Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

Паливна апаратура ДВЗ

Методичні вказівки до практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Автомобільний транспорт»
галузі знань 27 Транспорт,
спеціальності 274 Автомобільний транспорт
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2022

УДК 621. 43(075.8)
П-14

До друку

Голова вченої ради факультету транспорту
та механічної інженерії_____ І. Мурований
(підпис)

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ. Директор бібліотеки _____ С. Бакуменко
(підпис)

Затверджено науково-методичною радою Луцького національного технічного університету, протокол №__ від __ _____ 20 ___ р.

Рекомендовано до видання науково-методичною радою факультету транспорту та механічної інженерії Луцького національного технічного університету, протокол №__ від ___ _____20 ___ р.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри автомобілів і транспортних технологій, протокол № __ від ___ _____20 ___ р.

Укладач: _____ В. Захарчук, доктор технічних наук, професор ЛНТУ
(підпис)
_____ О. Захарчук, кандидат технічних наук, доцент ЛНТУ
(підпис)

Рецензент: _____ М. Скалига, кандидат технічних наук, доцент ЛНТУ
(підпис)

Відповідальний
за випуск: _____ В. Онищук, кандидат технічних наук, доцент ЛНТУ
(підпис)

Т-14 **Паливна апаратура ДВЗ** [Текст]: методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 Транспорт, спеціальності 274 Автомобільний транспорт денної та заочної форм навчання / уклад. В.І. Захарчук, О.В. Захарчук. – Луцьк : Луцький НТУ, 2022. – 13 с.

Викладені вказівки до практичних занять дисципліни «Паливна апаратура ДВЗ». Вказівки складаються із загальних відомостей щодо паливної апаратури ДВЗ, методики розрахунку систем живлення: дизеля та системи живлення газової апаратури.

Методичне видання призначене для студентів спеціальності 274 Автомобільний транспорт і може бути корисним для тих, хто працює в автомобільній галузі

© В. Захарчук, О. Захарчук, 2022

ЗМІСТ

1 Загальні відомості щодо паливної апаратури ДВЗ……4
2 Розрахунок системи паливоподачі дизеля……..5
2.1 Розрахунок діаметра і ходу плунжера……..5
2.2 Розрахунок діаметра соплових отворів розпилювача форсунки…...6
3 Розрахунок газової апаратури……..8
Список використаних джерел……...12

1 Загальні відомості щодо паливної апаратури ДВЗ

В якості двигунів внутрішнього згоряння для автомобілів сьогодні використовують:

1) двигуни з зовнішнім сумішоутворенням і запалюванням суміші від зовнішнього джерела. В цих двигунах використовують палива, які легко випаровуються (рідке або газоподібне), а горючу суміш готують за межами основного робочого об'єму (циліндра і камери згоряння) двигуна в спеціальному пристрої - карбюраторі. До цього типу відносять двигуни з системою безпосереднього впорскування легкого палива у впускний трубопровід (колектор);

2) двигуни з внутрішнім сумішоутворенням і самозайманням палива. В цих двигунах використовуються важковипаровувані палива (дизельне паливо, солярові масла і їх суміші) і горюча суміш утворюється в камерах згоряння двигуна. В сучасних дизелях, залежно від конструкцій камер згоряння і способу подачі палива, використовують нероздільні камери з об'ємним або плівковим сумішоутворенням і роздільні камери згоряння - передкамерні і вихрокамерні. До цього типу можна віднести бензинові двигуни з впорскуванням палива безпосередньо в об'єм циліндра.

Незалежно від типів і видів двигунів внутрішнього згоряння до їх паливної апаратури висувають вимоги, основними з яких є:

1) точне дозування палива і окисника (повітря) за циклами в циліндрах;

2) приготування горючої суміші в чітко визначений і, як правило, дуже малий відрізок часу;

3) утворення горючої, а потім робочої суміші, що забезпечує повне згоряння палива і відсутність токсичних компонентів в продуктах згоряння;

4) автоматична зміна складу горючої суміші відповідно із змінами режиму роботи двигуна;

5) надійний пуск двигуна в різних температурних умовах;

6) стабільність встановлених регулювань системи живлення протягом тривалого часу експлуатації двигуна, а також можливість зміни регулювань залежно від умов експлуатації і технічного стану двигуна;

8) технологічність системи живлення: простота та надійність конструкції, зручність монтажу, регулювань, обслуговування і ремонту.

