

А.К. Каукаров¹, Ғ.Б. Бақыт², М.К. Куанышев¹, Н.С. Сауханов¹, Б.У. Жаманбаев³

¹Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

²Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Қазақстан

³Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: gaba_b@bk.ru

ІШТЕН ЖАНУ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫ КРИВОШИПТІ-ШАТУНДЫ МЕХАНИЗМІНІҢ БӨЛШЕКТЕРІН КЕШЕНДІ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Талдау негізінде жан-жақты зерттеу үшін кривошипті-кулисалы механизм (ККМ) қабылданды. ККМ поршеньнің ілгерілемелі қозғалысын қозғалтқыш білігінің айналмалы қозғалысына түрлендіруге арналған механизмдердің классикалық нұсқаларына жатады. Сырғанау мойынтіректерін зерттеу олардың элементтерінің өзара үйкелісінен туындайтын бірқатар факторлардың ішінде анықтаушылардың бірі – материалдардың жылу-физикалық қасиеттері екенін көрсетті. Жаңа зерттелген материалдан жасалған мойынтіректердің тірек беттері үшін таза мысты пайдалану сериялық мойынтіректермен салыстырғанда бес есе тозуға мүмкіндік береді. Жан-жақты талдаулар нәтижесінде ұсынылатын тығыздағыш үлгінің сенімділік көрсеткіштерінің және қозғалтқыштарда қолданудың тиімділік көрсеткіштері жоғары болатындығы негізделді. Бұл факторлар ұсынылған тығыздағыштың сипаттамасына оң әсер етеді және жөндеу шығындарының төмендеуінде, майдың жануының жойылуында және қасиеттерінің өзгеруінде, отынның пайдалану шығынының төмендеуінде көрінеді. Құрғақ тығыздағышты конструкциясы ақшалай түрде қолданудан үнемдеу сақиналар жиынтығының стандартты нұсқасымен салыстырғанда жылына шамамен 100 000 теңгені құрайды.

Түйінді сөздер. Поршенді қозғалтқыштар, цилиндр-поршенді топ, кривошипті-кулисттік механизм, сырғанау мойынтіректері, құрғақ тығыздағыш.

Кіріспе.

Автотрактор түріндегі заманауи поршенді қозғалтқыштар тек тронктық конструкцияның кривошиптік-шатунды механизмімен энергияны түрлендіруді орындайды. Осыған байланысты цилиндр-поршень тобындағы (ЦПТ) үйкеліске жоғалулар қозғалтқыштағы негізгі механикалық шығындар болып табылады. Картердегі майымен цилиндрді майлау майдың жануына, майлау қасиеттерінің жоғалуына және пайдаланылған газдардағы улы компоненттердің пайда болуына әкеледі.

Автотрактор түріндегі заманауи поршенді қозғалтқыштар тек тронктық конструкцияның кривошиптік-шатунды механизмімен энергияны түрлендіруді орындайды. Мұндай кинематикалық механизмнің ерекшелігі-поршеньге әсер ететін бүйірлік үйкеліс күштердің болуы. Осы факторларға байланысты цилиндр-поршень тобындағы (ЦПТ) үйкеліске жоғалулар қозғалтқыштағы негізгі механикалық шығындар болып табылады[1]. Картердегі майымен цилиндрді майлау майдың жануының салдарынан, майлау қасиеттерінің жоғалуына және пайдаланылған газдардағы улы компоненттердің пайда болуына әкеледі.

Тронктік сұлбаның кемшіліктерін жою бағыттарына талпыныстар жасалды. Бірақ әртүрлі себептерге байланысты ұсынылған сұлбалар қозғалтқыш жасауда қолданылмады. Поршенді қозғалтқыштардың экономикалық және экологиялық көрсеткіштерін жақсарту,

пайдалану барысындағы шығындарын төмендету және сенімділігін арттыру олардың негізгі элементтерінің көрсеткіштерін тереңірек қарастыруды қажет етеді.

Материалдар мен тәсілдер.

Қабылданған нұсқаның жұмысын бағалау үшін ККМ және оның элементтерін зерттеу жүргізілді. Тәжірибелік механизм $D=72$ мм поршеньді іштен жану қозғалтқыштардың типтік параметрлерін сақтай отырып сақиналардың жаға конструкциясы жасалынды. Кривошипті мойынтірек білік мойынының диаметрі $d=48$ мм, поршеньдердің штоктарының диаметрі $d=25$ мм болды [12]. Ұзындығы $l=50$ мм мыс графитті төлкелер штоктардың бағыттаушысы ретінде пайдаланылды. Корпустың сыртында штоктар әзірленген дірілге төзімді тығыздағыштармен тығыздалды. Аталған параметрлерді ескере отырып, поршеньді қозғалтқыштар цилиндр втулкаларының салқындату майынан алшақ орналасқандықтан майлау әдісінің қатты элементтері негізіндегі поршень тығыздағыштарының құрылымы әзірленді [12].

