запалювання і живлення.

Послідовність перевірки працездатності пускового двигуна в цілому наведена в пункті 5. , а допустима частота обертання вала двигуна - в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Допустима частота обертання колінчастого вала пускового двигуна

Дизельний двигун	Пусковий двигун	Частота обертання колінчастого вала, хв. <sup>-1</sup>	
		при роботі в холосту	при роботі під навантаженням
Д-160, Д-108	П-23М	2700...2900	2400...2500

СМД-62	П-350	4500...4800	3800...4000
СМД-14Н, Д-240	Тип ПД-10У	3900...4200	3500...3800
Д-37Е	ПД-8	4900...5200	4300...4500

Для визначення кутової частоти обертання колінчастого вала двигуна в даній роботі використовується тахометр переносного пристрою КИ-1093. Для виконання даної операції також можна використовувати більш компактні портативні тахометри. Розглянемо деякі з них. Так компанією “Testo AG” (Німеччина) випускається портативний безконтактний оптичний тахометр testo 465, який зображений на рис.5.1.



Рис.5.1 – Тахометр 465:

1-жк дисплей; 2-ввімк/вимк.; 3-кнопка, яка слугує для виводу мінімального, максимального і середнього значень з пам'яті приладу; 4-корпус; 5-оптичний елемент.

Вимірювання швидкості обертання колінчастого вала двигуна даним пристроєм проводиться в наступній послідовності рис.5.2:

1. Наклеїти клейкий відбивач (рефлектор, який входить в комплект з пристроєм) на вимірювану частину обладнання;



Рис.5.2 – Проведення заміру приладом testo 465

2. Ввімкнути і налаштувати пристрій;
3. Направити промінь на вимірюваний об'єкт, що обертається. Промінь повинен знаходитись на відстані не більше 600 мм.
4. Зчитати покази пристрою.

Інша модель даного пристрою testo 470 здатна вимірювати швидкість обертання оптичним і контактним методом. Для переходу від оптичного до контактного методу вимірювання, на прилад надягається насадка.

Компанією ООО “Ампер” (Україна) випускається безконтактний цифровий тахометр “Ротекс” рис.5.3.

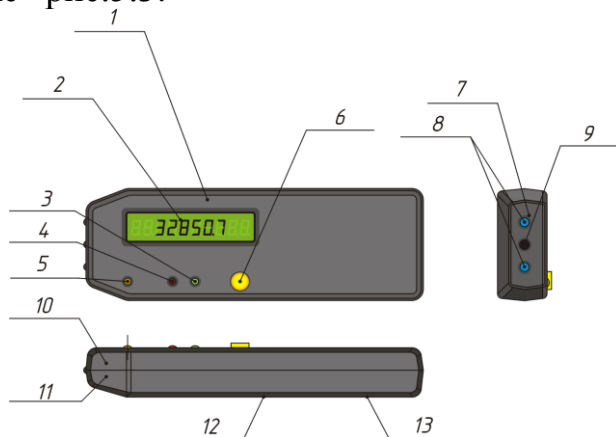


Рис.5.3 – Тахометр “Ротекс”:

1-корпус; 2-жк індикатор; 3-5-світлодіодні індикатори; 6-кнопка керування режимами роботи вимірювача; 7-передня панель; 8-два вікна підсвічування вала; 9-вікно інфрачервоного датчика обертання; 10-кришка корпусу; 11-дно корпусу; 12-шуруп; 13-інформаційна табличка.

Даний тахометр працює наступним чином. Користувач натискає жовту кнопку на приладі і направляє його на тіло, що обертається із закріпленням на ньому кольорним маркером. Коефіцієнт відбиття маркера істотно відрізняється від коефіцієнту відбиття обертового тіла. Випромінювана інфрачервоним світлодіодом послідовність імпульсів після відбиття від тіла і маркера набуває амплітудну модуляцію, виділяючи частоту, за допомогою якої прилад набирає необхідну кількість вимірювань і повідомляє результат.

### 5.3 ПЕРЕВІРКА І РЕГУЛЮВАННЯ РЕДУКТОРА

Оцінка технічного стану редуктора полягає у перевірці та регулюванню муфти зчеплення і механізму вимкнення пускового двигуна. Для цього необхідно:

перевірити й, якщо треба, відрегулювати муфту зчеплення. Пре цьому слід пам'ятати, що технології регулювання муфти в залежності від типу двигуна має свою специфіку;

у двигуна СМД-60 і СМД-62 повернути важіль включення муфти зчеплення проти годинникової стрілки до упору і виміряти кут між віссю важеля і вертикаллю. Він повинен бути не більше 60 °С. В іншому випадку відрегулювати муфту перестановкою важеля включення на шліцьовому валу;

у двигунів А-4І і А-ОІМ, помітивши нейтральну позицію важеля, включити передачу редуктора і виміряти кут, на який відхиляється важіль. Якщо його значення більше 40°, муфту необхідно відрегулювати поворотом натискного упору.

у двигунів Д-108, плавно включаючи муфту зчеплення, визначати динамометром максимальне зусилля включення, яке має бути 70...110 Н. Регулювання здійснюється зміною позиції корпусу важелів муфти щодо натискного диска;

у двигунів СМД-75 і Д-50, включивши муфту, перевірити положення важеля. Він повинен знаходитися в межах 5.. .45° від вертикалі. При куті більше 45° муфту регулюють зміною позиції важеля.

## **5.4 ПЕРЕВІРКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПУСКОВОГО ДВИГУНА В ЦІЛОМУ**

1. Запустити двигун, прослухати його роботу і оцінити колір відпрацьованих газів. ( див. лабораторну роботу № 1).

