



**ВІСНИК
ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ
АВТОМОБІЛЬНОГО
ТРАНСПОРТУ**

№4

**VÌSNIK
DONES'KOÏ AKADEMÏÏ**

2018

**AVTOMOBIL'NOGO
TRANSPORTU**

Науковий журнал

Транспортні технології

Транспорт і двигуни внутрішнього згорання

Надійність і довговічність механізмів машин

Проектування, будівництво та експлуатація автомобільних доріг

Виходить 4 рази на рік

Видається з січня 2004 року

Засновник:
ДОНЕЦЬКА АКАДЕМІЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

<i>ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛУ</i>	Енглезі І.П., ректор Академії, к.т.н., доцент
<i>ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА</i>	Сунцов М.В., д.х.н., професор
<i>ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР</i>	Белов Ю.В., к.т.н., доцент

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Александров В.Д., Балабін І.В. (Російська Федерація), Белов Ю.В., Белоусов В.В., Братчун В.І., Власов В.М. (Російська Федерація), Гасанов Б.Г. (Російська Федерація), Доля А.Г., Зирянов В.В. (Російська Федерація), Кондрахін В.П., Макаров В.А. (Республіка Білорусь), Мельнікова О.П., Міротін Л.Б. (Російська Федерація), Міщенко М.І., Паламарчук М.В., Пенчук В.О., Сіл'янов В.В. (Російська Федерація), Солнцев О.О. (Російська Федерація), Чепцов М.М., Шамота В.П., Шатров М.Г. (Російська Федерація)

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту Протокол № 4 від 20.12.2018 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ № 15 936-4408 ПР від 02.12.2009 р., видане Міністерством юстиції України.

Видання зареєстровано і обробляється в міжнародних наукометричних системах РІНЦ (Російська Федерація), «Index Copernicus» (Польща), «Google Scholar».

Електронна версія видання надається у вільний доступ на власному сайті журналу «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту», на платформі Наукової електронної бібліотеки eLibrary.ru та на сайті Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського.

Видання відображається у реферативній базі даних «Україніка наукова».

У журнал увійшли статті співробітників, магістрантів, аспірантів та докторантів Донецької академії автомобільного транспорту та інших навчальних закладів

За достовірність фактів, цифр, точність імен та прізвищ несуть відповідальність автори статей.

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу

Видавець:	ПП «Рекламно-видавнича фірма «Молнія» Адреса: вул. Октябрю, 22 а, м. Донецьк, 83030
Адреса засновника та редакції:	пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, 83086 тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua; сайт журналу: http://journal.diat.edu.ua/

Видання публікується з 2004 р.:

2004-2009 рр. – Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту
з 2009 р. – Вісник Донецької академії автомобільного транспорту



**ВЕСТНИК
ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ
АВТОМОБИЛЬНОГО
ТРАНСПОРТА**

№4

**VESTNIK
DONESKOJ AKADEMII**

2018

**AVTOMOBIL'NOGO
TRANSPORTA**

Научный журнал

Транспортные технологии

Транспорт и двигатели внутреннего сгорания

Надежность и долговечность механизмов машин

Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог

Выходит 4 раза в год

Издается с января 2004 года

Донецк

Учредитель:
ДОНЕЦКАЯ АКАДЕМИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

<i>ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛА</i>	Энглезы И.П., ректор Академии, к.т.н., доцент
<i>ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА</i>	Сунцов Н.В., д.х.н., профессор
<i>ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ</i>	Белов Ю.В., к.т.н., доцент

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Александров В.Д., Балабин И.В. (Российская Федерация), Белов Ю.В., Белоусов В.В., Братчун В.И., Власов В.М. (Российская Федерация), Гасанов Б.Г. (Российская Федерация), Доля А.Г., Зырянов В.В. (Российская Федерация), Кондрахин В.П., Макаров В.А. (Республика Беларусь), Мельникова Е.П., Миротин Л.Б. (Российская Федерация), Мищенко Н.И., Паламарчук Н.В., Пенчук В.А., Сильянов В.В. (Российская Федерация), Солнцев А.А. (Российская Федерация), Чепцов М.Н., Шамота В.П., Шатров М.Г. (Российская Федерация)

Рекомендовано к печати ученым советом Донецкой академии автомобильного транспорта Протокол № 4 от 20.12.2018 г.