Виконання вказаних вимог в системах живлення автомобільних двигунів, в основному, забезпечується:

а) для двигунів з зовнішнім сумішоутворенням - карбюратором в карбюраторних двигунах, карбюратором-змішувачем в газових двигунах, електромагнітними форсунками і блоком керування в двигунах з впорскуванням легкого палива у впускний колектор;

б) для двигунів з внутрішнім сумішоутворенням - насосом високого тиску і форсункою або насосом-форсункою, а для двигунів з впорскуванням

легкого палива безпосередньо в циліндри - електромагнітними форсунками і електронним блоком управління - мікропроцесором.

2 Розрахунок системи паливоподачі дизеля

Розрахунок системи паливоподачі зводиться до визначення основних конструктивних розмірів секції паливного насоса високого тиску (діаметр і хід плунжера), а також діаметра соплового отвору розпилювача форсунки. Студент розпочинає свою роботу з того, що викреслює розрахункову схему секції насоса високого тиску.

2.1 Розрахунок діаметра і ходу плунжера

Циклова подача палива, мм^3/цикл

$$\Delta V_{ц} = \frac{g_e N_e \tau \cdot 10^3}{120 \cdot n \cdot i \cdot \rho_n},$$

де i - кількість циліндрів;

τ - тактність;

ρ_n - густина палива, г/см^3.

Теоретична подача секції насоса, мм^3/цикл:

$$V_T = \frac{\Delta V_{ц}}{\eta_н},$$

де $\eta_н$ - коефіцієнт подачі насоса при номінальному навантаженні.

$\eta_н$ =0,7...0,9,

$\eta_н$ враховує стиск палива, його перетікання через нещільності, деформацію паливопроводів високого тиску.

Повна продуктивність секції насоса, мм^3/цикл:

$$V_н = (2,5...3,2)V_T$$

$V_н$ враховує перепуск частини палива, а також додаткову витрату палива на режимах пуску і перевантаження.

Діаметр плунжера, мм

$$d_{пл.} = \sqrt[3]{\frac{4V_н}{\pi \cdot S_{пл.} / d_{пл.}}},$$

де $S_{пл.} / d_{пл.}$ - відношення ходу плунжера до його діамера. З конструктивних міркувань задаються $S_{пл.} / d_{пл.}$ = 1,2...1,7.

Повний хід плунжера $S_{пл.} = d_{пл.}(S_{пл.} / d_{пл.})$.

Отримані розрахунком значення діаметра і ходу плунжера потрібно скоректувати з врахуванням типорозмірного ряду за ГОСТ 10578-74

$d_{пл.}$: 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 16 мм

$S_{пл.}$: 6, 7, 8, 9, 10, 12, 16, 20 мм

Активний хід плунжера, мм

$$S_{акт} = \frac{4V_T}{\pi \cdot d^2_{пл.}}.$$

Середня швидкість руху плунжера, м/с

$$C_{ПЛ} = \frac{6n_k \cdot S_{акт}}{\varphi_{впр} / \Delta},$$

де n_k - частота обертання кулачкового вала насоса, хв$^{-1}$;

$\varphi_{впр}$ - період впорскування палива в циліндр, °п.к.в. (береться в межах І5°п.к.в,);

Δ - коефіцієнт, що враховує збільшення дійсного періоду впорскування в порівнянні з геометричним, Δ = 1,3...1,7.

2.2 Розрахунок діаметра соплових отворів розпилювача форсунки

Час витікання палива, с:

$$\Delta\tau = \frac{\varphi_{впр}}{6 \cdot n}.$$

Тиск в кінці процесу стиску з врахуванням впливу на нього запалювання робочої суміші до приходу поршня в в.м.т., МПа.

$$P_c'' = (1{,}15...1{,}25)P_c,$$

де P_c - розрахунковий тиск в кінці процесу стиску, МПа.