2. Перевірити і при необхідності відрегулювати систему запалювання і систему живлення (пункт 5.5, 5.6).

3. Перевірити мінімально стійку частоту обертання колінчастого валу. Якщо двигун працює нестабільно або його частота обертання понад  $1300 \text{ хв}^{-1}$ , необхідно відрегулювати карбюратор (див. пункт 5.6).

4. Підключити тахометр переносного приладу КИ-1093 (рис.5.1) до системи запалювання двигуна і перевірити частоту обертання колінчастого вала двигуна спочатку на холостому ході, потім під навантаженням. Для підключення пристрою КИ-1093 (рис.5.1) необхідно клеми тахометра приладу з'єднати з клемою включення запалювання (у магнето М-24А1 і М-124 - з молоточком переривника), а клеми "маса" приладу - з масою машини.

4.1 Визначити мінімально стійку частоту обертання колінчастого валу. У випадку нестійкої роботи пускового двигуна або частоти обертання вала понад  $1300 \text{ хв}^{-1}$  необхідно відрегулювати карбюратор (див. пункт 5.6).

4.2 Встановити важіль ручного управління дросельною заслінкою в позицію повного відкриття, зафіксувати показання тахометра і порівняти з номінальним. Для двигунів з магнето М-24М, М-124 і М-130 показання тахометра необхідно збільшити в два рази. Значення частоти обертання колінчастого вала наведено в табл. 5.1.

4.3 Включити механізм передачі і муфту зчеплення пускового двигуна і, прокручуючи дизель при вимкненій подачі палива і вимкненому декомпресорі, зафіксувати показання тахометра під навантаженням. Частота обертання колінчастого валу має бути в межах, вказаних в табл. 5.1. У разі необхідності, відрегулювати частоту обертання регульовальним болтом пружини регулятора карбюратора. Підвищена частота обертання колінчастого вала дизеля порівняно з даними табл. 5.1 свідчить про пробуксовування муфти зчеплення пускового двигуна.

## 5.5 ПЕРЕВІРКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ

1. Зняти дріт з свічки і, утримуючи його наконечник на відстані 5...7 мм від стрижня центрального електрода свічки, прокрутити вал пускового двигуна за допомогою стартера і простежити за станом іскри. Іскра повинна бути безперебійною. Якщо іскри немає або вона з'являється з перебоями, виконати операція пп. 2-5.

2. Вивернути свічку, змочити її бензином або гасом, очистити від нагару і перевірити зазор між електродами. Нагар з електродів свічки очищається спеціальним надфілем. Зазор між електродами має бути 0,5...0,7 мм. При необхідності, відрегулювати зазор підгинанням бічного електрода. **Пристрої:** банка з бензином, щітка, надфіль.

3. Підтягнути кріплення магнето, очистити і промити бензином за допомогою пензлика контакти переривника. Контакти переривника очищають спеціальним надфілем і продувають стисненим повітрям. **Пристрої:** кісточка, надфіль, джерело живлення.

4. Перевірити і при необхідності відрегулювати величину зазору між контактами переривника. Номінальна величина зазору повинна бути 0,25...35 мм. **Пристрої:** щуп № 2, викрутка.

5. Запустити двигун і простежити за його роботою. Див. табл. 5.1. У тому випадку, якщо у вихлопній трубі або карбюраторі спостерігаються хлопки, необхідно перевірити і відрегулювати кут випередження запалювання (див. п. 6).

6. Перевіряти і при необхідності відрегулювати кут випередження запалювання.

6.1 Зняти кожух маховика в зборі з стартером. У пускового двигуна П-23 і П23М необхідно зняти корпус муфти зчеплення. **Пристрої:** ключі гайкові з комплекту машини, свічковий ключ.

6.2 Зняти дріт із свічки і вивернути її. У двигунів П-23 П-23М вивернути обидві свічки.

6.3 Встановити поршень (в П-23 і П-23М - поршень першого циліндра) у ВМТ. Це можна зробити за допомогою глибиноміра-штангенциркуля, прокручуючи вручну колінчастий вал двигуна (в П-23 і П-23М риску "ЗАЖ." поєднати з рисою на фланці корпусу). Моменти сполучення рисок і початку розмикання контактів повинні співпадати.

6.4 Зняти кришку магнето і, повертаючи колінчастий вал двигуна у зворотний бік (у всіх двигунів, крім П-23 і П-23М), опустити поршень на 5,8 мм, а у ПД-8 - на 5,1 мм нижче ВМТ. Це відповідає положенню колінчастого вала  $27^\circ$  до ВМТ (у ПД-8 -  $29^\circ$  до ВМТ). У двигунів П-23 і П-23М початок розмикання контактів повинен відповідати положенню суміщення рисок маховика і картера двигуна. При необхідності, відрегулювати кут випередження запалювання. **Пристрої:** викрутка.

7. При необхідності регулювання послабити болти кріплення магнето і, обертаючи його навколо осі, встановити в положення початку розмикання

контактів. Якщо при нормальному стані контактів переривника магнето працює незадовільно, його необхідно зняти і відправити в майстерню для перевірки та регулювання на спеціальному стенді. **Пристрої:** ключ гайковий.

8. Закріпити магнето і ще раз перевірити початок розмикання контактів щодо положення поршня. У двигунів П-23 і П-23М, крім того, необхідно відрегулювати зазори клапанів, тобто щуп 0,25 мм - на холодному і 0,2 - на прогрітому двигуні. Пристрої: ключі гайкові, щуп.

