

КУЛЬОВИЙ МЕХАНІЗМ ГАЗОРОЗПОДІЛУ ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА

Самарін О. Є., к.т.н., доц., доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок Херсонської державної морської академії,
E-mail: samarin06@yandex.ru

Розроблено кульовий механізм газорозподілу поршневого двигуна, що складається з органу газорозподілу та приводу, розташованих у кришці циліндра. Орган газорозподілу виконано у вигляді запірної кулі з отвором, встановленої у сідельних кільцях з отворами, з приводом від приводного валу, що має зубчасте зачеплення з розподільним валом. Отвір запірної кулі та отвори сідельних кілець виконано у вигляді овалу, більша вісь якого розташована уздовж валу. Сідельні кільця притискаються до запірної кулі за допомогою пружного елемента, наприклад тарілчастої пружини. Сідельні кільця та запірна куля виконані з жаростійкого матеріалу. Між запірною кулею та кришкою циліндра є порожнина для проходження охолоджувальної рідини. Приводний вал встановлено в антифрикційних втулках, а на його кінці виконано шліц, який входить у шліцьовий паз запірної кулі. Частота обертання приводного валу двотактного двигуна у два рази, а чотиритактного у чотири рази менша за частоту обертання колінчастого валу.

Крутний момент з розподільного валу через зубчасте зачеплення передається на приводний вал, який через шліц і шліцьовий паз передає його на запірну кулю. Запірна куля разом з отвором обертається у сідельних кільцях. При збіганні отвору запірної кулі з отворами у сідельних кільцях гази вільно проходять через них, а при перекритті запірною кулею отворів у сідельних кільцях прохід газів припиняється. Отвір запірної кулі один раз збігається з отворами у сідельних кільцях за один оберт колінчастого валу двотактного двигуна і за два оберти колінчастого валу чотиритактного двигуна, забезпечуючи вільний прохід газів, що відповідає робочому циклу. Зношування запірної кулі компенсується притисканням її до сідельних кілець пружним елементом, наприклад тарілчастою пружиною. Застосування винаходу дозволить встановити на поршневий двигун простий та надійний механізм газорозподілу, що працює без ударних та інерційних навантажень з щільно прилеглими робочими поверхнями.

Ключові слова: механізм газорозподілу, запірна куля, сідельне кільце, приводний вал, зубчасте зачеплення.

Вступ. Механізм газорозподілу служить для керування процесами впуску повітря в циліндр і випуску відпрацьованих газів [1]. Він складається з впускних і випускних органів газорозподілу та їх приводів.

Найуразливішими елементами механізму є впускні та випускні клапани, що випробовують високі механічні та теплові навантаження. Найбільшу небезпеку становлять теплові навантаження, що визначаються умовами роботи клапанів у зоні високих температур газів, які їх омивають. Втрата щільності клапанів відбувається по ряду причин:

- ерозійне зношування посадкового конуса тарілки клапана і його сідла;
- відкладення коксу та золи на тарілці;
- деформація клапана;
- порушення центрування осі клапана у напрямній;
- прогорання посадкової поверхні;
- низькотемпературна корозія.

Враховуючи масове використання поршневих двигунів внутрішнього згорання, проблема підвищення надійності механізму газорозподілу та строку його служби набуває практичної значущості.

Аналіз умов роботи клапанного механізму. У чотиритактних дизелях застосовують клапанне газорозподілення (рис.1). Органами газорозподілу є впускні і випускні клапани 10 з клапанними пружинами 9, а привід включає в себе клапанні важелі 8, що встановлені на осях 6 кронштейнів 7, штанги 4, штовхач 5 з роликками 2, кулачкові шайби 1 розподільного валу і привід від колінчастого валу до розподільного.

У двотактних дизелях з прямоточно-клапанною продувкою застосовують клапанно-щілинний газорозподіл. Для впуску повітря в циліндр служать продувні вікна

у втулці, які відкриваються і закриваються поршнем, а клапанний механізм керується випуском газів. У нових конструкціях застосований гідравлічний привід.

