

УДК 629.113

Веремчук О. А., к.т.н., старший викладач (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЗОРОЗПОДІЛЬЧОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ШЛЯХОМ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ ЗВОРОТНЬО-ПОСТУПАЛЬНИХ ІНЕРЦІЙНИХ МАС

Розглянуто основні схеми газорозподільчих механізмів сучасних двигунів та виконано їх порівняльний аналіз. Запропоновано газорозподільчий механізм з розподільчою втулкою та методику конструювання його деталей.

Ключові слова: двигун, газорозподільчий механізм, фази газорозподілу.

Газорозподільчий механізм забезпечує своєчасний впуск у циліндр свіжого заряду горючої суміші і випуск відпрацьованих газів.

Загальна конструктивна схема чотирьохтактного двигуна, його сили та паливоекномічні показники значно залежать від прийнятої схеми газорозподільчого механізму (ГРМ).

На двигунах сучасних автомобілів застосовуються переважно клапанні ГРМ. Наповнення циліндра радикально впливає на потужність та визначається розмірами, розташуванням клапанів, а також конфігурацією впускних і випускних каналів у головці циліндрів. На рис. 1 наведені основні конструктивні схеми ГРМ сучасних автомобілів.

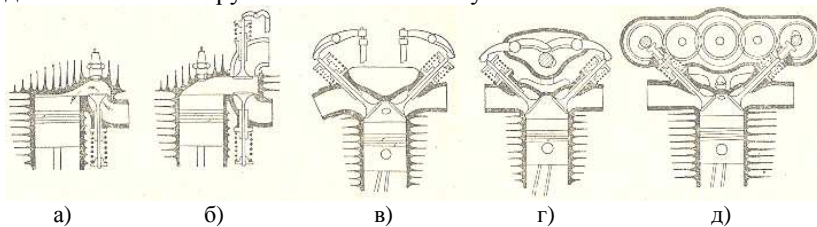


Рис. 1. Основні конструктивні схеми ГРМ

Схема, наведена на рис. 1, а, відповідає конструкції з боковими односторонніми клапанами, нижнім газорозподільчим валом (ГРВ) та зі зміщеною камерою згоряння. Збільшення площі поверхні останньої сприяє збільшенню теплових втрат, неможливості досягнення високо-

го ступеня стиску, а триразова зміна напрямку потоку збільшує втрати на впуск та знижує коефіцієнт наповнення.

Схема, наведена на рис. 1, б, являє собою проміжний тип газорозподілення і має верхній впускний та нижній випускний клапани. Дана схема має ті ж недоліки, що і попередня, хоча клапанний об'єм тут дещо менший.

На схемі рис. 1, в, зображений верхньоклапанний ГРМ, у якому клапани розташовані під кутом у напівсферичній головці та мають привід від нижніх ГРВ через штанги, штовхачі, коромисла. Така схема відрізняється вигідною формою камери згоряння і дозволяє зменшити теплові втрати, опір впускної системи та підвищити коефіцієнт наповнення. Основним недоліком є більше значення зворотньо-поступальних мас рухомих частин клапанного механізму, що призводить до порушення кінематичного зв'язку між деталями та зміни фаз газорозподілу на високих обертах двигуна.

Подальшим удосконаленням ГРМ є схема з верхнім ГРВ, наведена на рис. 1, г. Розташування клапанів та сферична камера згоряння збережені, а ГРВ перенесений на головку циліндра і діє на клапани через двоплечі коромисла. Незначні сили інерції коромисел та клапанів з пружинами дозволяють розвивати високу частоту обертання колінчастого вала, зберігаючи при цьому точну роботу ГРМ.

На схемі рис. 1, д, зображений ГРМ з двома верхніми ГРВ. У даній конструкції кожний клапан має привід від окремого ГРВ. Таким чином вдається отримати двигун з вигідною формою камери згоряння, високими ступенем стиску та коефіцієнтом наповнення, мінімальними інерційними масами. Однак, чотириклапанна головка за такою схемою може бути реалізована лише з шатровою формою камери згоряння, яка менш вигідна за сферичну з точки зору теплових втрат.

У всіх розглянутих вище ГРМ присутні спільні недоліки, а саме:

1. Суміш на впуску змінює свій початковий напрям руху при наповненні циліндра;

2. У кожній схемі присутні як обертові, так і зворотньо-поступальні інерційні маси, причому останні призводять до порушення фаз газорозподілу, особливо при високих обертах двигуна.

Усунути перераховані недоліки та покращити роботу ГРМ в цілому можливо шляхом застосування даного механізму з розподільчими втулками, схема якого наведена на рис. 2.

