

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 3, Number 39 (2017), 112 – 116

A. Karazhanov, N. Mukhitzhan

Eurasian National University named after L. N. Gumilev, Astana, Kazakhstan

**THE INFLUENCE OF OPERATIONAL FACTORS
ON RELIABILITY OF THE ENGINE**

Abstract. This article was considered the influence of operational factors on reliability of the engine. The main parts of engine should have a main strength. It's: long-term, fatigue and low-cycle strength; wear, heat, corrosion and erosion resistance. Determination of the reliability of in service engines was carried out according to the average value, assessing the value of work.

Keywords: engine, reliability, operational factors.

ӘОЖ 681.521

A. A. Каражанов, Н. Мухитжан

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

**ПАЙДАЛАНУ ФАКТОРЛАРЫНЫҢ
ҚОЗҒАЛТҚЫШ СЕНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ**

Аннотация. Қарастырылып отырған мақалада пайдалану факторларының қозғалтқыш сенімділігіне әсері қарастырылған. Пайдалану факторлары әсерін туындайтын жағдайларға байланысты қозғалтқыштың негізгі тетіктерінің беріктігі мына негізгі түрлерге: ұзақ мерзімді, қажу және никлі аз беріктігі; тозуға төзімділігі; ыстыққа төзімділігі; коррозиялық және эрозиялық төзімділігіне ие болуы тиіс. Пайдаланудағы қозғалтқыштың сенімділігін анықтау қосымша атқарылған жұмыс көлемінің шамасын бағалайтын орташа статистикалық көрсеткіштер бойынша есептеулер жүргізілді.

Түйін сөздер: қозғалтқыш, сенімділік, пайдалану факторлары.

Кіріне. Қазіргі заманғы автомобильдегі қозғалтқыш қарқынды дамып жатқан өркениет жағдайында есепке алынбайтын немесе адамның өндірістік қызметінен туындайтын нақты әр түрлі жағдайларда пайдаланылады.

Автокөлік құралдарының қозғалтқыштарына қатысты оның қозғалуының салыстырмалы үлкен жылдамдықтарымен келесі біршама қысқартылған және техникалық бұйымдар үшін тұтас алғанда нормалағаннан біршама ерекшеленуі мүмкін климаттық аймақтардың – таулы, қоңыржай, шөлдер және далалар, тропиктер мен субтропиктерге жіктелуі көзделеді.

Тұтас алғанда ДЖҚ-на әсер ететін конструкцияның, өндірістің және оны пайдаланудың қарқындылығы мен жұмыстың ұзақтығын, сондай-ақ жол жабындарының жағдайын және қазіргі заманғы іштен жану қозғалтқышын пайдалануда күтілетін жағдайларына әсер ету деңгейінің әр түрлі факторларын ескере отырып, келесілер жатады:

- сыртқы ауа ортасының жағдайы (ауа қысымы, температурасы, тығыздығы және ылғалдығы);
- пайдалану ұзақтығы;
- жолдың сипаттамасы және жағдайы;

- қозғалтқыштың конструкциялық, өндірістік және пайдалануын жетілдіру;
- қозғалтқыш ресурстарының мәндері;
- қозғалтқышты техникалық пайдалануды жетілдіру;
- қозғалтқышты жөндеуді жетілдіру және сапасы;
- қозғалтқышты сақтау және тасымалдау жағдайы.

Пайдалануда күтілетін жағдайлардың әр түрлігіне қарамастан, зардаптар тұрғысынан қозғалтқыштың сенімділігіне, ресурсына және техникалық-экономикалық сипаттамасына әсерін үлкен жуықтау дәрежесімен келесі тұрақты қолданыстағы пайдалану факторларына жатқызуға болады:

- ресурс ішінде максимум режимдерді пайдалану шамасына;
- қозғалтқышты пайдалану ұзақтығы;
- қосынды атқарымға, аталған үлгідегі қозғалтқыштар паркіне, яғни конструкциялық, өндірістік және пайдалану іс-шараларын (кері байланыс әсері деп аталатын әрекет күшіне) пайдалану барысында (атқарымды ұлғайту шамасы бойынша) ақауларды анықтау шамасы бойынша оған енгізу есебінен қозғалтқыштың сенімділігін арттыру факторына.

Қозғалтқыштың пайдалану факторлары әсерін туындайтын жағдайдағы қозғалтқыштың сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін қозғалтқыштың негізгі тетіктерінің беріктігі мына негізгі түрлерге: ұзақ мерзімді, қажу және никлі аз беріктігі; тозуға төзімділігі; ыстыққа төзімділігі; коррозиялық және эрозиялық төзімділігіне ие болуы тиіс.

Қозғалтқыштың сенімділігінің, ресурсының және техникалық-экономикалық сипаттамасының қажетті деңгейін қамтамасыз ету үшін статикалық, динамикалық және никлдік беріктіктің қоры қолданыстағы нормаларға және қағидаларға сәйкес келуі тиіс.