Механічні навантаження викликаються силами тиску газів P_T на тарілку клапана 11, силами інерції рухомих частин P_j , пружності клапанних пружин $10 P_n$ і зусиллям з боку штовхача-штанги $3 P_T$, що є нормальною складовою від сили тиску кулака 1 на штовхач.

Клапанні пружини відчувають знакозмінні навантаження і їх матеріал працює на втому. Під час роботи пружини її температура зростає на $40 \dots 50^\circ\text{C}$, а при збігу частоти власних коливань з частотою вимушених коливань може виникнути резонанс, що приводить до її поломки. Високі термічні навантаження газорозподільних клапанів обумовлені їх зіткненням з гарячими газами. Найбільш напруженим є вихлопний клапан. Він сприймає теплоту через площину тарілки від газів в циліндрі (близько 80 %) і через поверхню переходу від тарілки до штоку від випускних газів (15 %).

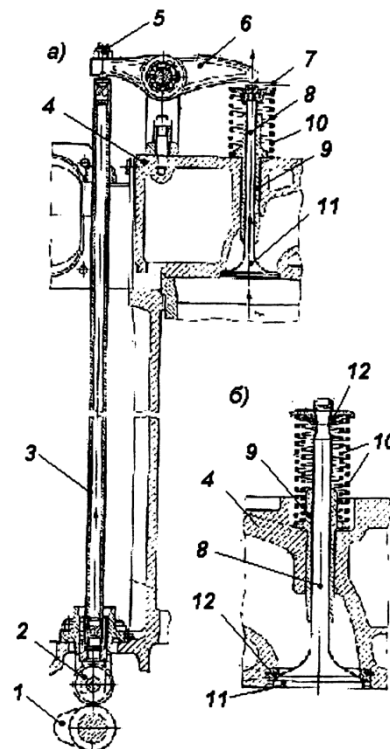


Рисунок 1 – Механічний привід клапана [1]:

а – привід клапана; б – клапан; 1 – кулачок; 2 – ролик; 3 – штанга; 4 – кришка циліндра; 5 – гвинт регулювання теплового зазору; 6 – коромисло; 7 – тепловий зазор; 8 – шток клапана; 9 – напрямна втулка; 10 – пружини клапана; 11 – тарілка клапана; 12 – сідло клапана

Високі температури погіршують механічні властивості матеріалу, викликають високотемпературну корозію, ерозію, викривлення і нещільне прилягання клапана до сідла, збільшують небезпеку заїдання штока клапана у напрямній, а іноді призводять до прогорання тарілки.

До конструкції деталей механізму газорозподілу висуваються наступні основні вимоги: газорозподільні клапани повинні мати великі прохідні перетини (для поліпшення очищення циліндра від газів і наповнення його повітрям), менші температури і масу (для зменшення сил інерції); матеріал клапанів повинен бути жаротривким, зносостійким, в'язким і не повинен гартуватися на повітрі (для запобігання утворення гартівних тріщин).

Через наявність теплового зазору в приводі клапана його рух починається і закінчується ударом, що викликає додаткові напруження у сідлі і тарілці, пружині і на поверхнях контакту клапанного механізму. Для забезпечення безударної роботи і зниження шуму в МОД з прямоточно-клапанною продувкою застосовують гідравлічний привід клапанів.

Гідравлічний привід сприяє також зменшенню маси рухомих частин і сил інерції клапанного приводу, підвищує надійності роботи.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Недоліком проаналізованого газорозподільного механізму є те, що клапанний механізм працює з ударним та інерційним навантаженням, викликаним зворотно-поступальним рухом клапана і дією пружини. Наявність клапана на шляху вихлопних газів призводить до утворення опору для їх руху, що сприяє неповному очищенню циліндрів. На прилеглих поверхнях клапана та сідла з часом накопичується осад, що порушує щільність прилягання поверхонь та розрегулює роботу двигуна. Механізм має складну конструкцію, деталі якого виконують зворотно-поступальний та коливальний рух, і вимагає точного регулювання теплового зазору.

