

Функциялық тюнингтің түрі ретінде жаңа трибожұптасу қолданылуы бар цилиндр-поршеньдік топты жөндеу жинағын әзірлеу

Аннотация. Бұл мақалада көлік техникасының агрегаттары үшін инновациялық жөндеу жинағының жаңа дизайны ұсынылды. Автокөліктердің түйіндеріндегі үйкелісті азайту үшін жаңа принциптер мен әсерлер қарастырылады. Жаңа шешімнің басты айырмашылығы карапайым компрессиондық поршень сақиналарының орнына серіппелі сақиналарды қолдану болып табылады. Ұсынылған шешім бойынша физикалық модель құрастырылып патент алынған. Функционалды тюнингтің негізгі мақсаты ЦПТ беріктігі мен қозғалтқыштың техникалық көрсеткіштерін арттыру болып табылады. Мақалада серіппелі сақиналардың түпнұсқасы мен жұмыс істеу принциптері көрсетілген. Алдыңғы жұмыстарда жаңа технологияның практикалық түрде іштен жану двигателіне орнатып, эксперимент нәтижесінде жаңа мәліметтер алу көзделген.

Ключевые слова: тасымалдау, тасымалдау технологиясы, трибожұптар, жаңа принциптер мен әсерлер, үйкелісті азайту, сенімділік.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2023-142-1-67-73

Кіріспе

Іштен жану қозғалтқышының пайдалы әсер коэффициентін (ПӘК) арттыру іштен жану двигателінің (ДЖД) ойлап табылған күнінен бастап өте өзекті әрі маңызды сұрақтардың бірі болып табыла. Мақалада ДЖД цилиндр-поршеньдік тобын функционалды жетілдіріп, жаңа технологияның енгізілуі сипатталып, қазіргі таңдағы басқа да перспективті шешімдер қарастырылған.

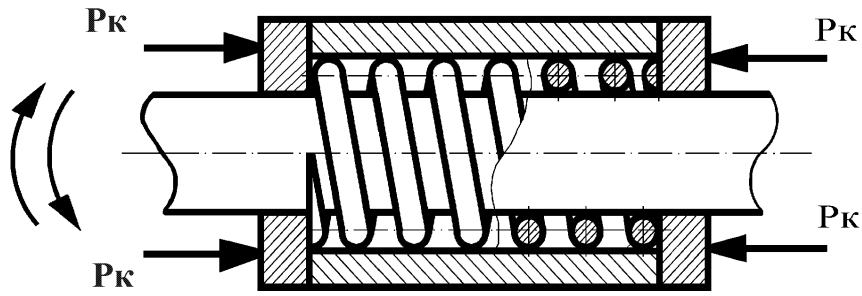
Жұмыста кері-айналмалы қозғалысқа арналған инновациялық жөндеу жинағы ұсынылған, онда трибологиялық принциптер орындалады, яғни жұмыс бетін пластикалық деформация арқылы белсендіру және тотығу процестерін басу шарттары [1, 2, 3, 4, 5].

Осы мақсатта жөндеу жинағы тербелмелі режимде тек бір бағытта күшпен айналатын және осылайша тозудың біркелкілігі мен майлау материалдарының таралуына қол жеткізілетін бұрандалы орамды серіппе (аралық элемент) түріндегі жылжымалы кірістірумен жабдықталған. Микропластикалық деформацияларға қол жеткізу үшін қажетті серіппенің кернеуі оны алдын ала жүктеу арқылы жасалады.

Тербелмелі режимде серіппелі кірістіруді бұрау немесе ағыту арқылы сәйкесінше ішкі немесе сыртқы бетінде серпімді керілу пайда болады және ол бір бағытта күшпен айналады (храповик әсері). Ұсынылған дизайндағы тотығу процестерін басуға сальникті тығыздау арқылы оңай қол жеткізіледі.

Оң нәтиже сонымен қатар үйкелістің (статикалық үйкеліс) адгезивті компонентін азайту және Н.Е. Жуковскийдің «о движении без трения» идеясын ішінара жүзеге асыру арқылы алынады, идея негізі сыртқы энергия көзін пайдаланбау болып келді (аралық тіректің айналуы).