ГРМ з розподільчою втулкою працює наступним чином. Ведуча конічна шестерня 1, жорстко закріплена на колінчастому валу, передає обертання на ведений вал 2 з конічним та циліндричним зубчастими колесами. Від вала 2 приводиться розподільча втулка 3, яка вільно

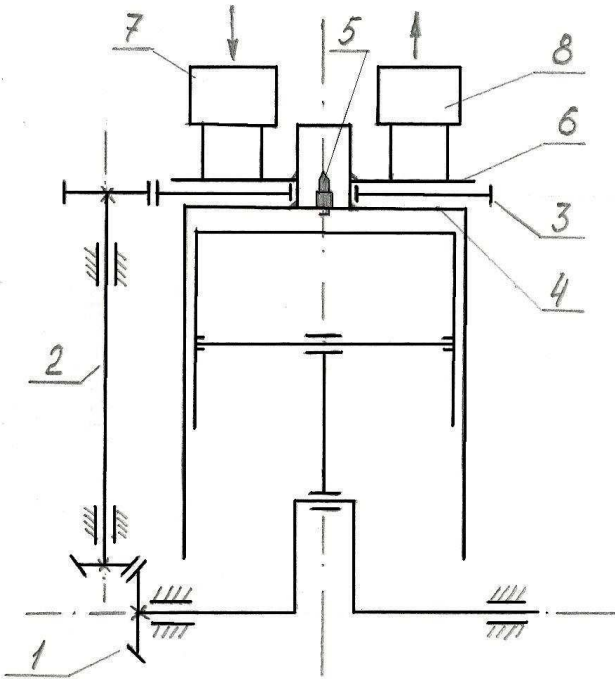


Рис. 2. Принципова схема ГРМ з розподільчою втулкою:

1 – ведуча конічна шестерня; 2 – ведений вал з конічним та циліндричним зубчастими колесами; 3 – розподільча втулка; 4 – головка циліндра; 5 – свічка запалювання; 6 – розподільча кришка; 7 – система впуску; 8 – система випуску

обертається на пустотілій осі головки циліндра 4. На такті впуску при співпаданні газових каналів розподільчої втулки 3, головки циліндра 4 та розподільчої кришки 6 у циліндр надходить робоча суміш із системи впуску 7, яка запалюється в кінці такту стиснення свічкою запалювання 5, встановленою всередині пустотілої осі головки циліндра 4. При співпаданні газових каналів розподільчої втулки 3, головки циліндра 4 та розподільчої кришки 6 на такті випуску із циліндра відводяться відпрацьовані гази через систему випуску 8. Передаточне відношення приводу зберігається рівним 1:2.

Профілювання газових каналів розподільчої втулки, головки циліндра та розподільчої кришки повинне здійснюватись відповідно до діаграми фаз газорозподілу двигуна, типовий вигляд якої наведено на рис. 3.

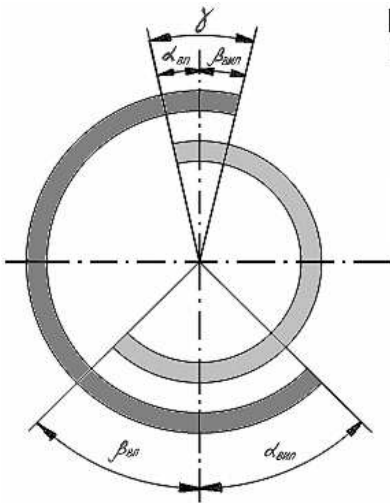


Рис. 3. Типова діаграма фаз газорозподілу чотиритактного ДВЗ:

- лінія впуску;
- лінія випуску;
- $\alpha_{вп}$ – кут випередження відкриття впускного каналу до ВМТ;
- $\beta_{вп}$ – кут запізнення закриття впускного каналу від НМТ;
- $\alpha_{вип}$ – кут випередження відкриття випускного каналу до НМТ;
- $\beta_{вип}$ – кут запізнення закриття випускного каналу від ВМТ;
- γ – кут перекриття каналів

Профілювання деталей ГРМ доцільно розпочинати з розподільчої втулки. Як видно з рис.3, тривалість фази впуску дорівнює ($\alpha_{вп}+180^\circ+\beta_{вп}$). Враховуючи передаточне число приводу, кут вікна розподільчої втулки δ складатиме:

$$\delta=(\alpha_{вп} +180^\circ+\beta_{вп})/2. \quad (1)$$

Внутрішній діаметр отвору втулки повинен відповідати зовнішньому діаметру осі головки циліндра (рис. 2) і забезпечувати вільне обертання, а зовнішній діаметр втулки продиктований діаметром циліндра і геометричними параметрами зубчастого зачеплення з веденим валом. Ширина вікна повинна забезпечувати мінімальний опір проходженню суміші (рис. 4).