Май картерінен оқшаулау жағдайында жұмыс істейтін цилиндр-поршень топтары үшін қатты үйкеліске қарсы материал негізінде поршеньді тығыздағыш конструкциясы жасалды. Поршеньді тығыздағыштың құрылымына мыс қорытпасынан әзірленген қос сақиналы жинақ кіреді. Келтірілген қос сақина қосылыстарының 90° -қа қозғалысы поршень тығыздағыштарының қысымға төзімділігін қамтиды. Тығыздағыш сақиналардың цилиндр бетіне үйкелу беттеріндегі ойықтар құрамында графиті бар майлағыштармен жарақталған.

Шетелдік зерттеулерді талдау нәтижесінде зертте нысаны ретінде кривошипті-кулисалы механизм негізіндегі поршеньді қозғалтқыштар қабылданды [12]. Ұсынылған кривошипті-кулисалы механизмі поршеньді бүйірлік күштерден босатады, оларды қозғалтқыш картеріндегі бағыттағыштарға ауыстырады. Ол май картерін ыстық цилиндрден оқшаулауға мүмкіндік береді. Осы типтегі механизмді орындау кезінде поршень тронкасының істен шығуына байланысты қозғалтқыштың конструкциялық өлшемдерінің ресурстары қысқарады [2, 3]. Құрастырылған қарама-қарсы орналасқан цилиндрден бір кулисаға штоктарды бекіту кезінде іштен жану қозғалтқыштың кривошипті-кулисалы модулі оппозициялық схема бойынша орналастыру перспективалы болып табылады [12]. Мұндай шешімді «Фич» неміс фирмасы, сондай-ақ басқа зерттеушілер қолданды [4]. Сонымен қатар, қайтарым-поршеннің үдемелі қозғалысын арнайы емес бағыттағыштар мен сырғымаларды, ал қабырғалардағы поршеньдер мен төлкелердің және картердің қабырғаларында қолданған жөн. Сонымен қатар, арнайы қондырғындағы ерекшеліктердің қатарында қозғалатын бөліктердің, соның ішінде кулисалы тасы кулисаның, сондай-ақ штоктары бар екі поршеннің массасының артқанын атап өту керек [12].

Іштен жану қозғалтқыштардың кешенді перспективалық бөлшектерін арнайы лабораториялық-стендтерде зерттеу келесі кезеңдерді қамтыды:

ККМ негізінде кинематиканы пайдалана отырып, қозғалтқыштардың перспективалық бөлшектерінің сұлбаларын құрастырып технологиялық өңдеу картасын жоспарлау;

- жаңа материалдан дайындалынған сырғанау мойынтіректерін жинақтау;

-зерттелінген іштен жану қозғалтқыштардың перспективалық бөлшектерінің көрсеткіштеріне сәйкес сараптама жасау.

Нәтижелер.

Зерттеу нәтижесінде келесі нәтижелер алынды. Материалдардың негізгі параметрі болып жылулық-физикалық көрсеткіштері қозғалтқыштардың қарқынды жұмыс бөліктеріндегі жоғары айналымды үйкеліс беттерінің жұмыс барысында алынатын

көрсеткіштері табылады. Мойынтірек материалдары ретінде мыс қорытпаларын қолдану алюминий-қалайы қорытпасынан әзірленген владыштарға қарағанда тозу мөлшерінің бес есеге дейін төмендейтінін көрсетті [5, 6].

Алайда, іс жүзінде мойынтіректегі екі жылжымалы беттің өзара әрекеттесу процесі жоғарыда аталған жеңілдетілген процесс схемасынан ерекшеленеді. Бұған сыртқы және ішкі факторлар әсер етеді. Қатты заттардың үйкеліс әсерлесуіне әсер ететін факторлардың схемасы 1-кестеде көрсетілген. Айта кетейік, бұл шолуда тозу процесін қарастырған кезде үйкелетін беттердің механикалық әсерінен пайда болатын механикалық тозу ғана қарастырылады [5].

1 кесте - Қатты заттардың үйкеліс әсерлесуіне әсер ететін факторлар жүйесі

Кіріс факторлары	Ішкі факторлар		Шығу факторлары
Үйкеліс денелерінің табиғаты	Үйкеліс контактісінің кедір-бұдырлығы	Құрылымның өзгеруі	Үйкеліс күші
Аралық орта			
Радиалды жүктеме	Пленкалардың қасиеттерін өзгерту	Механикалық қасиеттердің өзгеруі	Тозу қарқындылығы
Сырғанау жылдамдығы			
Үйкеліс жанасуындағы температурасы	Үйкеліс кезінде жылу шығару	Бос орындардың жинақталуы	

Коррозиялық, абразивті, гидроэрозиялық, гидроабразивті, кавитациялық, тотығу, электроэрозиялық сияқты тозу түрлері, олар сырғанау мойынтіректерінің жұмысында көрінбейді немесе қалыптан тыс жұмыс кезінде пайда болуы мүмкін (майлау майының абразивті рөл атқаратын тозу өнімдерімен ластануы және т.б.) бұл жағдайда қарастырылмайды, өйткені олар сырғанау мойынтіректерінің қалыпты жұмысын сипаттамайды.