Свидетельство о государственной регистрации: серия КВ № 15 936-4408 ПР от 02.12.2009 г., выдано Министерством юстиции Украины.

Издание зарегистрировано и обрабатывается в международных наукометрических системах РИНЦ (Российская Федерация), «Index Copernicus» (Польша), «Google Scholar».

Электронная версия издания предоставляется в свободный доступ на собственном сайте журнала «Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта», на платформе Научной электронной библиотеки eLibrary.ru и на сайте Национальной библиотеки Украины имени В.И. Вернадского. Издание отображается в реферативной базе данных «Україніка наукова».

В журнал вошли статьи сотрудников, магистрантов, аспирантов и докторантов Донецкой академии автомобильного транспорта и других учебных заведений

За достоверность фактов, цифр, точность имен и фамилий несут ответственность авторы статей.

Материалы номера печатаются на языке оригинала

Издатель:	ЧП «Рекламно-издательская фирма «Молния» Адрес: ул. Октября, 22 а, г. Донецк, 83030
Адрес учредителя и редакции:	пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086 тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua; сайт журнала: http://journal.diat.edu.ua/

Издание публикуется с 2004 г.:

2004-2009 гг.	– Вестник Донецкого института автомобильного транспорта
с 2009 г.	– Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта



BULLETIN OF THE DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

**№4
2018**

Scientific journal

Transport technology

Transport and internal combustion engines

Reliability and durability machines mechanisms

Design, construction and operation of roads

Published every three months

Founded in January 2004

Donetsk
2018

Founder:
DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

<i>EDITOR-IN-CHIEF</i>	Englezi I.P., Rector of the Academy, Candidate of Engineering Sciences, Docent
<i>DEPUTY CHIEF EDITOR</i>	Suntsov M.V., Doctor of Chemical Sciences, professor
<i>EXECUTIVE SECRETARY</i>	Belov Y.V., Candidate of Engineering Sciences, Docent

EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Aleksandrov V.D., Balabin I.V. (Russian Federation), Belov Y.V., Belousov V.V., Bratchun V.I., Vlasov V.M. (Russian Federation), Gasanov B.G. (Russian Federation), Dolya A.G., Zyryanov V.V. (Russian Federation), Kondrahin V.P., Makarov V.A. (Republic of Belarus), Melnikova O.P., Mirotin L.B. (Russian Federation), Mishchenko N.I., Palamarchuk N.V., PENCHUK V.A., Silyanov V.V. (Russian Federation), Solntsev A.A. (Russian Federation), Cheptsov M.M., Shamota V.P., Shatrov M.G. (Russian Federation)

Recommended for publication by the Academic Council of Donetsk Academy of Automobile Transport Protocol number 10 of 20.12.2018

State registration certificate: series number KV №15 936-4408 PR from 02.12.2009, Issued by the Ministry of Justice Ukraine
Magazine is registered and processed in the international scientometric systems RINTS (Russian Federation),

«Index Copernicus» (Poland), "Google Scholar».

The electronic version of of edition is provided free access to their own online journal "Bulletin of Donetsk Academy of Automobile Transport" on the platform of the Scientific Electronic Library Online eLibrary.ru and the National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky. The publication appears in a summary database "Ukrainika science."

The magazine includes articles staff, undergraduates, postgraduates and doctoral Donetsk Academy of Automobile Transport and other educational institutions.

The reliability of the facts, numbers accuracy of the names are responsible the authors papers.