## 5.6 ПЕРЕВІРКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

1. Перевірити загальний стан карбюратор за характером вихлопу. Нестійка робота двигуна, а також часті вихлопи у вихлопній трубі або чорний дим при роботі двигуна під навантаженням при прокручуванні вала двигуна свідчать про справність системи запалювання і несправності карбюратора.

2. При необхідності, промити карбюратор, для чого вивернути з корпусу карбюратора штуцер підводу палива і очистити його від бруду зустрічним потоком бензину або гасу. При сильному забрудненні витягти з штуцера сітку і продути її стисненим повітрям. У поплавкових карбюраторів зняти кришку поплавкової камери, вийняти поплавок і вивернути пробку зливного отвору. Потім промити деталі карбюратора в бензині.

3. Якщо пусковий двигун під навантаженням працює з перебоями, вивернути гвинт холостого ходу і гвинт криниці жиклера-розпилювача, промити в бензині і продути стисненим повітрям. Забороняється чистити калібровані отвори жиклерів металевим дротом.

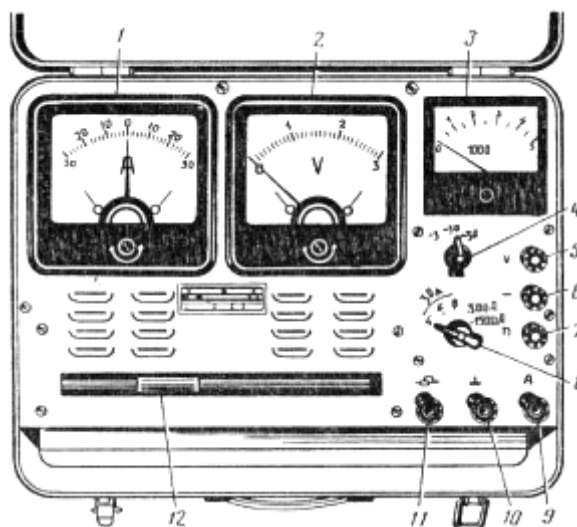


Рис. 5.4 - Переносний вольтамперметр КІ-1093:

1 - амперметр; 2 - вольтметр; 3 - тахометр; 4 - ручка перемикача вольтметра; 5 - клемма підключення вольтметра; 6 - клемма підключення вольтметра і тахометра; 7 - клемма підключення тахометра; 8 - рукоятка перемикачання амперметра, об'єднана з перемикачем тахометра; 9 - клемма підключення амперметра; 10 - клемма підключення приладу до «маси» випробовуваного обладнання; 11 - клемма підключення реостата, 12 - рукоятка навантажувального реостата. Амперметр має межу вимірювань до 30 А, а при використанні виносного шунта - 300 і 1500 А.

4. Очистити і промити фільтруючі елементи очисника повітря, а після його складання - перевірити герметичність з'єднань. Фільтруючі елементи необхідно промити в гасі і продувати стисненим повітрям. У двигунів П-23 і П-23М, крім цього, злити з піддону фільтра очищення повітря забруднену оливу, промити піддон чистим паливом і заповнити його відпрацьованим профільтрованою дизельною оливою до рівня верхньої кромки нижнього кільця



# ДОДАТОК 1

№	Дизелі	Калібрувальні значення пристрою		Значення частоти обертання, на яку налаштовують пристрій для вимірювання прискорення	
		по частоті обертання	по прискоренню	в області номінальної частоти обертання	в області максимального крутного моменту
1	ЯМЗ-240Б	1630	327,2	1800	1300
2	ЯМЗ-238НБ	1630		1600	1300
3	ЯМЗ-238НБ	1630		1600	1300
4	СМД-62	1673		2000	1650
5	А-41	1802		1650	1200
6	Д-240	1302		2100	1550
7	Д-240Л	1562		2100	1550
8	Д-65Н	1420		1650	1200
9	Д-50	1302		1600	1200
10	Д-50Л	1562		1600	1200
11	А-01М	1704		1600	1200
12	Д-144	1387		1900	1400
13	СМД-14	1875		1600	1200
14	СМД-14А	1875		1600	1200

Примітка: 1. Якщо максимальна частота обертання вала холостого ходу дизеля не співпадає з допустимими запасами, то необхідно відрегулювати всережимний регулятор, обертаючи болт обмежувач по максимальній частоті обертання; 2. Якщо максимальна частота обертання холостого ходу дизеля співпадає з допустимим значенням, то необхідно виміряти кутове прискорення розгону і вибігу номінальної частоти обертання і прискорення розгону при частоті обертання, що відповідає максимальному крутному моменту.

Рис. 1 – Калібрувальні значення пристрою

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дѣл.	Подп. и дата

№	Дизелі	Номинальна потужність дизеля, кВт	Номинальна частота обертання, хб <sup>-1</sup>	Максимальна частота обертання холостого ходу, хб <sup>-1</sup>	Частота обертання при максимальному крутному моменту, хб <sup>-1</sup>	Еталонні значення кутлових прискорень, с <sup>-2</sup>		
						вільного розгону		
						в області номінальної частоти обертання	в області максимального крутного моменту	повного вибігу в області номінальної частоти обертання
1	ЯМЗ-240Б	198,6+13,9 -10,2	1900±50	2050±50	1300	273+19 -14	326+22,0 -16,0	96±24
2	ЯМЗ-238НБ	158+11 - 9	1700+50 -20	1900±50	1300	168+12 - 8	178+12,0 - 9,0	71±19
3	ЯМЗ-238НБ	158+11 - 8	1700+50 -20	1900±50	1300	181+14 - 9	190+15 - 9	74±20
4	СМД-62	121,4+8,5 -6,5	2100±40	2260+65 -70	1560	116+8,0 -6,0	130+9,0 -6,5	42±11
5	А-41	66,2+4,6 -3,3	1750±35	1865+75 -40	1200	167+12 - 8	188+12,0 - 9,0	55±14
6	Д-240	58,8+4,1 -2,9	2200±45	2320+80 -75	1560	180+12 - 9	200+14,0 -10,0	75±19
7	Д-240Л	58,8+4,1 -2,9	2200±45	2320+80 -75	1560	180+12 - 9	200+14,0 -10,0	75±19