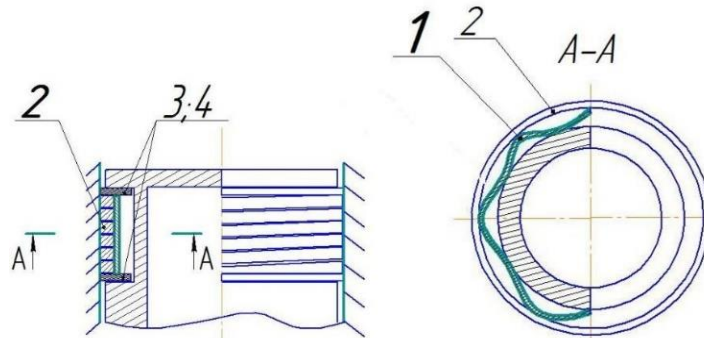
Жөндеу жинағын (Сурет 1) қардан білігінің инелі мойынтіректерінің, цилиндр-поршеньдік топ (ЦПТ), аспа втулкалары, рульдік қосылыстар және поршенді айналу режимінде жұмыс істейтін басқа топсалы тораптардың орнына пайдалануға болады.



Сурет 1. Жылжымалы серішпелі кірістіруі бар жөндеу жинағының схемасы

Авторлар тобы әзірлеген құрылғыда (Сурет 1) өнімділікті жақсарту міндеті подшипникке серпімді аралық элементті - спираль тәрізді орама серіппе түріндегі жылжымалы кірістіруді енгізу болып табылады, оның қысу күшін R_k басқару арқылы қол жеткізіледі. Бұл, жұмыс беттерінде тығыздаушы жасалады, ол тотығу процестерін және микропластикалық деформация арқылы беттің активтенуін шектеу үшін қажет.

Режимді тұрақтандыру және тозудың біркелкілігі біліктің немесе сыртқы сақинаның кері айналмалы қозғалысы кезінде серішпелі кірістірменің бұралыуы немесе шешілуі салдарынан сәйкесінше ішкі немесе сыртқы беттерде тежеу пайда болуымен және серішпелі кірістіру (негізінен) жүзеге асырылады. Бұл жағдайда пайда болатын «эффекту храповика» серіппенің орамасының бағытына байланысты тек бір бағытта мәжбүрлі бұрылыстар жасалады. Сонымен қатар, жұмыс кезінде жұмыс беттеріндегі байланыс сызығы үнемі өзгеріп отырады, бұл да олардың тозуының төмендеуіне әкеледі.



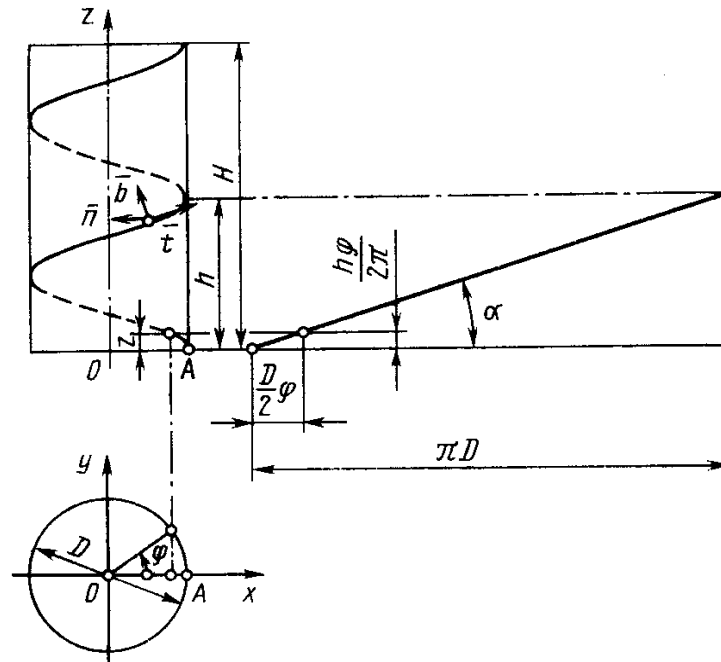
Сурет 2. Автомобиль поршөніне арналған композиттік поршеньді сақина және өнеркәсіптік компрессорлар

Әдістер

Физикалық модель жасар алдында авторлар жүйенің математикалық моделін есептеді. Серішпелі тіреуіш қабық болып табылатын цилиндрлік бұрандалы серіппе - осі генерациялаушы цилиндрдің бетінде бұрандалы сызық бойымен орналасқан арқалық. Спиральді серіппе құрайтын бұл арқалықтың осі үш тәуелсіз параметрмен анықталады, олар үшін қабылдау ыңғайлы: D - қалыптау цилиндрінің диаметрі (серіппенің орташа диаметрі); α - бұрандалы арқалық осінің көтерілу бұрышы; l - бұрандалы арқалықтың жұмыс бөлігінің осінің ұзындығы (жұмыс бұрылыстарын құрайтын негізгі бөлік). Бұл шамалар серіппенің негізгі параметрлері деп аталады.