Materials of number are printed by the language of original

Publisher:	PE "Advertising and Publishing Company" Molniya " Address: Str. Oktyabrya, 22 a, Donetsk, 83030
Address founder and editorial:	ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086 Tel .: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua; Website Magazine: http://journal.diat.edu.ua/

Edition is being published since 2004:

- 2004-2009 – Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту
- since 2009 – Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

ЗМІСТ

Транспортні технології

Албанова А.А., Гармаш О.В. Шляхи вдосконалення організації міжнародних вантажних авіаперевезень	10
Болотських В.С. Бенчмаркінг як інструмент підвищення конкурентоспроможності автотранспортних підприємств	23
Зуфарова Г.А. Проблеми розвитку малого бізнесу в сфері транспортних послуг в Республіці Узбекистан	27
Жардемкизи С. Проблеми і тенденції розвитку транспортного комплексу Республіки Казахстану	34

Транспорт і двигуни внутрішнього згорання

Гущин А.М., Кривошея Ю.В., Ю.В. Прилепський Ю.В., Володарець М.В., Трубіхін О.В., Бондар О.А. Кінематика руху поршня в циліндрі ДВЗ з лівим зміщенням осі циліндра щодо осі колінчастого валу	39
Єфименко А.М., Ільїнов Я.О. До питання про вплив пневматичних шин на безпеку дорожнього руху	46

Надійність і довговічність механізмів машин

Тугушев Б.Ф., Кирилов В.С., Бойков М.В., Воробйов О.О. Технологічні особливості широкошарового наплавлення деталей автомобілів	54
Правила подання та оформлення статей	61
Порядок рецензування статей	63

СОДЕРЖАНИЕ

Транспортные технологии

Албанова А.А., Гармаш О.В. Пути совершенствования организации международных грузовых авиаперевозок	10
Болотских В.С. Бенчмаркинг как инструмент повышения конкурентоспособности автотранспортных предприятий	23
Зуфарова Г.А. Проблемы развития малого бизнеса в сфере транспортных услуг в республике Узбекистан	27
Жардемкызы С. Проблемы и тенденции развития транспортного комплекса Республики Казахстан	34

Транспорт и двигатели внутреннего сгорания

Гущин А.М., Кривошея Ю.В., Прилепский Ю.В., Володарец Н.В., Трубихин О.В., Трубихин О.В., Бондарь Е.А. Кинематика движения поршня в цилиндре ДВС с левым смещением оси цилиндра относительно оси коленчатого вала	39
Ефименко А.Н., Ильинов Я.А. К вопросу о влиянии пневматических шин на безопасность дорожного движения	46

Надежность и долговечность механизмов машин

Тугушев Б.Ф., Кириллов В.С., Бойков Н.В., Воробьев А.А. Технологические особенности широкослойной наплавки деталей автомобилей	54
Правила представления и оформления статей	61
Порядок рецензирования статей	63

CONTENTS

Transport technology

Albanova A.A., Garmash O.V. Ways of improving the organization of international air cargo transportation	10
Bolotskykh V. S. Benchmarking as a tool to improve the competitiveness of motor transport enterprises	23
Zufarova G.A. Problems of small business development in the Republic of Uzbekistan	27
Zhardemkyzy Saltanat. Problems and trends in development of transport complex of republic of Kazakhstan	34

Transport and internal combustion engines

Gushchin A.M., Krivosheya Yu.V., Prilepsky Yu.V., Volodarets M.V., Trubikhin O.V., Bondar E.A. Kinematics of motion of the pistons in the cylinders of the internal combustion engine with a left off-axis cylinder with respect to crankshaft axis	39
Yefymenko A.N., Ilinov Y.A. The impact of pneumatic tires on road safety	46

Reliability and durability machines mechanisms

Tugushev B.F., Kirillov V.S., Boikov N.V., Borobiev A.A. Technological features of broadband welding-up of parts of automobiles	54
Submission rules and guidelines	61
The order of reviewing articles	63

УДК 621.43

*ГУЩИН А.М., к.т.н., доцент,
КРИВОШЕЯ Ю.В., к.т.н., доцент,
Донецкий институт железнодорожного транспорта;
ПРИЛЕПСКИЙ Ю.В., к.т.н., доцент,
ВОЛОДАРЕЦ Н.В., к.т.н.,
Донецкая академия транспорта;
ТРУБИХИН О.В., БОНДАРЬ Е.А., к.т.н.
Донецкий национальный технический университет*