Қозғалтқыш иінді білігінің берік болат материалдан жасалған беттерін мыстандыру негізінде оның тозу мөлшерін 40 %-ға азайтуға қол жеткіземіз.

Қолданыстағы майлау майымен бірге графитті материалды қолдану қозғалтқыштарың негізгі и жұмыс тәртіптерінде байқалмайды. Дегенмен шекаралық үйкеліс режиміне ауысқан кезде графитті қолданбайтын нұсқаның тозу қарқындылығын шамамен 40% - ға дейін төмендетеді [6].

Тығыздағышты зерттеу келесі қадамдарды қамтыды: цилиндр ішіндегі жоғары қарқынды жұмыс жағдайында тығыздағыштың тозу мөлшерін бағалау; таңдалған материалдың жоғары темптураға тұрақтылығы мен үйкеліске қарсылығын бағалау; сонымен бірге сақинаның үйкеліске қарсы сенімділігін бағалау.

Поршенді қозғалтқыштардың сақинааларын тығыздағышын майлау үшін ұнтақты графитнегізіндегі үйкеліск қарсы материал таңдалды. Құрамында 25%, 50% және 75% графит бар үш графит пастасы дайындалды. Паста бөлек, сондай-ақ оны тығыздағыш сақинадағы дайындалған ойықтарға енгізген кезде $T=900^{\circ}\text{C}$ температурада қыздырып және 1 сағат көлемінде ұстаған кезде қаттылығы мен термиялық төзімділігі тексерілді. Беріктік, кептіру және қыздыру кезінде сынудың болмауы, мотор сынақтары үшін сақинаны ойықта ұстау шарттарына сәйкес құрамында 75 % графит болған кезде қоспасы қолданылды.

Графиттің кристалдық торы қабаттардың бір-біріне қатысты жеңіл қозғалуымен ерекшеленетін айқын қабатты құрылымға ие. Графиттің қаттылығы аз және тордың

кристаллографиялық осьтеріне қатысты бағытқа байланысты 5 есе артық өзгереді. Графиттің үлкен кристалды құрылымы бар, ол оны ұсақ кристалды көмірден, атап айтқанда, әсіресе ұсақ дисперсиялық кристалды құрылымы бар күйеден ерекшелендіреді.

Ойықтарды үйкеліске қарсы толтыратын сақиналар эксперименттік қозғалтқыштың цилиндріне орнатылды және жұмыс істегеннен кейін поршеньдердің ығысу күші анықталды. Күш цилиндрдің көлденең орналасуымен динамометрдің көмегімен поршеньді жылжыту басталған кезде анықталды. Әрі қарай, қозғалтқыштағы компрессия бағаланды. Компрессия қозғалтқышты электр қозғалтқышынан 1000 мин⁻¹ жиілікте айналдырған кезде стандартты компрессометрмен анықталды (қозғалтқыш паспорты бойынша тұрақталынған режимде айналу жиілігі 3000 мин⁻¹). Компрессия мәні шамамен 0,8 МПа құрайды, бұл айналу жиілігін ескере отырып, 5 қысу дәрежесіне сәйкес келеді.

Автотрактор қозғалтқыштарын пайдалану тәжірибесі келтірілген талдаудың жоғарыда жасалған қорытындыларын растайды. Мойынтраектер жұмысының толық бұзылғанға дейін бұзылуы алғашқы цилиндрлердің бұлғақты мойынтраектері үшін ең ықтимал. Майлау жүйесіндегі май тек үйкеліскен түйіспеде майлы қабыршақ түзу үшін ғана емес, сонымен қатар үйкелетін өңірді салқындату үшін қажет болғандықтан, мойынтраекке түсетін майдың жетіспеуі тіпті мөлшері біршама болған кезде де, оның жұмысының бұзылуына апарады. Майлау жүйесінде кинематикалық тетіктерді майлауға жететін майдың мөлшері мен оны салқындату 5 – 10 л/л.с. құрайтынын, ал көлік қондырғылары қозғалтқыштарындағы майдың қысымы 5 – 6 кг/см² тең қолданылатынын айта кетейік [4, 5].