Автомобиль қозғалтқышының пайдалану сенімділігі деп күтілетін пайдалану жағдайында берілген уақыт аралығы ішінде параметрлердің берілген мәндерін сақтаумен оған жүктелген функцияларды орындай білу қабілеті деп түсіндіріледі.

Қозғалтқыштың сенімділігі ұғымы тоқтаусыз істеуді, ұзаққа жарамдылықты, бақылауға жарамдылықты, жөндеуге жарамдылықты, пайдалану технологиялығы сияқты ұғымдарды енгізеді. Қозғалтқыштың сенімділігі оны жобалау және бабына келтіру кезіне байланысты, қозғалтқыштың сериялық өндірісі процесінде қамтамасыз етіледі және қозғалтқышты пайдалану барысында ұстап тұрады.

Қозғалтқыштың сенімділігін статистикалық бағалау жүйесін шешуге байланысты туындайтын міндеттеріне және оның көрсеткіштеріне бірқатар талаптар қойылады. Бұл талаптар: қозғалтқыштың сенімділігін объективті бағалау; қозғалтқыштардың әр түрлі типтерін сенімділігі бойынша қарапайым және көрнекті түрде салыстыру; қозғалтқыштың қауіпсіздігін, жұмысқа қабілетін, пайдалану технологиялығын, жөндеуге жарамдылығын, бақылауға жарамдылығын, экономикалық тиімділігін бағалайтын қозғалтқыштың техникалық-экономикалық сипаттамасын анықтау; пайдалану үшін қозғалтқыштардың қажетті санын және жөнделетін қозғалтқыштардың санын жоспарлау; қозғалтқышқа техникалық қызмет көрсету регламенттерінің қажетті мерзімділігін және қозғалтқыштың қосалқы бөлшектерінің қажетті санын анықтау; пайдаланылатын қозғалтқыштардың сенімділігін арттыру бойынша өнеркәсіпке талаптар қою және түрлендіріп жаңартылған және қайтадан құрастырылған қозғалтқыштардың сенімділігіне талаптар қою; қозғалтқыштың пайдалану жағдайын болжамдауды және оны жөндеу аралық өсіруде жүзеге асыру; қозғалтқышты жағдайы бойынша пайдалануға қалыпты ауысуды жүзеге асыру; қозғалтқышы функционалды жүйе ретінде қаралатын автомобильдің тоқтаусыз жұмыс істеуін бағалауды қарапайым және қолайлы жүргізу [1].

Материалдар мен әдістемелер. Қазіргі кезде пайдаланудағы қозғалтқыштың сенімділігін анықтау қосымша атқарылған жұмыс көлемінің шамасын бағалайтын келесі орташа статистикалық көрсеткіштер бойынша жүргізіледі:

- жұмыста қозғалтқыштың тоқтауына әкелетін бір рет істен шығу (жарамсыздығы) $T_{КТ}$, мың км/істен шығу;
- қозғалтқышты мерзімінен бұрын шешіп алуға әкелетін бір рет істен шығу (жарамсыздығы) $T_{ҚМВШ}$, мың км/істен шығу;

– қозғалтқышты пайдалануда жойылатын бір реттік жарамсыздыққа $T_{ПЖЖ}$, мың км /істен шығу;

– қозғалтқышты мерзімінен бұрын шешіп алуға әкелетін немесе қозғалтқышты пайдалануда жойылған бір реттік жарамсыздығы (яғни жарамсыздықтардың қосынды саны) T_{Σ} , мың км /істен шығу.

Бұл ретте қозғалтқышты қалыпты пайдалану кезіндегі көрсеткіштер істен шығулардың ықтималдықтарын бөлуде экспоненциалдызаны әрекет еткенде, яғни қарастырылған уақыт ішінде қозғалтқыштың бір рет істен шығуына арналған орташа атқарылған жұмыс тұрақты деп қабылданады, келесі формулалар бойынша анықталады:

$$T_{КТ} = \tau_{\Sigma}/N_{КТ}; \quad T_{ҚМБШ} = \tau_{\Sigma}/N_{ҚМБШ}. \quad (1)$$

$$T_{ПЖЖ} = \tau_{\Sigma}/N_{ПЖЖ}; \quad T_{\Sigma} = \tau_{\Sigma}/N_{\Sigma}. \quad (2)$$

мұндағы τ_{Σ} – қарастырылатын уақыт мерзімі ішінде аталған типтегі (түрлендірілген) қозғалтқыштар паркінің қосынды қосымша атқарымы; $N_{КТ}$, $N_{ҚМБШ}$, $N_{ПЖЖ}$, N_{Σ} – сәйкесінше: жұмыста тоқтатылған; пайдаланудан мерзімінен бұрын шешіп алынған; пайдалануда жойылған жарамсыздықтармен; қозғалтқышты мерзімінен бұрын шешіп алуға әкелетін немесе қозғалтқышты пайдалануда жойылған ($N_{\Sigma} = N_{ҚМБШ} + N_{ПЖЖ}$) жарамсыздықтармен аталған типтегі пайдаланылатын қозғалтқыштардың жалпы паркінен қозғалтқыштардың саны.