КИНЕМАТИКА ДВИЖЕНИЯ ПОРШНЯ В ЦИЛИНДРЕ ДВС С ЛЕВЫМ СМЕЩЕНИЕМ ОСИ ЦИЛИНДРА ОТНОСИТЕЛЬНО ОСИ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

*Представлены расчетные зависимости для определения хода поршня в цилиндре двигателя внутреннего сгорания, скорости и ускорения его движения для дезаксиального кривошипно-шатунного механизма с левым смещением оси движения поршня относительно оси коленчатого вала.
Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, кривошипно-шатунный механизм, ход поршня, цилиндр, коленчатый вал.*

Основной раздел

Для изучения термодинамических процессов в цилиндре двигателя внутреннего сгорания (ДВС) необходимо знать закономерность движения поршня в цилиндре, в том числе: положение верхней мертвой точки ВМТ и нижней мертвой точки НМТ поршня в цилиндре, ход поршня, скорость и ускорение его движения.

Для цилиндров с аксиальным кривошипно-шатунным механизмом (КШМ) эти вопросы решаются достаточно просто. Ход поршня в этом случае равен двум длинам кривошипа. Положение ВМТ определяется расстоянием от оси коленчатого вала (КВ), равным сумме длин шатуна и кривошипа. Положение НМТ определяется расстоянием от оси КВ, равным разности длин шатуна и кривошипа.

Для цилиндров с дезаксиальным КШМ эти закономерности изменяются.

Эта задача рассматривалась, например, в работах [1, 2, 3]. Однако задача кинематики движения поршня в цилиндре ДВС с левым смещением оси цилиндра относительно оси коленчатого вала не рассмотрена.

Задачей настоящей работы является рассмотрение кинематики КШМ с левым смещением оси цилиндра относительно оси КВ с определением НМТ и ВМТ, скорости и ускорения движения поршня в цилиндре ДВС и хода поршня в цилиндре.

Схема решения поставленной задачи заключается в следующем: для некоторого угла поворота КВ определяется расстояние положения поршня в цилиндре ДВС до точки пересечения линии движения поршня с перпендикулярной линией, проходящей через ось КВ. При расположении поршня в ВМТ это расстояние будет максимальным. Максимум этого расстояния определяется из условия равенства нулю производной от этого расстояния.

Геометрические построения для решения этой задачи представлены на рисунке 1.

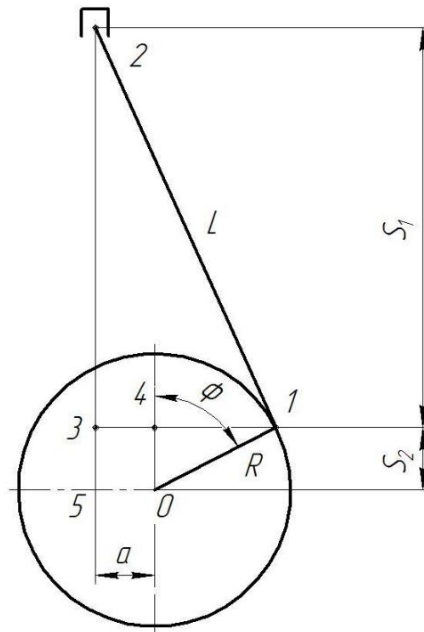


Рис. 1. Расчетная схема положения поршня в цилиндре

Расстояние l_{2-5} выражается суммой двух отрезков $l_{2-5} = S_1 + S_2$

$$l_{2-5} = l_{2-3} + l_{3-5} \quad (1)$$

Величину l_{3-5} определим из треугольника Δ_{0-1-4}

$$S_2 = l_{3-5} = l_{0-4} = R \cdot \cos \varphi \quad (2)$$

Расстояние l_{2-3} определим из треугольника Δ_{1-2-3}

$$S_1 = l_{2-3} = \sqrt{L^2 - l_{1-3}^2} \quad (3)$$

Расстояние l_{1-3} находим из уравнения

$$l_{1-3} = a + l_{1-4} \quad (4)$$

Величину l_{1-4} находим из треугольника Δ_{0-1-4}

$$l_{1-4} = R \cdot \sin \varphi \quad (5)$$

Соотношения (4) и (5) подставляем в (3)

$$l_{2-3} = \sqrt{L^2 - (a + R \sin \varphi)^2} \quad (6)$$

Соотношения (2) и (6) подставляем в (1)

$$l_{2-5} = R \cdot \cos \varphi + \sqrt{L^2 - (a + R \sin \varphi)^2} \quad (7)$$