Осылайша, автотрактор энергетикалық қондырғыларының кинематикалық тетіктеріндегі сырғыма [4] мойынтраектердің қиын жағдайларда жұмыс істейтінін айтуға болады. мойынтраектер газ қысымының поршеньге күшінен жоғары жүктемені қабылдайды, бұған қоса, бұл жүктеме цилиндрде жанған сәтте және білік бұрмасының шағын бұрышында айналымның аз иінінде үлкен импульсті күрт айнымалы. Көп мөлшерде графит төтенше жағдайларда, мойынтраектің аса жүктелуі, майлағыш қасиеттердің маймен майлануы немесе май берілуі тоқтатылған кезінде мойынтраектің ықтималдық кедергілер жұмысына ықпал етеді. Ондай жағдайда майланған жұқалтыры радиалды күштер ықпалымен бұзылады, бірақ білік төлкесінің және ішпектің тіреуіш бетінің металл беттерінің контактісі болмайды. Графиттің микро қабаты осы екі бетін тіпті сұйық жұқалтыр болмаған кезде бөледі. Одан басқа тегістіктердің біреуінде сырғуға бейім өз кристалдарының қасиеттеріне қарай графит қатты майлағыш рөлін атқарады. Бұдан басқа, майлаудың қолданылатын жүйесі сұйықтық қабатын құру мен үйкелетін өңірді салқындату үшін қажет майды [5] беруді барлық жағдайларда бірдей қамтамасыз ете бермейді. Бұл факторлар мойынтраектердің тоздырмайды деуге болмайды.

Кез келген мойынтраектерді пайдалану, сұйықтықтық үйкелу жағдайларында жұмыс істейтін мойынтраектердің жұмысын қосқанда, әрқашан әуелгі кезекте тіреуіш беттердің тозуына апарады. Бұған қоса, егер жүргізілген майлау жағдайында мойынтраек қалыпты жұмыс істесе, онда тозу тетікті ІЖҚ жұмысқа әрбір қосқан кезде және оны әрбір тоқтатқан кезде [6] орын алатыны белгілінді.

Энергетикалық қондырғыларының сырғыма мойынтраектер конструкциясы жетерліктей қарапайымдылығын таңдау. Бұл үйкеу өңірі облысында цапфасы (мойын) мен тіреуіш беті бар білік. Сырғымалық үйкеліс кедергісін төмендету үшін үйкелетін беттер арасындағы түйіспеге майлайтын сұйықтық енгізіледі. Машина құрылысындағы тетіктердің көпшілігі үшін майлайтын сұйықтық ретінде көбінесе, синтетикалық, жартылай синтетикалық және минералды май қолданылады.

Жылдам қозғалысты қозғалтқыштардың мойынтраектерінің қалыпты жұмысы үшін май оның айналуының арнайы жүйесімен беріледі, бұл ретте майды салқындатуға арналған арнайы майлы радиаторлар қолданылады. Жоғарыда айтылғандай, беттік

үйкелістер аймағындағы майдың температурасы 90-100°C аспауы тиіс. Осы аралықтан жоғары температура мойынтіректің шамадан тыс жүктелгенін немесе қысқа мерзімді артық жүктелу кезінде беттік қажалуы орын алуы мүмкіндігі туралы куәландырады. Үйкеліс бетінің аймағындағы май қабатының қалыңдығының азаюы мойынтіректің шамадан тыс жүктелуі кезінде ғана емес, сонымен қатар оның температурасынан асып кеткен кезде не оның майлайтын қасиеттерін жоғалтуы және қартаю есебінен болуы мүмкін және майдың қасиеттерінің өзгеруі кезінде де орын алуы мүмкін.

Құрылымның өзгеруі. Белгілі бір жағдайларда, негізінен металдың кристалдық торларындағы температураның өзгеруі кезінде құрылымдық өзгерістер болады. Осылайша, кобальт үйкелуін зерттеу кезінде сырғанау жылдамдығы 195 см/сек және 300 °C тұрақты температурада үйкеліс коэффициенті 0,4 шамасын құрады. Зерттеу кезіндегі температура 300 °C артық болған кезде үйкеліс коэффициенті 1,2 есе өсті. Бұл өзгеріс кристалл торындағы құрылымдық көшумен байланыстылығы анықталды.

Өте елеулі фактор болып материал құрылымының реттелген күйінен атомдар орналасуының реттелмеген күйіне ауысуы болып табылады.

Бұл ретте, бұл екі фактор өзара тікелей тәуелділікпен байланысты, үйкеліс күші соғұрлым тозу қарқындылығы жоғары болған сайын. Демек, үйкеліс күші мен тозу қарқындылығы мойынтіректің сапасын анықтайды, яғни сырғанау мойынтіректерінің сапасын арттыру түсінігінде осы шығу параметрлеріне оң әсерін тигізгені байқалды, атап айтқанда үйкеліс күшін азайту және тозу қарқындылығын төмендету қажеттілігі анықталды.