Мета та задачі проведення досліджень. Розробити такий механізм газорозподілу поршневого двигуна, у якому відсутні ударні та інерційні навантаження, а також не виникають умови для порушення щільності прилягання робочих поверхонь.

Для досягнення поставленої мети необхідно провести аналіз конструкції існуючих механізмів газорозподілу та встановити причини виникнення недоліків.

Рішення поставленої задачі. Запропонований кульовий механізм газорозподілу складається з органу газорозподілу 1 та приводу 2, розташованих у кришці циліндра 3 (рис. 2).

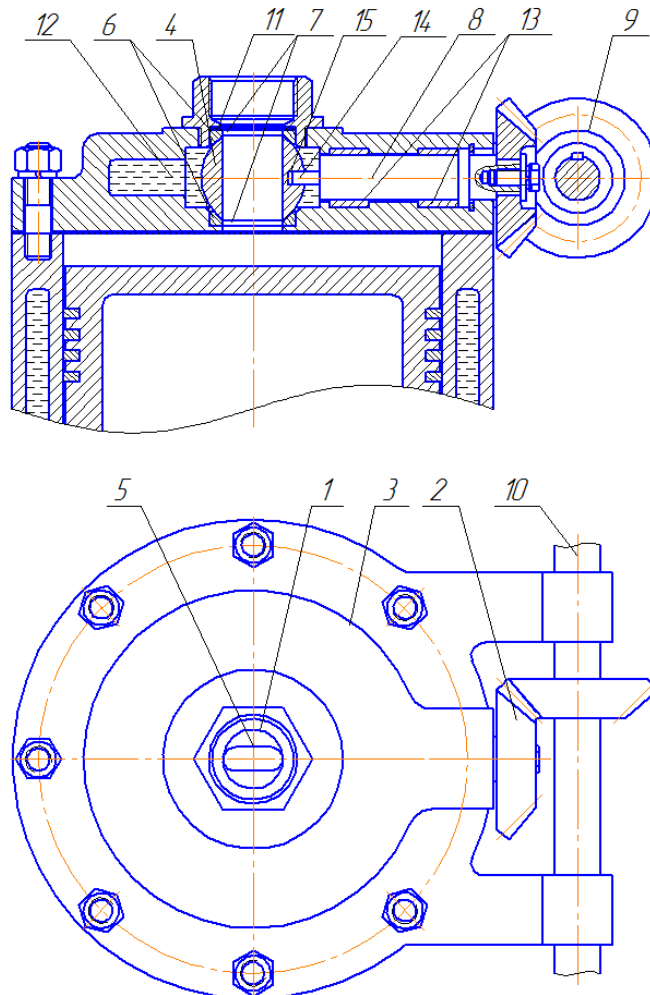


Рисунок 2 – Механізм газорозподілу поршневого двигуна з кульовим клапаном:
 1 – орган газорозподілу; 2 – привід; 3 – кришка циліндра; 4 – запірна куля; 5 – отвір; 6 – сідельні кільця; 7 – отвір; 8 – привідний вал; 9 – зубчасте зачеплення; 10 – розподільний вал; 11 – пружний елемент (наприклад тарілчаста пружина); 12 – порожнина; 13 – антифрикційні втулки; 14 – шліц; 15 – шліцьовий паз

Орган газорозподілу 1 виконано у вигляді запірної кулі 4 з отвором 5, встановленої у сідельних кільцях 6 з отворами 7, з приводом 2 від приводного валу 8, що має зубчасте зачеплення 9 з розподільним валом 10.

Отвір 5 запірної кулі 4 та отвори 7 сідельних кілець 6 виконано у вигляді овалу, більша вісь якого розташована уздовж валу 8.