Цилиндрлік координаталардағы сәуле осінің теңдеулері (Сурет 3)

$$x = \frac{D}{2} \cos \phi; y = \frac{D}{2} \sin \phi; z = \frac{D\phi}{2} \operatorname{tg} \alpha. \quad (1.1)$$



Сурет 3. Цилиндрлік бұрандалы серіппенің геометриялық параметрлері

z осі серіппе осіне бағытталған, x осі A нүктесінен өтеді, A нүктесі l ұзындықтың басы болып табылады. Полярлы φ бұрышын x осінен бастап санайды.

Ең үлкен полярлы бұрышты φ_i деп, $\varphi_i = 2\pi i$, мұнда i – серіппе жұмыс орамдарының саны.

$$\pi D i = \frac{D}{2} \varphi_i = l \cos \alpha, \quad (1.2)$$

болғандықтан

$$\varphi_i = \frac{2l \cos \alpha}{D} \quad (1.3)$$

Осыдан серіппенің жұмыс орамдарының саны:

$$i = \frac{l \cos \alpha}{\pi D}. \quad (1.4)$$

Бұрандалы жолақ осінің қадамы:

$$h = \pi D t g \alpha. \quad (1.5)$$

Серіппенің жұмыс бөлігінің ұзындығы:

$$H = h i, \text{ немесе } H = l \sin \alpha. \quad (1.6)$$

Нәтижелер

Бөлшектерді қалпына келтірудің жаңа әдістерін қолдану арқылы олардың беріктігін арттыру үшін автомобильдердің ЦПТ элементтерінің интерфейстерінің жаңа конструкциялары теориялық негізделген және әзірленді.

Нәтиже ретінде ұсынылып отырған шешімнің шынайы физикалық моделі жасалған. Поршеньдік тығыздағыштың одан әрі дамуы поршеньді автомобиль және өнеркәсіптік компрессорларға арналған композициялық поршеньдік сақина болды, сурет 2 және 3 [6].



Сурет 3. Жаңа дизайндағы поршеньді және поршеньді сақина жинағы бар компрессордың шатун

Бұл дизайнға ҚР №4636 пайдалы модель патенті алынды.

Поршеньдік топтың компрессия сақиналары қолданылмайтын перспективті шешімдер Victorian компаниясы бензин мен дизельдік қозғалтқыштың дизайнын болашақта үлкен өзгеріске алып келуі мүмкін технологиямен жұмыс жасап жатқаның хабарлайды. Варранамбулда орналасқан дизайн және инжинирингтік фирма Dupex поршень мен цилиндр қабырғасы арасына орнатылатын серіппелі металл поршеньдік сақинаны қолданбайтын поршеньдік дизайнды әзірледі. «Бұл технология қысу және жану саласындағы жетістіктерге әкеледі», - деді Dupex бас директоры Брайан Тригг.

Негізгі хабар мынада: жұмыс абсолютті тығыздық соншалықты маңызды емес деген гипотезаға негізделген және одан да маңыздысы - цилиндр қабырғасына поршеньдік сақиналар жасаған үйкелісті жоюға қол жеткізу, бұл тұтастай алғанда қозғалтқыш құрылысына елеулі өзгерістерге әкелуі мүмкін.

Технологияның негізі - поршень корпусындағы саңылаулар арқылы ауа қозғалысы нәтижесінде пайда болатын максималды ауа қысымын арттыру үшін шойын поршеньдік сақиналарды «виртуалды сақиналармен» ауыстыру.

Сақиналардың орнына әрбір поршеньде үстіңгі жағында жартылай шеңбер тәрізді көптеген таяз, бұрыштық ойықтар бар. Олардың арасындағы кішігірім қашықтықта поршеньдің қозғалысы жоғары жылдамдықты құйындыларды жасайды - ауа қысымын арттырады және қысу және қуат соққылары кезінде ағып кету мен жоғалуды азайту үшін поршеньдік сақиналар сияқты әрекет етеді, сурет 5.

«Бұл поршеньдер мен цилиндр қабырғасының арасында ешқандай байланыс жоқ дегенді білдіреді. Шын мәнінде, үйкелістің болмауы механизмнің майлауды қажет етпейтінін және үйкеліс жұптарында тозудың жоқтығын білдіреді », - дейді Тригг.