При профілюванні каналів головки циліндра і розподільчої кришки слід враховувати, що впуск та випуск рознесені між собою на кут ($360^\circ-(\alpha_{вип}+\beta_{вип})$) згідно рис. 3, а з урахуванням передаточного числа приводу кут φ між впускним та випускним вікнами буде рівним:

$$\varphi=(360^\circ-(\alpha_{вип}+\beta_{вип}))/2. \quad (2)$$

Впускне вікно доцільно виконати круглим перерізом, причому його діаметр буде рівним ширині вікна розподільчої втулки. Як видно з рис. 3, тривалість фази випуску за кутом повороту колінчастого вала дорівнює ($\alpha_{вип}+180^\circ+\beta_{вип}$). Отже, кут випускного вікна ψ дорівнюватиме половині різниці фаз випуску та впуску:

$$\psi = ((\alpha_{вип}+180^\circ+\beta_{вип}) - (\alpha_{вп}+180^\circ+\beta_{вп}))/2 =$$

$$= ((\alpha_{\text{вип}} + \beta_{\text{вип}}) - (\alpha_{\text{вп}} + \beta_{\text{вп}})) / 2. \quad (3)$$

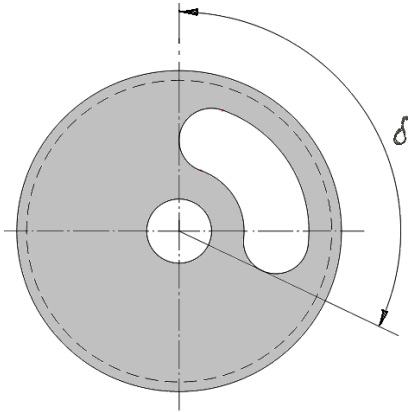


Рис. 4. Профілювання розподільчої втулки

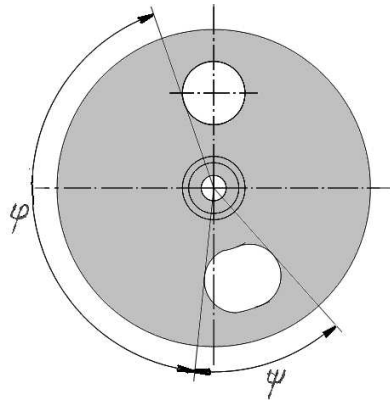


Рис. 5. Профілювання головки циліндрів та розподільчої кришки

Як видно з виразів (1-3), конфігурація вікон та їх взаємне розташування залежать від величини і співвідношення кутів випередження відкриття та запізнення закриття каналів. Якщо різниця у виразі (3) буде від'ємною, то більш "витагнутим" виявиться впускне вікно, тому профілювання слід розпочинати з каналу, який має менший фазовий кут. Якщо ж ця різниця рівна 0, то канали будуть однаковими, але можуть мати як симетричне, так і несиметричне розташування відносно ВМТ.

Застосування ГРМ з розподільчими втулками має такі переваги:

1. Зменшується кількість деталей ГРМ, причому деталі зі зворотньо-поступальним рухом відсутні;
2. Вдала компоновка дозволяє розташовувати циліндри двигуна в ряд з приводом розподільчих втулок одна від одної послідовно;
3. Суміш надходить у циліндр без зміни напрямку руху падаючим потоком;
4. Деталі ГРМ простіші у виготовленні, експлуатації та ремонті.

Поряд з перевагами наявні і такі недоліки:

1. Висока температурна напруженість вимагає застосування матеріалів з якнайменшим коефіцієнтом лінійного розширення та оливо з високою стабільністю;

2. Виникає необхідність у надійному мащенні спряжених поверхонь та у спеціальних заходах щодо запобігання прориву газів торцями втулки і потрапляння оливи всередину циліндра.

Удосконалення ГРМ дозволяє покращити наповнення, зменшити теплові втрати та підвищити характеристики і показники паливної економічності двигуна на всіх режимах його роботи.

1. Бекман В. В. Гонимые мотоциклы / В. В. Бекман. – Изд. 3-е, переработ. и доп. – Л. : Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1975. – 288 с., с ил. 2. Колчин А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей : учеб. пособие для вузов / Колчин А. И., Демидов В. П. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. Школа, 1980. – 400 с., ил.

Рецензент: д.т.н., профессор Кравець С. В. (НУВГП)

Veremchuk O. A., Candidate of Engineering, Senior Lecturer (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

IMPROVEMENT OF VALVE MECHANISM INTERNAL COMBUSTION ENGINE MITIGATION BY BACKWARD-PROGRESSIVE INERTIAL MASSES

The basic scheme of gas distribution mechanisms of modern engines is considered and a comparative analysis is made. Gas distribution mechanism with a distribution hub and its method of construction details are proposed.

Keywords: engine, gas distribution mechanism, timing.

Веремчук А. А., к.т.н., старший преподаватель (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПУТЕМ МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ИНЕРЦИОННЫХ МАС

Рассмотрены основные схемы газораспределительных механизмов современных двигателей и выполнен их сравнительный анализ. Предложены газораспределительный механизм с распределительной втулкой и методика конструирования его деталей.

Ключевые слова: двигатель, газораспределительный механизм, фазы газораспределения.