Сідельні кільця 6 притискаються до запірної кулі 4 за допомогою пружного елемента 11, наприклад тарілчастої пружини.

Сідельні кільця 6 та запірна куля 4 виконані з жаростійкого матеріалу.

Між запірною кулею 4 та кришкою циліндра 3 є порожнина 12 для проходження охолоджувальної рідини. Приводний вал 8 встановлено в антифрикційних втулках 13, а на його кінці виконано шліц 14, який входить у шліцьовий паз 15 запірної кулі 4.

Частота обертання приводного валу двотактного двигуна у два рази, а чотиритактного у чотири рази менша за частоту обертання колінчастого валу.

Кульовий газорозподільний механізм працює наступним чином. Крутний момент із розподільного валу 10 через зубчасте зачеплення 9 передається на приводний вал 8, який через шліц 14 і шліцьовий паз 15 передає його на запірну кулю 4. Запірна куля 4 разом з отвором 5 обертається у сідельних кільцях 6. При збіганні отвору 5 запірної кулі 4 з отворами 7 у сідельних кільцях 6 газу вільно проходять через них, а при перекритті запірною кулею 4 отворів 7 у сідельних кільцях 6 прохід газів припиняється.

У двотактних двигунах отвір 5 запірної кулі 4 один раз збігається з отворами 7 у сідельних кільцях за один оберт колінчастого валу. У чотиритактних двигунах отвір 5 запірної кулі 4 один раз збігається з отворами 7 у сідельних кільцях за два оберти колінчастого валу. Це забезпечує вільний прохід газів, що відповідає робочому циклу двигуна. Зношування запірної кулі 4 компенсується притисканням її до сідельних кілець 6 пружним елементом 11, наприклад тарілчастою пружиною.

Висновки та рекомендації. Виконання органу газорозподілу у вигляді запірної кулі з отвором, встановленої у сідельних кільцях з отворами, з приводом від валу, що має зубчасте зачеплення з розподільним валом дозволяє забезпечити обертальний рух запірної кулі замість зворотного-поступального руху клапана з пружиною і коливального руху важільного механізму. При цьому запірна куля, що ковзає по напрямних кільцях, самоочищується від осаду.

Виконання отвору запірної кулі й отворів сідельних кілець у вигляді овалу, більша вісь якого розташована уздовж валу дозволяє забезпечити необхідний кут випередження відкриття та запізнення закриття запірної кулі. Необхідне прохідне січення забезпечується шириною та довжиною овального отвору.

Притискання сідельних кілець до запірної кулі за допомогою пружного елемента, наприклад тарілчастої пружини, що забезпечує щільний контакт між запірною кулею та сідельними кільцями й запобігає проникненню вихлопних газів у охолоджувальну рідину. Виконано сідельних кілець та запірної кулі з жаростійкого матеріалу забезпечує їх роботу у середовищі підвищеної температури.

Наявність між запірною кулею та кришкою циліндра порожнини для проходження охолоджувальної рідини забезпечує надійне охолодження запірної кулі та напрямних кілець. Встановлення приводного валу в антифрикційних втулках зменшує силу тертя та збільшує строк служби валу.

Виконання на кінці приводного валу шліца, який входить у шліцьовий паз запірної кулі забезпечує передавання крутного моменту з приводного валу на запірну втулку.

Забезпечення частоти обертання приводного валу двотактного двигуна у два рази, а чотиритактного у чотири рази менше за частоту обертання колінчастого валу дозволяє узгодити періодичність відкривання та закривання запірної кулі.

Застосування винаходу дозволить встановити на поршневий двигун простий та надійний механізм газорозподілу, що працює без ударних та інерційних навантажень із щільно прилеглими робочими поверхнями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том.1 / И. В. Возницкий. – М. : Моркнига, 2008. – 282 с.
2. Гуревич Д. Ф. Трубопроводная арматура : справочное пособие. – Л. : Машиностроение, 1981. – 368 с.