Как выше было показано, если от расстояния l_{2-5} взять производную и приравнять её к нулю, то из этого уравнения можно найти угол поворота КВ при котором поршень будет находиться в ВМТ.

Производная от l_{2-5} по углу поворота КВ будет иметь значение

$$dS / d\varphi = l_{2-5}' = -R \cdot \sin \varphi - \frac{R \cdot \cos \varphi (a + R \cdot \sin \varphi)}{\sqrt{L^2 - (a + R \cdot \sin \varphi)^2}} \quad (8)$$

Ускорение движения поршня в цилиндре определяется как вторая производная $d^2 S / d\varphi^2$. Для получения этой зависимости необходимо продифференцировать по φ уравнение (8) и получим уравнение (9)

$$\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = -R \cdot \sin \varphi - \frac{R}{\sqrt{L^2 - (a + R \cdot \sin \varphi)^2}} \left\{ R \cdot \cos^2 \varphi - \sin \varphi (a + R \cdot \sin \varphi) + \frac{R \cdot \cos^2 \varphi (a + R \cdot \sin \varphi)^2}{L^2 - (a + R \cdot \sin \varphi)^2} \right\} \quad (9)$$

При этом необходимо принимать в внимание, что $\sin \varphi$ имеет положительное значение в первом и во втором квадранте, то-есть при $\varphi = (0 \dots 180^0)$ и отрицательное значение при $\varphi = (180^0 \dots 360^0)$. А значение $\cos \varphi$ имеет положительное значение в первом и в четвёртом квадранте и отрицательное значение, когда угол φ находится во втором и третьем квадранте, то-есть при $\varphi = (180^0 \dots 270^0)$.

С учетом последних замечаний установлено, что уравнению (8) соответствуют два корня $\sin \varphi_1 = -(a / (L + R))$ и $\sin \varphi_2 = a / (L + R)$. При этом ВМТ соответствует корень $\sin \varphi = -(a / (L + R))$ и НМТ соответствует корень $\sin \varphi = a / (L + R)$.

Максимальное расстояние S_{MAX} можно определить, подставив в формулу (7) значение $\sin \varphi = -(a / (L + R))$. Значение $\cos \varphi$ выразиться формулой

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi} = \sqrt{1 - \left(\frac{-a}{L + R} \right)^2} \quad (10)$$

С учетом (10) значение S_{MAX}

$$S_{MAX} = R \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L + R} \right)^2} + \sqrt{L^2 - \left(a - \frac{a}{L + R} \right)^2} \quad (11)$$

После алгебраических преобразований получаем зависимость

$$S_{MAX} = \sqrt{(L + R)^2 - a^2} \quad (12)$$

Формуле (12) можно дать геометрическую интерпретацию. Максимальное расстояние S_{MAX} - это катет треугольника, в котором $(R + L)$ - диагональ, а «а» - второй катет. Изображение этой интерпретации показано на рисунке 2. Значению S_{MAX} соответствует отрезок 2-4. Диагональ треугольника Δ_{0-2-4} представляет сумму кривошипа R и шатуна L .