Рис. 2 – Довідкові данні по дизелям і еталонні значення прискорень

Інв. № подл.	Подп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дідл.	Подп. і дата

№	Дизелі	Номінальна потужність дизеля, кВт	Номінальна частота обертання, хв <sup>-1</sup>	Максимальна частота обертання холостого ходу, хв <sup>-1</sup>	Частота обертання при максимальному крутному моменту, хв <sup>-1</sup>	Еталонні значення кутбових прискорень, с <sup>-2</sup>		
						вільного роззону		
						в області номінальної частоти обертання	в області максимального крутного моменту	повного вибігу в області номінальної частоти обертання
8	Д-65Н	44,1+2,9 -2,2	1750±35	1865+75 -35	1200	132+9 -6	142+10,0 -7,0	48±12
9	Д-50	40,5+2,7 -2,2	1750±35	1810+70 -30	1200	172+12 -9	185+13,0 -9,0	75±19
10	Д-50Л	40,5+2,7 -2,1	1700±35	1810+70 -30	1200	172+12 -9	185+13,0 -9,0	75±19
11	А-01М	98+7 -5	1700±30	1810+70 -30	1200	119+8 -6	130+8 -6	35±9
12	Д-144	46,5+3 -2	2000±40	2140+65 -30	1400	182+12 -9	213+14 -10	36±14
13	СМД-14	55,2+4 -3	1700±30	1810+70 -30	1200	125+9 -6	140+10 -7	41±10
14	СМД-14А	55,2+4 -3	1700±30	1810+70 -30	1200	160+11 -8	179+12 -9	53±13