Середній тиск газу в циліндрі дизеля в період впорскування, МПа:

$$P_ц = (P_c'' + P_z)/2,$$

Середня швидкість витікання палива через соплові отвори, м/с:

$$\omega_ф = \sqrt{(P_ф - P_ц)\cdot(\frac{2}{\rho_n})\cdot 10^6},$$

де $P_ф$ - середній тиск розпилювання, МПа,

$P_ф$ = 15...40 МПа.

$P_ф$ залежить від затяжки пружини форсунки, гідравлічного опору соплових отворів, діаметра і швидкості руху плунжера.

Сумарна площа соплових отворів, мм:

$$f_c = \frac{\Delta V_ц}{\mu_ф \cdot \omega_ф \cdot \Delta\tau \cdot 10^3},$$

де $\mu_ф$ - коефіцієнт витрати палива,

$\mu_ф$ =0,65...0,85.

Діаметр соплового отвору, мм

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot f_c}{\pi \cdot m}},$$

де m - кількість соплових отворів в розпилювачі форсунки.

Кількість і розміщення соплових отворів в розпилювачі приймають з врахуванням способу сумішоутворення і типу камери згоряння. В дизелях з об'ємним способом сумішоутворення застосовують багатодірчаті розпилювачі з малим діаметром соплових отворів (0,20...0,35 мм), в дизелях з об'ємно-плівковим і плівковим сумішоутворенням застосовують одно- або двохдірчаті розпилювачі з d_c = 0,4...0,6 мм, в дизелях з розділеними камерами згоряння застосовують однодірчасті штифтові розпилювачі.

3 Розрахунок газової апаратури

Газову апаратуру розраховують за умови забезпечення максимальної потужності двигуна при заданому значенні коефіцієнта надлишку повітря. Спочатку розраховують газоповітряний змішувач і з'єднаний з ним дозуючий пристрій газового редуктора низького тиску (рис. А.2). Визначають діаметри: d_1 — патрубка для виходу газоповітряної суміші; d_2 — дифузора; d_3 — патрубка для підводу газу; d_4 — жиклера дозуючого пристрою. Через малі перепади тисків стисливість повітря і газу не враховують.

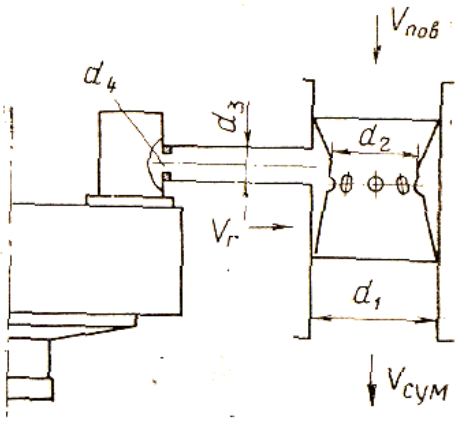

Рисунок 3.1 - Схема газоповітряного змішувача і дозуючого пристрою

Витрата газоповітряної суміші із змішувача дорівнює її витраті двигуном. На номінальному режимі вона становить, м^3/с,

$$V_{сум} = V_h \eta_V n_{ном} \cdot i / 30_\tau = f_1 W_1,$$

де V_h — робочий об'єм циліндра, м^3; η_V — коефіцієнт наповнення; $n_{ном}$ — номінальна частота обертання двигуна, хв$^{-1}$; i — кількість циліндрів; τ — коефіцієнт тактності двигуна; f_1 — площа прохідного перерізу вихідного патрубка змішувача, м^2; W_1 — швидкість суміші у вихідному патрубку, м/с.