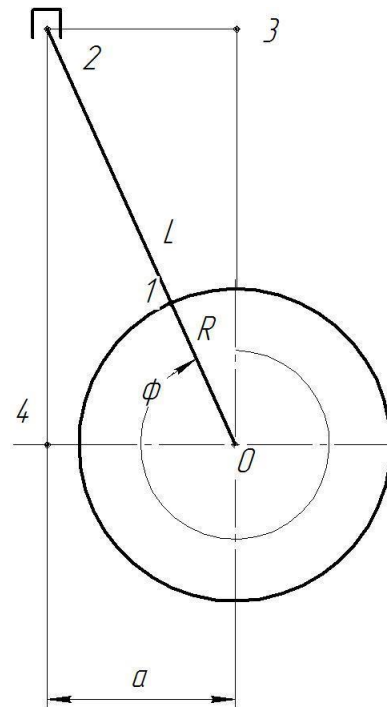


Рис. 2. Изображение КШМ при нахождении поршня в ВМТ

Из рисунка 2 видно, что при нахождении поршня в ВМТ кривошип и шатун находятся на одной линии. Наклон этой линии к направлению движения поршня соответствует углу L_{0-2-4} . Синус этого угла равен: $\sin L_{0-2-4} = (a / (L + R))$, откуда:

$$L_{0-2-4} = \arcsin\left(\frac{a}{L + R}\right) \quad (13)$$

Для вычисления минимального расстояния S_{MIN} , соответствующее положению поршня в НМТ в формулу (7) подставим значение $\sin \varphi = \frac{a}{L - R}$. Заменяя значение $\cos \varphi$ через $\sin \varphi$ по формуле (10) $\cos \varphi = \pm \sqrt{1 - \sin^2 \varphi}$.

Под корнем квадратным примем знак минус, поскольку при S_{MIN} угол φ будет находиться в третьем квадранте, в котором $\cos \varphi < 0$

$$S_{MIN} = -R \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L - R}\right)^2} + \sqrt{L^2 - \left(a + R \cdot \frac{a}{L - R}\right)^2} \quad (14)$$

После алгебраических преобразований получаем зависимость

$$S_{MIN} = \sqrt{(L-R)^2 - a^2} \quad (15)$$

Геометрическая интерпретация формулы (15) показывает, что минимальное расстояние S_{MIN} можно представить как один из катетов треугольника, в котором диагональю является $(L-R)$, а вторым катетом смещение оси цилиндра - «а».

Изображение указанного треугольника показано на рисунке 3.

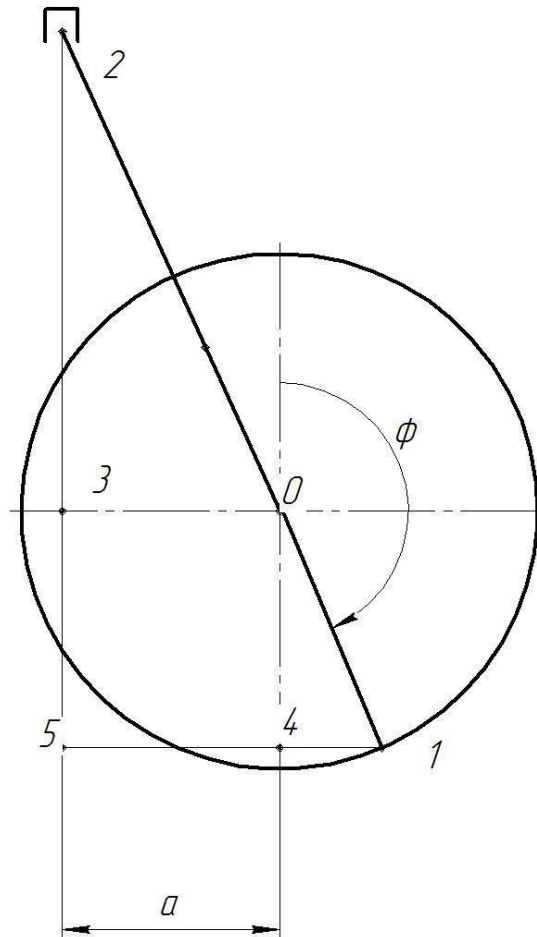


Рис. 3. Схема КШМ при положении поршня в НМТ

Выше было показано, что синус угла поворота кривошипа от линии, параллельной направлению движения поршня равен $(a / (L - R))$. Выясним, под каким углом располагается шатун 1-2, направленный параллельно движению поршня.