Бұл көрсеткіштер әртүрлі техника саласындағы автотракторлардың ІЖҚ-ы бойынша көп жылдық зерттеулерінің негізінде сырғанау мойынтіректеріндегі үйкеліс процестерінің теориялық негіздемесі бар, сондай-ақ оларды есептеу әдістемесі әзірленді

Талқылау.

Құрғақ тығыздағышты моторлы сынауға арналған эксперименттік қозғалтқыш крейцкопф схемасы бойынша орындалды. Негізгі қозғалтқыштың техникалық сипаттамасына сәйкес $D = 72$ мм және поршень жүрісі $S = 72$ мм, екі цилиндрлі төрт тактілі УД-2М қозғалтқышы алынды [7]. Стандартты поршеньдер крейцкопф бағыттаушылары ретінде пайдаланылды. Қозғалтқыштың төменгі бөлігінде крейцкопфқа бағыттағы порендер және негізгі цилиндрлер стандартты түрде бекіткіштермен бекітілді. Цилиндрлердің бірі қола сақиналармен, екіншісі болат сақиналармен жабдықталған. Клапан итергіштері ұзартылды. Қозғалтқыш суық айналдыру үшін электр қозғалтқышының жетегімен жабдықталған. УД-2М қозғалтқышы карбюратормен және магнитомен жинақталып, қозғалтқыштың бензинмен жұмыс істеуімен ыстық тәжірибелер жүргізілді.

Үйкеліс беттерінің тозу көрсеткіштерін бағалау үшін қажалған сақиналардың массасын өлшеу, ұсынылаған құрылымдағы сақиналардың қалыңдығын өлшеу және МЕСТ-те келтірілген әдістер арқылы жүргізілді. [7]. Компрессиялық сақиналардың жұмыс беттерінің әр түрлі әдістермен тозу қарқындылығын зерттеу нәтижелері бойынша жасалған және зерттелген құрғақ поршеньді тығыздағыштың жөндеуаралық ресурсы 3000 мото-сағаттан асады. Пайдалану кезінде ЦПТ көрсеткіштері (компрессия, үйкеліс шығыны) тұрақты болып қалады [8, 9]. Тығыздағыштың тозуын анықтаудың қорытынды нәтижелері келесідей.

300 сағаттық жұмыс кезінде сақиналардың тозуының нәтижелері 2 рет жүргізілді:

- әрқайсысы 300 сағаттық уақыттарында зерттелінді;
- массаны өлшеу бойынша – 1,3% (2-сінде 1,305%);
- микрометрмен радиалды өлшемін өлшеу бойынша – 0,01625 мм (0,17%), (2-сінде өзгеріссіз);

- хорданың ұзындығын өлшеу бойынша - 0,0128 мм (0,14%), (2-сінде өзгеріссіз);
- тозу қарқындылығы 0,00174 г/сағат, (2-сінде 0,00175);

Жұмыстылық ресурстары (цилиндр диаметрі $D = 72$ мм) - 3277 сағатқа жетті. (2-сінде өзгеріссіз).

Аталған факторлар ұсынылған тығыздағыштың сипаттамасына оң әсер етеді және жөндеу шығындарының төмендеуінде, майдың жануының жойылуында және қасиеттерінің өзгеруінде, отынның пайдалану шығынының төмендеуінде көрінеді. Құрғақ тығыздағышты қаржылай түрде қолданудан үнемдеу сақиналар жиынтығының стандартты нұсқасымен салыстырғанда жылына шамамен 100 000 теңгені құрайды [8].

Қозғалмалы бөлшектердің массасының жоғарылауы отынның жану сәтінде кинематикалық механизмнің мойынтіректеріндегі соққы жүктемелерін азайтады, сонымен қатар поршеньдік жұмыс жүрісінің екінші жартысында айналу моментінің жоғарылауының себебі болып табылады [10].

Эксперименттік стендтегі ККМ бірлік модулін зерттеу көрсеткендей, оппозиттік схеманы қолданған кезде және поршеньдерге сызықтық қозғалыс беру үшін бағыттаушы ретінде мыс-графит композиттен жасалған поршеньдік штоктардың төлкелері төмен тозуды және үлкен ресурсты қамтамасыз етеді. Бұл сұйық майлау жағдайындағы мыс-графит композициясының жоғары үйкеліске қарсы қасиеттерінің, сондай-ақ механизмнің қозғалатын бөліктері мен корпус арасындағы технологиялық саңылауларды ескере отырып, поршень жүрісінің қосындысына және цилиндрлер осі бойындағы кулиса өлшеміне тең қарастырылып отырған кинематикалық схемадағы күштердің үлкен плечосына байланысты шағын радиалды жүктемелердің салдары болып табылады [10, 11, 12].