Сонымен қатар, жану камерасының айналасындағы «ауа жастығынын» пайда болуы отын-ауа қоспасының бағытталған қорын жасайды - инжекциялық профиль бөліктің ортасындағы қоспаны байытады және оны шетке қарай ығыстырады.



Сурет 5. Жаңа поршеньді трибожұптасуы бар қозғалтқыш

Ресейде көлік құралын пайдалану кезінде ЦПТ элементтерінің сенімділігін арттыру және жұмыс қабілеттілігін қалыпты ұстауға кететін шығынды төмендету саласындағы зерттеулер әртүрлі ғылыми және оқу орындарында, сондай-ақ бірқатар шет елдерде жүргізіледі. Дегенмен, пайдалы әсер коэффициентін (ПӘК) арттыру, қозғалтқыштың қызмет ету мерзімін арттыру, қуат көрсеткіштерін жоғарлату үшін жаңа трибожұпты қолдану жайлы басқа зерттеулердің жүргізілгені табылмады.

Біздің зерттеуіміздің объектісі - іштен жану қозғалтқышының (ІЖК) ЦПТ-ның қолдынылыс кезіндегі жұмыс істеу процестерін зерттеу. Осылайша, зерттеу тақырыбы ұсынылып отырған шешімге ғылыми негіздеме жасауға, қозғалтқыштың поршеньдік тобының элементтерінің ресурсын ұлғайтуға және поршеньдік сақиналарды пайдаланудан бас тартуға мүмкіндік беретін жаңа трибопарларды пайдалану болып табылады. Сонымен қатар, қозғалтқыштарының ЦПТ-ың жөндеу циклдарын, автомобильдерге техникалық қызмет көрсету және жөндеудің технологиялық процесін әзірлеу және енгізу көзделуде.

Бұл жағдайда цилиндршілік кеңістікті герметизациялау жұмыс температурасының барлық диапазонында үйкеліс жұбының бірдей ТКК (температуралық кеңею коэффициенті) есебінен жүзеге асырылуы керек. Бұдан, жұмыс температурасының барлық диапазонындағы трибомуфтадағы алшақтық кептелістерге әкелмеу үшін үнемі минималды және жеткілікті болып қалады. Ол үшін жең материалына қатысты сызықтық кеңею коэффициенті ұқсас материалды таңдау қажет.

Қорытынды

Авторлар ұсынылған функционалды тюнинг ретінде ұсынылған жана серіппелі сақина іштен жану двигателінің баеріктігің арттыруға негізделген. Ұсынылған шешім бойынша физикалық модель құрастырылып экспериментке дайындың кезеңінде тұр. Эксперимент барысында серіппелі сақиналардың беріктігің теориялық болжамдармен салыстыруға, сыртқы жүйенің оған әсерің зерттеп шешімнің қолданыс негізідемесін алу көзделеді.

Әдебиетер тізімі

1. Износ и безызносность: монография / В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов, А.С. Денисов. Саратов. гос. техн. ун-т – Саратов, СГТУ, 2000. – 136 с.
2. Движение без трения и износа: учеб. пособие. / В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов. Саратов. гос. техн. ун-т – Саратов: СГТУ, 2007. – 52 с.

3. Пат. 2162556 РФ МПК7 F 16 C 17/00, 33/26. Подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения / В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов, А.В. Бузов, Ю.А. Петров, В.А. Каракозова – № 99107058/28; Заявлено 31.03.99; Опубл. 27.01.01 // Изобретения. Полезные модели. – 2001. – №3. – С. 147.
4. Виноградов А.Н. Подшипники скольжения для возвратно-вращательного движения на основе новых трибологических принципов и эффектов / А.Н. Виноградов, В.Г. Куранов // Восстановление и упрочнение деталей машин: Межвуз. научн. сборник. Саратов. гос. техн. ун-т, – Саратов: СГТУ, 2003. – С.175–182.
5. Кушалиев Д.К. Моделирование подшипника скольжения с подвижным пружинным вкладышем для узлов транспортной техники и технологического оборудования / Д.К. Кушалиев, А.Н. Виноградов // Развитие транспорта в регионах России: проблемы и перспективы. II Всероссийской научно-практической конференции г. Киров 2012. С. 28–30.
6. Кушалиев Д.К., Виноградов А.Н., Ерманова Б.А., Коваленко М. А., Составное поршневое кольцо для двигателя внутреннего сгорания с подвижными пружинными вкладышами. Патент на полезную модель № 4636. 31.01.2020 г. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. – СПб.: Питер.Ком. – 1999. – 720 с.