Самарин А. Е. ШАРОВОЙ МЕХАНИЗМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ
Разработан шаровой механизм газораспределения поршневого двигателя, состоящий из органа газораспределения и привода, расположенных в крышке цилиндра. Орган газораспределения выполнен в виде запорного шара с отверстием, установленного в седельных кольцах с отверстиями, с приводом от приводного вала, который имеет зубчатое зацепление с распределительным валом. Отверстие запорного шара и отверстия седельных колец выполнены в виде овала, большая ось которого расположена вдоль вала. Седельные кольца прижимаются к запорному шару с помощью упругого элемента, например тарельчатой пружины. Седельные кольца и запорный шар выполнены из жаростойкого материала. Между запорным шаром и крышкой цилиндра имеется полость для прохождения охлаждающей жидкости. Приводной вал установлен в антифрикционных втулках, а на его конце выполнен шлиц, который входит в шлицевой паз запорного шара. Частота вращения приводного вала двухтактного двигателя в два раза, а четырехтактного в четыре раза меньше частоты вращения коленчатого вала. Крутящий момент с распределительного вала через зубчатое зацепление передается на приводной вал, который через шлиц и шлицевой паз передает его на запорный шар. Запорный шар вместе с отверстием вращается в седельных кольцах. При совпадении отверстия запорного шара с отверстиями в седельных кольцах газы свободно проходят через них, а при перекрытии запорным шаром отверстий в седельных кольцах проход газов прекращается. Отверстие запорного шара один раз совпадает с отверстиями в седельных кольцах за один оборот коленчатого вала двухтактного двигателя и за два оборота коленчатого вала четырехтактного двигателя, обеспечивая свободный проход газов, соответствующей рабочему циклу. Износ запорного шара компенсируется прижатием его к седельным кольцам упругим элементом, например тарельчатой пружины. Применение изобретения позволит установить на поршневой двигатель простой и надежный механизм газораспределения, работающий без ударных и инерционных нагрузок с плотно прилегающими рабочими поверхностями.

Ключевые слова: механизм газораспределения, запорный шар, седельное кольцо, приводной вал, зубчатое зацепление.

Samarin O. E. THE BALL PISTON ENGINE TIMING MECHANISM

Ball valve mechanism designed piston engine, consisting of a valve body and actuator disposed in the cylinder cover. Organ valve is designed as a locking ball with a hole installed in the saddle rings with holes, with a drive from the drive shaft, which has a gearing with a camshaft. Ball and hole locking holes saddle rings are in the form of an oval, the major axis of which is located along the shaft. Tractor the locking ring are pressed against the ball by an elastic member, such as a plate spring. Tractor locking ring and ball are made of heat-resistant material. Between the locking ball and the cylinder cover has a cavity for the passage of coolant. The drive shaft is mounted in antifriction bushings, and at its end is formed a slot, which is included in the locking groove ball spline. drive shaft speed two-stroke engine twice and four stroke four times lower than the frequency of crankshaft rotation. The torque from the camshaft via the gear teeth is transmitted to the drive shaft, which through the slot and spline groove transmits it to the shut-off ball. The locking ball is rotated together with the opening in the seat ring. When opening the shut-off ball match with the holes in the seat ring gases pass freely through them, and at overlapping locking ball holes in the seat ring gas passage ceases. The opening of the locking ball once coincide with the holes in the seat ring in one revolution of the crankshaft two-stroke engine and two revolutions of the crankshaft four-stroke engine, allowing free passage of gases, corresponding to the working cycle. Worn locking ball is offset by pressure it to the seat ring elastic element, such as a plate spring. The use of the invention allows to install on the piston engine simple and reliable timing mechanism working without shock and inertia loads with close fitting surfaces robochem.

Keywords: timing mechanism, the locking ball, saddle ring, drive shaft, gear teeth.

© Самарин О. Е.

Статтю прийнято
до редакції 28.08.16