Майдың ағып кетпеуі үшін тығыздағыштың сенімділігі картер қабырғаларының ішкі жағынан поршеньдік штоктардың сызықтық сырғу төлкелеріне май беру кезінде тексерілді. Корпустың сыртқы жағында майдың ағып кетуі қағаз сынамаларымен ағып кету индикаторы арқылы тексерілді. Қарастырылған тығыздағыштарды поршеньді қозғалтқыштарда қолдану иілгіш материалдан жасалған поршень сақиналарының жинағы ретінде аса жоғары жиіліктегі ілгерілемелі-қайтымды қозғалыстардың теңгерілгендігін жіне діріл көрсеткіштерінің төмендеу қарқынын көрсетті.

Ұсынылған майлау әдісін қолдануды жан-жақты зерттеу нәтижесінде оның айтарлықтай деңгейде қозғалтқыштың пайдалану сенімділігін арттыратынын көрсетті.

Қозғалтқыштың габариттік өлшемдері және тербелмелі күштері сияқты қасиеттерімен бірге көпцилиндрлі поршеньді қозғалтқыштардың жұмыс көрсеткіштерін де жақсартады. Тербелістік көрсеткіштері бақылауға алынған қозғалтқыштар төрт цилиндрлі күштік қондырғылар үшін қарама-қарсы бағытталған кривошипті-кулисалы механизмді қолдануды қажет етеді.

Қорытынды.

Иінді біліктерде бір-біріне тік бұрышпен қатысты орналасу жағдайында цилиндрлер саны 8-ге дейін болатын қозғалтқыштарды, ал осы жағдайды 60° -қа дейін азайтқан жағдайда иінді білік мойнына 12 цилиндрге дейін орнатуға мүмкіндік тудырады. Бұл жағдайда негізгі мойынтіректердің саны үшке тең болып қалады.

Поршень үстіндегі көлемді ауа компрессоры ретінде пайдалану әрбір цилиндр үшін жеке үрлеу сорғыларын өте қарапайым орындау кезінде екі тактілі циклды, сондай-ақ цилиндрлердің оппозиттік блогының әртүрлі жақтарындағы жану қысымынан күштердің бір мезгілде әсер етуіне байланысты цилиндрлердің төрт цилиндрлі бірлік блоктарының максималды тепе-теңдігін қолдануға мүмкіндік береді. Цилиндрлері қарама-қарсы орналасқан екі цилиндрлі блокқа бекітілген төрт цилиндрден тұратын екі тактілі қозғалтқыш модулінің жоғары тепе-теңдігі, сондай-ақ тек үш негізгі мойынтіректің

қажеттілігі соңғы домалау мойынтіректер ретінде пайдалануға мүмкіндік береді және тек орталық мойынтірек оны кулисаның көлденең сырғанау сырғытпаларында орналасқан кривошипті мойынтіректерге май беру үшін пайдаланып, сырғанау мойынтіректері ретінде орындайды. Бұл қозғалтқыштың конструкциясын айтарлықтай жеңілдетеді.

Сонымен, кривошипті-кулисалы кинематикалық механизм поршенді қозғалтқыштардың конструкциясын жетілдіруге қосымша мүмкіндіктер ашады.

Шетел техникасын пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, оның ресурсы, атап айтқанда өзгеру механизмдерінің сырғыма мойынтіректері бойынша қозғалтқыштардың қозғалысы елеулі түрде ұлғайтылуы мүмкін. Май жеткізу үшін тесік ретінде қарастырылған ішпектің барлық элементтері, оның сырғыма бетіндегі каналдары, бұруды болдырмау үшін қылқандары толықтай стандартты ішпекке сәйкес келетіні анықталынды. Осы себеппен экспортталатын өнімді олардың сапалы көрсеткіштерін арттыру есебінен отандың өндіріс бұйымдарымен ауыстыру туралы мәселені қарау жөн. Осыған орай мыс ішпектердің затына графитті енгізудегі қарапайым технологиясы әзірленген, оны көп емес көлемдегі жұмыс жасайтын жөндеу кәсіпорындарында қолдануға болады деп санаймыз. Бұл ретте Қазақстанда зор көлемде шығарылатын мысты электротехникалық материалдарының қасиеттерін пайдаланған жөн.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Sharoglazov, B.A., Podsedov, K.D., Kuanyshev, M.K. Book Chapter: (2019) Lecture Notes in Mechanical Engineering, (9783319956299), pp. 109-118 с.

[2] Нуралин Б.Н., Куанышев М.К., Каукаров А.К., Таханова Г.Ж., Глушков И.Н. Совершенствование поршневого уплотнения двигателей внутреннего сгорания "Известия" Оренбургского государственного аграрного университета. Россия. г. Оренбург ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-101-3-1-376. №3(101).2023 г. стр. 167-173.

[3] Мищенко Н. И. Нетрадиционные малоразмерные двигатели внутреннего сгорания. Теория, разработка и испытание нетрадиционных двигателей внутреннего сгорания. -Донецк: Лебедь, 1998. -228 с.