Рис. 3 – Довідкові данні по дизелям і еталонні значення прискорень

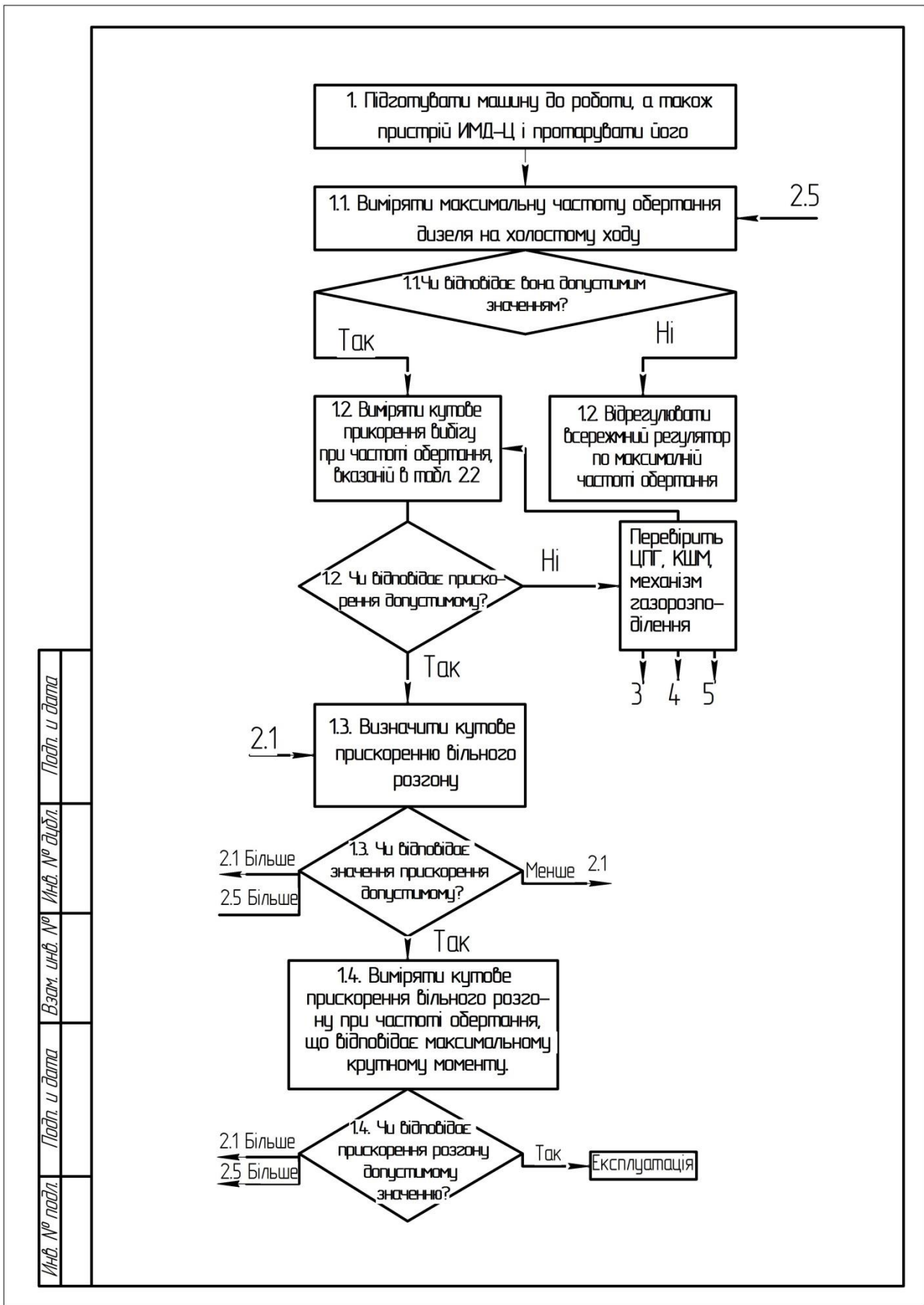


Рис. 4 – Схема діагностування двигуна по інтегральним параметрам за допомогою ІМД-Ц