Угол L_{1-0-4} равен $180^\circ - \varphi$. Синус этого угла равен

$$\sin L_{1-0-4} = \sin(180^\circ - \varphi) = \sin \varphi = \frac{a}{L-R} \quad (16)$$

Синус угла L_{1-2-5}

$$\sin L_{1-2-5} = \frac{a+l}{L} \quad (17)$$

$$l_{1-4} = R \cdot \sin L_{1-0-4} = R \frac{a}{L-R} \quad (18)$$

Соотношение (18) подставляем в (17)

$$\sin L_{1-2-5} = \frac{1}{L} \left(a + R \frac{a}{L-R} \right) = \frac{a}{L-R} \quad (19)$$

Сравнение углов L_{1-0-4} и L_{1-2-5} показывает, что они одинаковые, то есть, при нахождении поршня в НМТ шатун и кривошип находятся на одной линии.

Ход поршня в цилиндре h будет равен разности расстояний S_{MAX} и S_{MIN} .

$$h = S_{MAX} - S_{MIN} = \sqrt{(L+R)^2 - a^2} - \sqrt{(L-R)^2 - a^2} \quad (20)$$

Для приближенной оценки величины h корни квадратные в уравнении (20) заменим с использованием ряда Маклорена, взяв по два первых члена ряда, то есть:

$$h_{\text{прибл}} = (L+R) \left[1 - \frac{a^2}{2(L+R)^2} \right] - (L-R) \left[1 - \frac{a^2}{2(L-R)^2} \right] \quad (21)$$

После последовательных преобразований (21) получим

$$h_{\text{прибл}} = 2R \cdot \left[1 + \frac{a^2}{2(L^2 - R^2)} \right] \quad (22)$$

Формулу (22) представим через безразмерные величины с использованием обозначений $L/R = \lambda$

$$h_{\text{прибл}} = 2R \cdot \left[1 + \frac{a/R^2}{2(\lambda^2 - 1)} \right] \quad (23)$$

Если принять во внимание, что ход поршня в цилиндре ДВС с аксиальным КШМ равен $2R$, то из формулы (23) следует, что при дезаксиальном КШМ ход поршня больше, и это различие тем больше, чем больше отношение a/R и чем меньше отношение $L/R = \lambda$.

Сравнение углов наклона кривошипа при положении поршня в ВМТ (угол L_{1-2-5} , рис.2) и при положении поршня в НМТ (угол L_{1-0-4} , рис. 3) показывает, что они неодинаковы, А это означает, что такты сжатия и расширения по углу поворота КВ также неодинаковы. При положении поршня в ВМТ угол наклона кривошипа влево от линии движения поршня составляет: $L_{1-2-5} = \arcsin(a / (L + R))$, а угол наклона кривошипа вправо при положении поршня в НМТ составляет $L_{1-2-4} = \arcsin(a / (L - R))$.

Для оценки этих углов примем следующие исходные данные: $a/R = 1, 0$; $L/R = 5, 0$. При этих исходных данных угол L_{1-2-4} составит $14, 48^\circ$, а угол $L_{1-2-5} = 9, 59^\circ$.

Поскольку эти углы направлены в разные стороны от линии начала измерения углов, необходимо определить разность этих углов. Она составит: $\Delta\varphi = 4,88^\circ$.

Из сравнения этих углов следует, что такт сжатия в цилиндре осуществляется за угол поворота КВ $180^\circ - \Delta\phi = 180^\circ - 4,88^\circ = 175,12^\circ$, а такт расширения за угол поворота КВ $180^\circ + \Delta\phi = 180^\circ + 4,88^\circ = 184,88^\circ$.

Различие этих углов поворота КВ, обуславливает и различие скоростей движения в тактах сжатия и расширения.

Выводы

В результате проведенных исследований получены аналитические зависимости для определения хода поршня в цилиндре, скорости и ускорения его движения.