Звідси

$$f_1 = V_{сум} / W_1$$

Діаметр вихідного патрубка, м:

$$d_1 = \sqrt{4V_{сум} / 3{,}14W_1}.$$

Секундна витрата повітря, м^3/с:

$$V_{пов} = \frac{\alpha_Г L_0^Г V_{сум}}{1 + \alpha_Г L_0^Г} = \frac{V_{сум}}{1/\alpha_Г L_0^Г + 1}.$$

Для газових двигунів приймають $\alpha_Г$ = 1,15, ..1,20, для газодизелів $\alpha_{Г.Д}$ = 1,6...2,0. Діаметр d_2 визначають, використовуючи рівняння витрати повітря через дифузор:

$$V_{пов} = \mu_2 f_2 \sqrt{2(p_0 - p_2)/\rho_{пов}},$$

де μ_2 — коефіцієнт витрати; f_2 — прохідний переріз дифузора, м^2; $\rho_{пов}$ — густина повітря, кг/м^3; p_0, p_2 — тиск повітря при вході в змішувач та в найменшому перерізі дифузора, Па.

З попереднього рівняння

$$f_2 = \frac{V_{пов}}{\mu_2 \sqrt{2(p_0 - p_2)/\rho_{пов}}}.$$

Діаметр дифузора, м:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4V_{пов}}{3{,}14\mu_2\sqrt{2(p_0 - p_2)/\rho_{пов}}}}$$

Перепад тиску *(p_0 — p_2)* приймають не більше ніж 0,02 МПа, щоб не погіршилось наповнення циліндрів свіжим зарядом. Ця величина відповідає швидкості повітря, близької до 150 м/с.

Витрати газу, м^3/с:

$$V_Г = V_{пов} / \alpha_Г L_0^Г.$$

Площу прохідного перерізу патрубка для підводу газу, м^2, визначають, задаючись його швидкістю в цьому перерізі:

$$f_3 = V_Г / W_3$$

де W_3 — швидкість газу, яку можна прийняти в межах 20...30 м/с.

Діаметр патрубка, м:

$$d_3 = \sqrt{4V_Г / 3{,}14W_3}$$

Діаметр газового жиклера визначають з рівняння витрати газу крізь жиклер:

$$V_Г = \mu_4 f_4 \sqrt{2(p_0 - p_2 - \Delta p)/\rho_Г},$$

де μ_4 —коефіцієнт витрати; f_4 — площа прохідного перерізу жиклера, м^2; $\rho_Г$ —густина газу, кг/м^3; p_p — тиск в другому ступені редуктора низького тиску, Па; Δp — втрата тиску в патрубку, що підводить газ, між редуктором та змішувачем.

Враховуючи попереднє рівняння, визначаємо діаметр жиклера, м:

$$d_4 = \sqrt{\frac{4V_Г}{3{,}14\mu_4\sqrt{2(p_p - p_2 - \Delta p)/\rho_Г}}}$$

Значення Δp залежить від густини газу, коефіцієнта гідравлічного опору патрубка і швидкості газу. При попередніх розрахунках її можна не враховувати.

Розміри решти елементів газової апаратури (редукторів, клапанів, вентилів, підігрівача чи випаровувача газу) вибирають за потрібною витратою газу $V_Г$ на номінальному режимі з невеликим запасом (25...3О %).

Список використаних джерел

1. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни: Підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко. – К.: Арістей, 2004. – 476 с.

2. Захарчук В.І. Автомобільні двигуни: електронний навч. Посібник / В.І. Захарчук, О.В. Захарчук Луцьк: Луцький НТУ, 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://lib.lntu.info/

4. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учеб. Пособие для вузов / А.И. Колчин, В.П. Демидов. – М.: Высш. шк.–2003.– 496 с.

5. Захарчук В.І.. Автомобільні двигуни: Методичні вказівки до практичних занять для студентів напряму 274 «Автомобільний транспорт» / В.І. Захарчук, О.В. Захарчук. – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 30 с.

Паливна апаратура ДВЗ [Текст]: методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 Транспорт, спеціальності 274 Автомобільний транспорт денної та заочної форм навчання / уклад. В.І. Захарчук, О.В. Захарчук. – Луцьк : Луцький НТУ, 2022. – 13 с.

Комп'ютерний набір О.В. Захарчук
Редактор В.І. Захарчук

Підп. до друку 2022 р.
Формат 60х84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс.
Ум. друк. арк. ___.
Тираж ___ прим.

Інформаційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – ІВВ Луцького НТУ