[4] Некрасов В. Г., Куанышев М. К., Надиров Н. К. Исследование и совершенствование подшипников скольжения двигателей внутреннего сгорания// Машины, технологии, материалы (Болгария: София). -2007. -№ 2-3. -С. 43-45.

[5] Murat Kuanyshev, Becket Nuralin, Bakytzhan Salimov, Altynbek Kaukarov, Akhmet Murzagaliev, Kanat Narikov - The international Journal of Advanced Manufacturing Technology. -Springer-Verlag London 2017, 1-8p. DOI 10.1007/s00170-016-8758-2. ISSN 0268-3768.

[6] Патент РК № 21802. Подшипник скольжения двигателя внутреннего сгорания/М.К. Куанышев, Н.К. Надиров, В.Г. Некрасов Оpubл. 11.04.2007.

[7] ГОСТ 30480. Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытания на износостойкость. Общие требования. Введен 1998, 07.01. Минск. Международный совет по стандартизации.

[8] Beket Nuralin, Murat Kuanyshev, Akhmet Murzagaliev, Altynbek Kaukarov, Isatai Utebayev. Evaluation of the ratios of the main indicators of the dry sealing of the cylinder-piston group of internal Combustion engines using a solid lubricant. Article: Transport problems 2022 Volume 17 Issue 3 pp. 99-110. T DOI: 10.20858/tp.2022.17.3.09.

[9] Патент Р.К. № 27179. Механизм преобразования движения поршневой машины/М.К. Куанышев, А.Ж. Мурзагалиев, А.К. Каукаров. Оpubл. 30.10.2012

[10] Патент Р.К. № 23549. Поршень двигателя внутреннего сгорания. М.К. Куанышев, А.Ж. Мурзагалиев, А.К. Каукаров., Мухтаров А.Т., Некрасов В.Г. Оpubл. 14.12.2009 г.

[11] Патент Р.К. № 27180. Уплотнение штока пошня двигателя внутреннего сгорания. М.К. Куанышев, А.Ж. Мурзагалиев, А.К. Каукаров., Мухтаров А.Т., Некрасов В.Г. Оpubl. 30.10.2012 г.

[12] Некрасов В.Г., Куанышев М.К., Мурзагалиев А.Ж., Каукаров. А.К., Мухтаров А.Т., Каракаев А.К. Кривошипно-кулисный кинематический механизм ДВС с цилиндропоршневой группой на основе твердой смазки. Международная конференция Двигатель-2010, посвященной 180-летию МГТУ им. Н.Э. Баумана., Россия. Москва, 2010.

REFERENCES*

[1] Sharoglazov, B.A., Podsedov, K.D., Kuanyshev, M.K. Book Chapter: (2019) Lecture Notes in Mechanical Engineering, (9783319956299), pp. 109-118 s.

[2] Nuralin B.N., Kuanyshev M.K., Kaukarov A.K., Tahanova G.Zh., Glushkov I.N. Sovershenstvovanie porshneвого uplotnenija dvigatelej vnutrennego sgoraniya "Izvestija" Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Rossiya. g. Orenburg ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-101-3-1-376. №3(101).2023 g. str. 167-173.

[3] Mishhenko N. I. Netradicionnye malorazmernye dvigateli vnutrennego sgoraniya. Teoriya, razrabotka i ispytanie netradicionnyh dvigatelej vnutrennego sgoraniya. -Doneck: Lebed', 1998. -228 s.

[4] Nekrasov V. G., Kuanyshev M. K., Nadirov N. K. Issledovanie i sovershenstvovanie podshipnikov skol'zheniya dvigatelej vnutrennego sgoraniya// Mashiny, tehnologii, materialy (Bolgariya: Sofiya). -2007. -№ 2-3. -S. 43-45.

[5] Murat Kuanyshev, Becket Nuralin, Bakytzhan Salimov, Altynbek Kaukarov, Akhmet Murzagaliev, Kanat Narikov - The international Jornal of Advanced Manufac-turing Technology. -Springer-Verlag London 2017, 1-8r. DOI 10.1007/s00170-016-8758-2. ISSN 0268-3768.

[6] Patent RK № 21802. Podshipnik skol'zheniya dvigatelja vnutrennego sgoraniya/M.K. Kuanyshev, N.K. Nadirov, V.G. Nekrasov Opubl. 11.04.2007.

[7] GOST 30480. Obespechenie iznosostojkosti izdelij. Metody ispytaniya na iznosostojkost'. Obshhie trebovaniya. Vveden 1998, 07.01. Minsk. Mezhdunarodnyj sovet po standartizacii.

[8] Beket Nuralin, Murat Kuanyshev, Akhmet Murzagaliev, Altynbek Kaukarov, Isatai Utebayev. Evaluation of the ratios of the main indicators of the dry sealing of the cylinder-piston group of internal Combustion engines using a solid lubricant. Article: Transport problems 2022 Volume 17 Issue 3 pp. 99-110. T DOI: 10.20858/tp.2022.17.3.09.