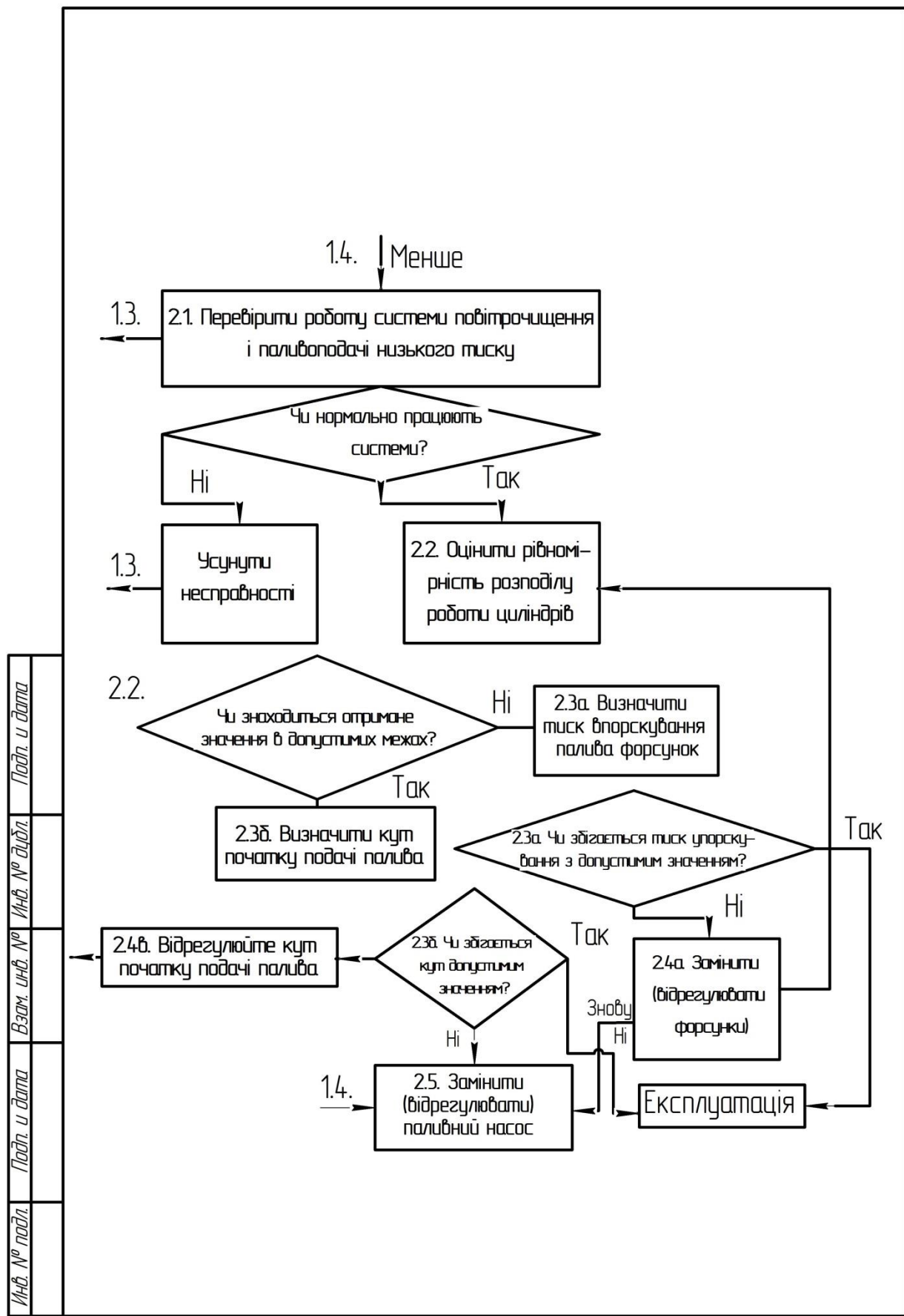


Рис. 5 – Схема діагностування системи живлення і повітроочищення

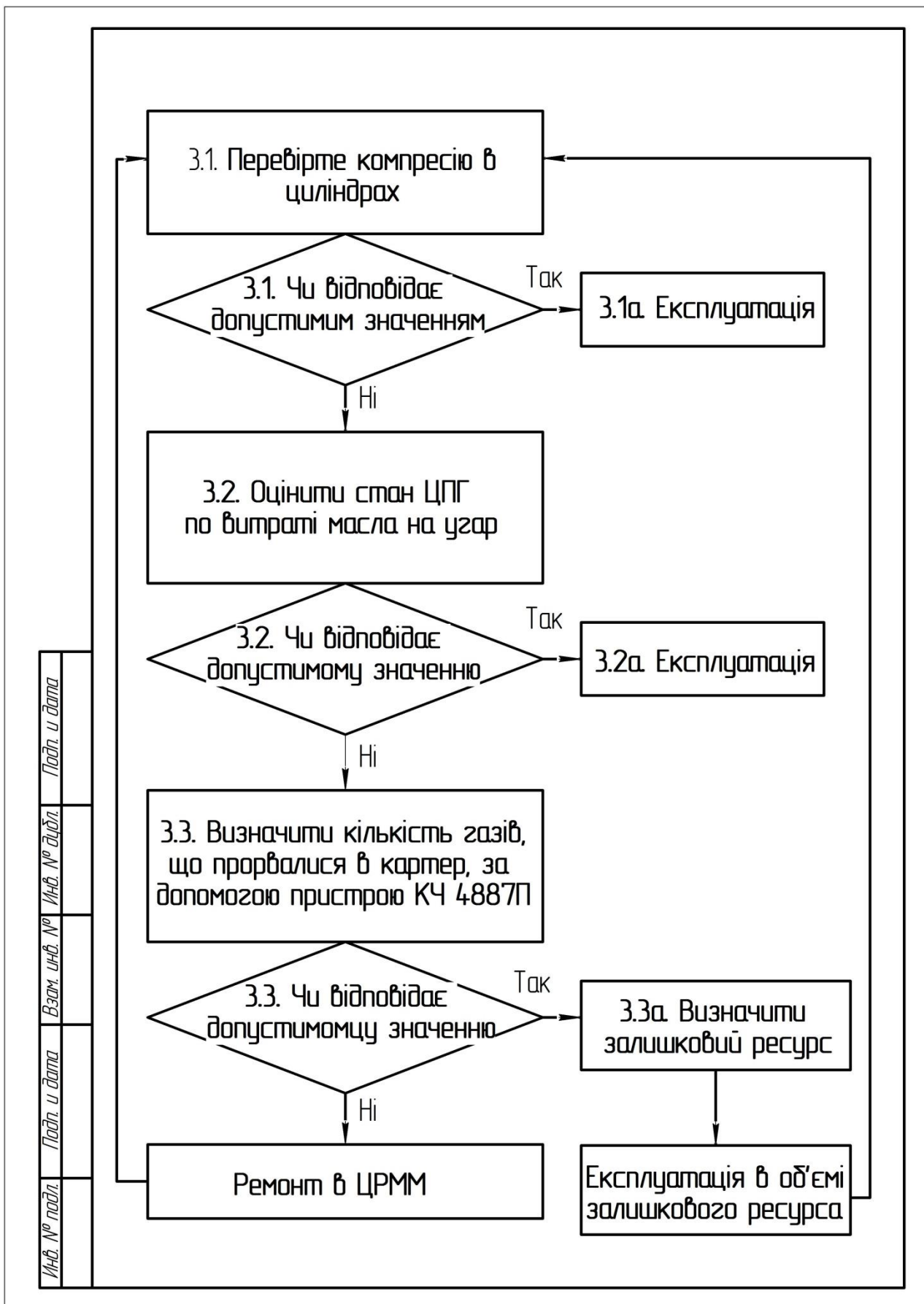


Рис. 6 – Схема оцінки технічного стану ЦПГ



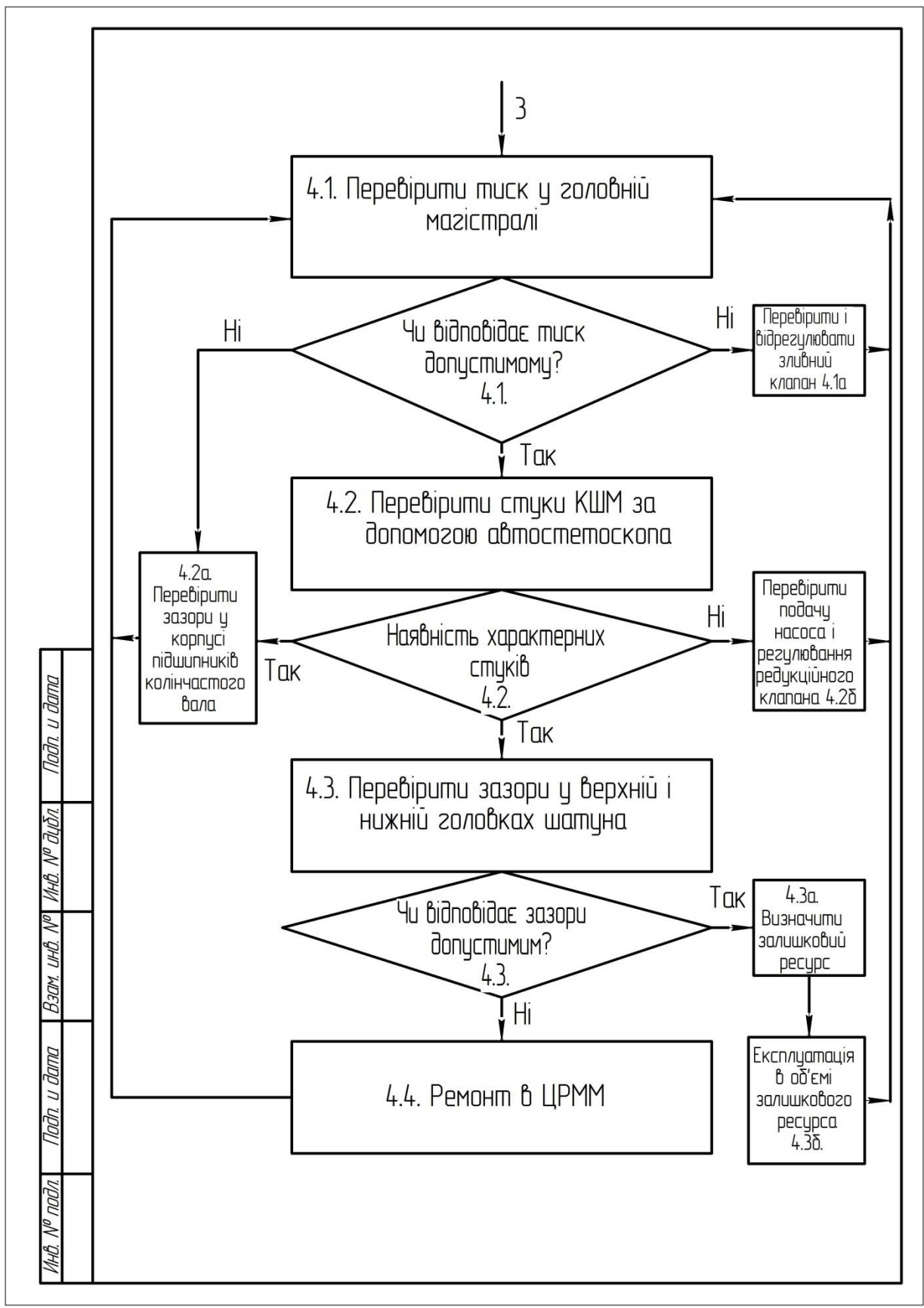


Рис. 7 – Схема оцінки технічного стану КШМ

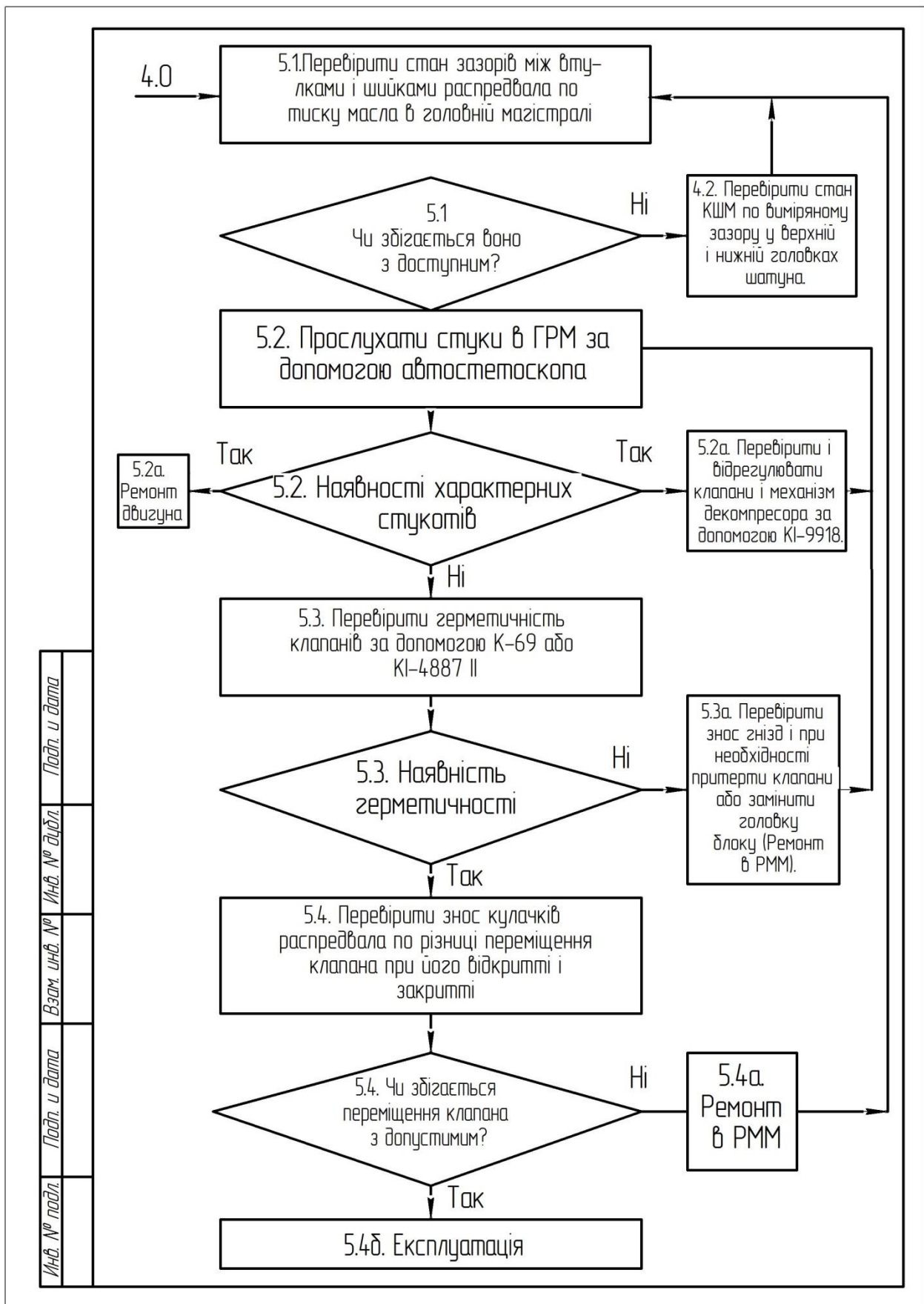


Рис. 8 – Схема оцінки технічного стану газорозподільчого механізму



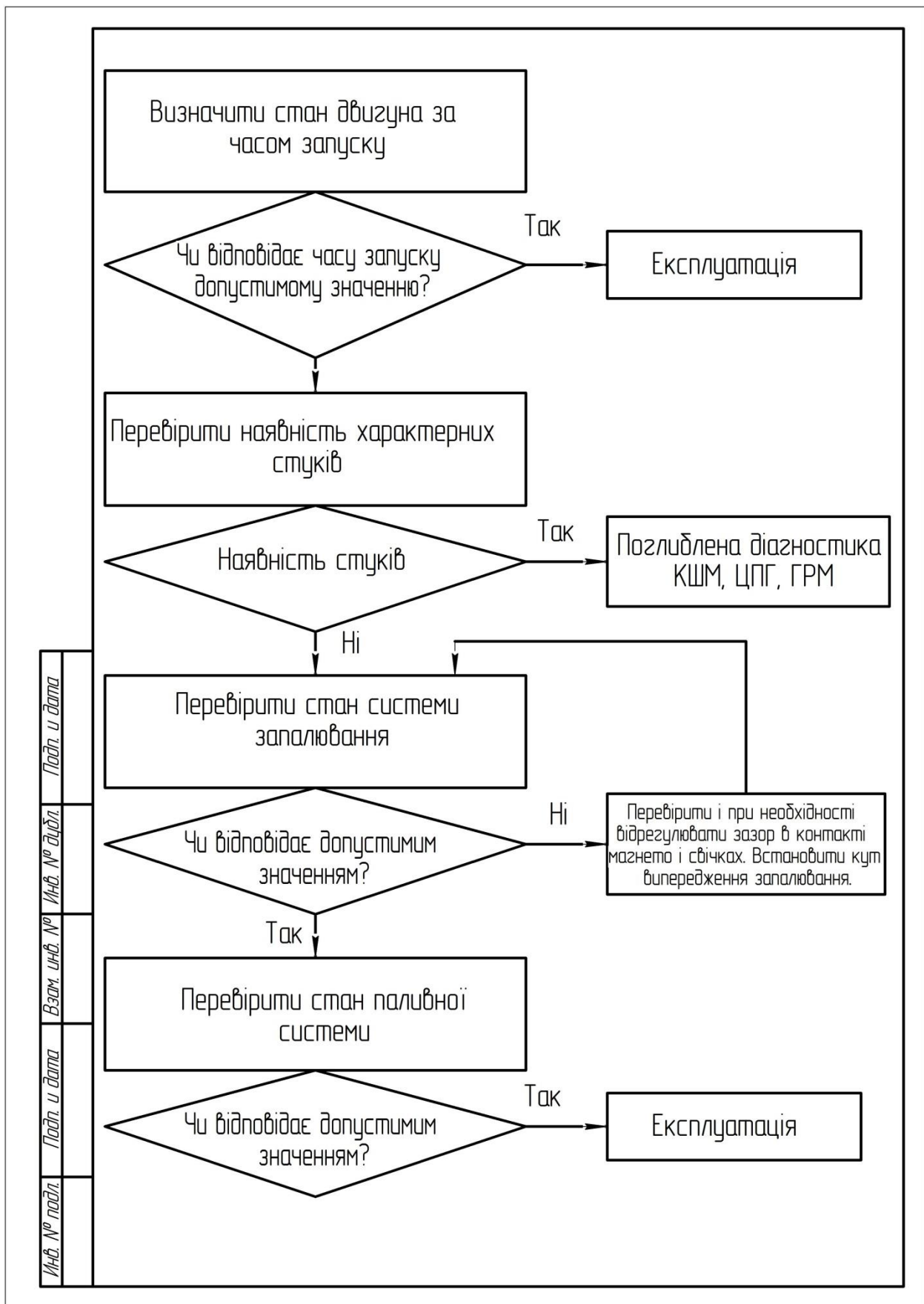


Рис. 9 – Схема діагностування пускових двигунів

## ЛІТЕРАТУРА

1. Діагностика і технічне обслуговування будівельних машин. Практикум: Навч. Посібник/С.