Установлено, что при положении поршня в ВМТ и НМТ кривошип и шатун находятся на одной линии. Установлено, что такты сжатия и расширения осуществляются за разные углы поворота КВ и скорости движения в этих тактах не одинаковы.

Установлено, что ход поршня в цилиндре с дезаксиальным КШМ больше, чем при аксиальном КШМ. И это различие тем больше, чем больше отношение a / R и чем меньше отношен. L/R .

Список литературы

1. Дизели. Справочник. Изд. «Машиностроение», 1964, - 600с.
2. Чистяков В.К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»- М.: Машиностроение, 1989,- 256с.
3. Локомотивные энергетические установки. Учебник для вузов ж.-д. транспорта./ Под редакцией Володина А.И. М.: Желдориздат, 2002. – 718 с.

Гущин А.М., Кривошея Ю.В., Прилепський Ю.В., Володарець М.В., Трубіхін О.В., Бондар О.А. Кінематика руху поршня в циліндрі двз з лівим зміщенням осі циліндра щодо осі колінчастого вала

Анотація. Представлені розрахункові залежності для визначення ходу поршня в циліндрі двигуна внутрішнього згорання, швидкості і прискорення його руху для дезаксіального кривошипно-шатунного механізму з лівим зсувом осі руху поршня щодо осі колінчастого вала.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, кривошипно-шатунний механізм, хід поршня, циліндр, колінчастий вал.

Gushchin A.M., Krivosheya Yu.V., Prilepsky Yu.V., Volodarets M.V., Trubikhin O.V., Bondar E.A. Kinematics of motion of the pistons in the cylinders of the internal combustion engine with a left off-axis cylinder with respect to crankshaft axis

Abstract. The calculated dependences for determining the stroke of the piston in the cylinder of the internal combustion engine, the speed and acceleration of its motion for a de-axial crank mechanism with a left displacement of the axis of motion of the piston relative to the axis of the crankshaft are presented.

Keywords: двигун внутрішнього згорання, кривошипно-шатунний механізм, хід поршня, циліндр, колінчастий вал.

Наукове видання

ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

№ 4, 2018

(українською, російською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск – Ю.В. Белов Комп'ютерна верстка – В.Л. Гончарук
Літературна обробка – Т.Е. Виставкіна

Формат 60x84 $\frac{1}{8}$. Ум. друк. арк. 4,0. Тираж 100 пр.

Донецька академія автомобільного транспорту

Адреса засновника та редакції:

пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, 83086, Україна

Тел.: +38 (062) 345-21-90

E-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

Адреса видавця:

ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія» вул. Октябрю, 22а, м. Донецьк, 83030, Україна

Тел.: +38 (062) 388-21-67



Научное издание

ВЕСТНИК ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

№ 4, 2018

(на украинском, русском и английском языках)

Ответственный за выпуск – Ю.В. Белов Компьютерная верстка – В.Л. Гончарук
Литературная обработка – Т.Э. Виставкіна

Формат 60x84 $\frac{1}{8}$. Усл. печ. л. 4,0. Тираж 100 экз.

Донецкая академия автомобильного транспорта

Адрес учредителя и редакции:

пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086, Украина

Тел.: +38 (062) 345-21-90

E-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

Адрес издателя:

ЧП «Рекламно-издательская фирма «Молния» ул. Октябрю, 22а, г. Донецк, 83030, Украина

Тел.: +38 (062) 388-21-67



Scientific Edition

BULLETIN OF THE DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

№ 4, 2018

(in Ukrainian, Russian and English languages)

Responsible for issue – Y.V. Belov Computer makeup – V.L. Goncharuk

Redaction – T.E. Vystavkina

Format 60x84 $\frac{1}{8}$. Conventional printed sheet 4,0. Circulation 100

Donetsk academy of automobile transport

Address of founder and editorial office:

ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086, Ukraine

Tel.: +38 (062) 345-21-90

E-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

Address of publisher:

PE "Advertising and Publishing Company" Molniya " Str. Oktyabrya, 22 a, Donetsk, 83030, Ukraine

Tel.:+38 (062) 388-21-67