[9] Patent R.K. № 27179. Mehanizm preobrazovaniya dvizheniya porshnevoj mashiny/M.K. Kuanyshev, A.Zh. Murzagaliev, A.K. Kaukarov. Opubl. 30.10.2012

[10] Patent R.K. № 23549. Porshen' dvigatelja vnutrennego sgoraniya. M.K. Kuanyshev, A.Zh. Murzagaliev, A.K. Kaukarov., Muhtarov A.T., Nekrasov V.G. Opubl. 14.12.2009 g.

[11] Patent R.K. № 27180. Uplotnenie shtoka poshnja dvigatelja vnutrennego sgoraniya. M.K. Kuanyshev, A.Zh. Murzagaliev, A.K. Kaukarov., Muhtarov A.T., Nekrasov V.G. Opubl. 30.10.2012 g.

[12] Nekrasov V.G., Kuanyshev M.K., Murzagaliev A.Zh., Kaukarov. A.K., Muhtarov A.T., Karakaev A.K. Krivoshipno-kulisnyj kinematcheskij mehanizm DVS s cilindroporshnevoj gruppoj na osnove tverdoj smazki. Mezhdunarodnaja konferencija Dvigatel'-2010, posvjashhennoj 180-letiju MGTU im. N.Je. Baumana., Rossiya. Moskva, 2010.

Kaukarov Altynbek, master, senior lecturer, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan, altynbek-79@mail.ru

Gabit Bakyt, PhD, associate professor, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Almaty, Kazakhstan, gaba_b@bk.ru

Murat Kuanyshev, candidate of technical sciences, associate professor, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan, k-murat-57@mail.ru

Nurgazy Saukhanov, candidate of technical sciences, docent, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan, nurgazy.saukhanov@mail.ru

Baurzhan Zhamanbayev, PhD, senior lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, zhaman78@mail.ru

COMPREHENSIVE STUDY OF THE DETAILS OF THE CRANK MECHANISM OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Abstract. The study of sliding bearings has shown that among a number of factors affecting the interaction of friction in sliding bearings, one of the determining factors is the thermophysical properties of materials. The use of pure copper for bearing support surfaces made of the newly studied material allows for the possible occurrence of wear by five times compared to serial bearings. As a result of a comprehensive analysis, it was proved that the proposed seal sample has higher reliability and efficiency indicators in engines. These factors have a positive effect on the characteristics of the proposed seal and are manifested in reducing repair costs, eliminating gorenje and changing the properties of the oil, reducing fuel operating costs. The savings from the use of a dry seal in monetary terms compared to the standard version of a set of rings is about 100,000 tenge per year.

Keywords. Piston engines, cylinder-piston group, crank-rocker mechanism, sliding bearings, dry seal.

Алтынбек Каукаров, магистр, старший преподаватель, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актобе, Казахстан, altynbek-79@mail.ru

Ғабит Бақыт, PhD, ассоциированный профессор, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Казахстан, gaba_b@bk.ru

Мурат Куанышев, к.т.н., ассоциированный профессор, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актобе, Казахстан, k-murat-57@mail.ru

Нургазы Сауханов, к.т.н., доцент, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актобе, Казахстан, nurgazy.saukhanov@mail.ru

Бауржан Жаманбаев, PhD, старший преподаватель, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, zhaman78@mail.ru

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация. Для всестороннего исследования на основе анализа был принят кривошипно-кулисный механизм (ККМ). ККМ относится к классическим вариантам механизмов для преобразования поступательного движения поршня во вращательное движение вала двигателя. Исследование подшипников скольжения показало, что среди ряда факторов, влияющих на взаимодействие трения в подшипниках скольжения, одним из определяющих факторов являются теплофизические свойства материалов. Использование чистой меди для опорных поверхностей подшипников, изготовленных из

нового изученного материала, позволяет возможного появления износов в пять раз по сравнению с серийными подшипниками. В результате всестороннего анализа было обосновано, что предлагаемый образец уплотнения имеет более высокие показатели надежности и эффективности использования в двигателях. Эти факторы положительно влияют на характеристики предлагаемого уплотнения и проявляются в снижении затрат на ремонт, устранении горения и изменении свойств масла, снижении эксплуатационных расходов топлива. Экономия от применения сухого уплотнения в денежном выражении по сравнению со стандартным вариантом набора колец составляет около 100 000 тенге в год.

Ключевые слова. Поршневые двигатели, цилиндропоршневая группа, кривошипно-кулисный механизм, подшипники скольжения, сухое уплотнение.

Келіп түсті: 18 сәуір 2024 ж.; қабылданды: 05 қыркүйек 2024 ж.