К.Полянський, В.І.Лесько, А.С.Жерновий, С.Х.Тінченко.- К.:Либідь, 1995.- 312с.
2. Методические указания к лабораторным работам по курсу “Эксплуатация строительных машин”: Оценка технического состояния, поиск неисправностей, определение остаточного ресурса и объема работ по ТО и ремонту двигателей внутреннего сгорания для студентов специальности 1504-СМО /Полянский С.К., Жерновой А.С., Лесько В.И., Тинченко С.Х./ - К.: КИСИ, 1989. -128 с.
3. Максименко А.Н. Диагностика строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин: учеб. пособие/ А.Н. Максименко, Г.Л. Антипенко, Г.С. Лягушев. – СПб.:БХВ-Петербург, 2008.-302 с.:ил.
4. Набоких В.А. Диагностика электрооборудования автомобилей и тракторов: учебное пособие/В.А.Набоких./ - М.: ФОРУМ; НИЦ ИНФРА-М, 2013. -288 с.
5. Соснин Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы. /Д.А.Соснин, Яковлев В.Ф./-М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с.: ил.
6. Полянский С.К.Эксплуатация строительных машин /С.К. Полянский/- К.: Вища школа. 1986. -304.
7. Полянский С.К., Білякович О.Т. Експлуатація будівельно-дорожніх машин: Підручник. – К.: Вища школа, 2007. – 751 с.