Д.К. Кушалиев, Р.Б. Корабай

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Разработка ремонтного комплекта цпг с применением нового трибосопряжения как вида функционального тюнинга

Аннотация. В данной статье представлена новая конструкция инновационного ремкомплекта для автомобилей. Рассмотрены новые принципы и эффекты снижения трения в узлах транспортных средств. Основным отличием нового решения является использование пружинных колец вместо обычных компрессионных поршневых колец. По предложенному решению создана физическая модель и получен патент. Основной целью функционального тюнинга является увеличение долговечности двигателя и технических показателей двигателя. В статье описаны оригинальные пружинные кольца и принципы их работы. В процессе предварительных работ планируется установить новую технологию в практическом заезде на двигатель внутреннего сгорания и получить новые данные в результате эксперимента.

Ключевые слова: транспорт, транспортная техника, трибосопряжения, новые принципы и эффекты, снижение трения, надежность.

D. Kushaliev, R. Korabay

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Development of a cpg repair kit with the application of a new tribo joint as a type of functional tuning

Аннотация. This article presents a new design of an innovative repair kit for vehicles. New principles and effects for reducing friction in vehicle joints are considered. The main difference of the new solution is the use of spring rings instead of ordinary compression piston rings. According to the proposed solution, a physical model was created and a patent was obtained. The main purpose of functional tuning is to increase the durability of the engine and technical indicators of the engine. The article describes the original spring rings and their working principles. In the preliminary works, it is planned to install the new technology in a practical round on an internal combustion engine and obtain new data as a result of the experiment.

Keywords: transport, transport technology, tribocouples, new principles and effects, friction reduction, reliability.

References

1. Wear and wearlessness: monograph / V.G. Kuranov, A.N. Vinogradov, A.S. Denisov. Sarat. state tech. un-t – Saratov, SGTU, 2000. – 136 p.
2. Movement without friction and wear: textbook. allowance. / V.G. Kuranov, A.N. Vinogradov. Sarat. state tech. un-t – Saratov: SGTU, 2007. – 52 p.
3. Pat. 2162556 RF MPK7 F 16 C 17/00, 33/26. Plain bearing for reciprocating rotation / V.G. Kuranov, A.N. Vinogradov, A.V. Buzov, Yu.A. Petrov, V.A. Karakozov - No. 99107058/28; Declared 03/31/99; Published 01/27/01 // Inventions. Useful models. – 2001. – No. 3. – S. 147.
4. Vinogradov A.N. Plain bearings for reciprocating rotation based on new tribological principles and effects / A.N. Vinogradov, V.G. Kuranov // Restoration and hardening of machine parts: Interuniversity. scientific collection. Sarat. state tech. un-t, – Saratov: SGTU, 2003. – P.175–182.
5. Kushaliev D.K. Modeling of a sliding bearing with a movable spring insert for units of transport equipment and technological equipment / D.K. Kushaliev, A.N. Vinogradov // Development of transport in the regions of Russia: problems and prospects. II All-Russian Scientific and Practical Conference, Kirov 2012. S. 28-30.
6. Kushaliev D.K., Vinogradov A.N., Ermanova B.A., Kovalenko M.A., Composite piston ring for an internal combustion engine with movable spring liners. Utility model patent No. 4636. January 31, 2020 Rubinshtein S.L. Fundamentals of General Psychology. – St. Petersburg: Piter.Kom. – 1999. – 720 p.

Авторлар туралы мәлімет:

Д.К. Кушалиев – техника ғылымдарының кандидаты, Ph.D. докторы, көлік, көлік техникасы және технологиялары кафедрасының доцентінің міндетін атқарушы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан көш., 13, Астана, Қазақстан.

Р.Б. Корабай – докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан көш., 13, Астана, Қазақстан.

Д.К. Кушалиев – к.т.н., Ph.D., и.о. доцента кафедры «транспорта транспортной техники и технологии», Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Р.Б. Корабай – докторант, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

D. Kushaliev - Candidate of Technical Sciences, PhD, Acting Associate Professor of the Department of Transport, Transport Engineering and Technology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 Kazhymukan str., Astana, Kazakhstan.

R. Korabay – PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 Kazhymukan str., Astana, Kazakhstan.