Қозғалтқыштың сенімділігін сандық бағалау оның қазіргі түрінде оған қойылатын талаптарды толықтай қанағаттандыра алмайды. Бұл көбінесе, салыстырусыз, мағынасыз, сондықтан қандай да бір дәрежеде белгісіз анықталмаған сипатта болады.

Егер белгіленген нормалардың мәндеріне жеке көрсеткіштердің нақты мәндерін жатқызатын болса, онда қозғалтқыштарының сенімділігін бағалау неғұрлым белгілі бір сипатта болады.

Бұл жағдайда сенімділіктің жеке салыстырмалы көрсеткіштері келесі салыстыру түріне ие болады:

жұмыс процесінде қозғалтқышты тоқтату бойынша

$$\bar{T}_{КТN} = T_{КТ}/T_{КТN}; \quad (3)$$

қозғалтқышты мерзімінен бұрын шешіп алу бойынша

$$\bar{T}_{ҚМБШN} = \frac{T_{ҚМБШ}}{T_{ҚМБШN}}; \quad (4)$$

қозғалтқышты пайдалануда жойылған жарамсыздықтар бойынша

$$\bar{T}_{ПЖЖN} = T_{ПЖЖ}/T_{ПЖЖN}; \quad (5)$$

қозғалтқыштың жарамсыздықтарының қосынды саны бойынша

$$\bar{T}_{\Sigma N} = T_{\Sigma}/T_{\Sigma N}; \quad (6)$$

мұндағы $T_{КТ}$, $T_{ҚМБШ}$, $T_{ПЖЖ}$, T_{Σ} – қозғалтқыштың сенімділігін оперативті (статистикалық) бағалау нәтижесінде алынатын жеке нақты статистикалық сәйкес көрсеткіштер; $T_{КТN}$, $T_{ҚМБШN}$, $T_{ПЖЖN}$, $T_{\Sigma N}$ – қозғалтқыш сенімділігінің сәйкес жеке нормаланған көрсеткіштері (сенімділіктің нақты көрсеткіштеріне белгіленген нормалардың шамасы).

Жеке салыстырмалы көрсеткіштерді енгізу қозғалтқыштардың сенімділігін анағұрлым бағалайды, алайда бір мағыналы түрде бағалайды, өйткені соңғысы бір уақытта бірнеше көрсеткіштер бойынша жүргізілуі тиіс. Сенімділікті сандық бағалау бір мағыналы болмау үшін жеке салыстырмалы көрсеткіштер негізінде қозғалтқыштың сенімділігіне бір қорытындылаушы көрсеткішті енгізу керек. Сенімділікке келесі түрдегі қорытындылаушы көрсеткішті енгізу ұсынылады:

$$\bar{T}_N = 4 \left(\bar{T}_{КТN}^{-2} + \bar{T}_{\Sigma N}^{-1} + \bar{T}_{ҚМБШN}^{-1} + \bar{T}_{ПЖЖN}^{-1} \right)^{-1}. \quad (7)$$

Бұл жағдайда қорытындылаушы көрсеткіш оған қойылатын барлық талаптарды қанағаттандырады. Бұл белгілі бір шекаралық жағдайлар кезінде олардың нақты мағыналарына сәйкес келетін жеке салыстырмалы көрсеткіштердің үздіксіз функциясы болып табылады. Бәрінен бұрын,

баяндалған түрдегі қорытындылаушы көрсеткіштің өрнегі қозғалтқыш сенімділігінің сандық жағына ғана емес, сапалық жағына да әсер етеді, атап айтқанда – оның пайдалануын жетілдіру жағына (жұмыс қауіпсіздігі және реттілігі талаптары, жөндеуге жарамдылыққа және қозғалтқыштың өзінің технологиялығына қойылатын талаптар). Пайдалану факторларының қозғалтқыштың сенімділігіне әсерінің сандық сипаттамасын алу үшін қозғалтқыштың қосымша атқарымының өрнектерін пайдаланамыз: жұмыста қозғалтқыштың бір рет тоқтауы $T_{КТ}$; қозғалтқыштың бір рет мерзімінен бұрын шешіп алу $T_{ҚМБШ}$ және қозғалтқыш жарамсыздықтарының қосынды саны T_{Σ} ресурс ішінде жұмыс режимін пайдаланудың орташа процентіне тәуелділігір, қозғалтқыштың жұмыс кезіндегі тоқтаусыз жұмыс істеуінің орташа ұзақтығы $h_{сф}$ және аталған типтегі қозғалтқыштардың қосынды (пайдалану басталған сәттен бастап) атқарымы τ , мың км:

$$T_{КТ} = a_{КТ} \rho^{-0,572} h^{0,797} \tau^{0,422}, \quad (8)$$

$$T_{ҚМБШ} = a_{ҚМБШ} \rho^{-0,161} h^{0,967} \tau^{0,284}, \quad (9)$$

$$T_{\Sigma} = a_{\Sigma} \rho^{-0,379} h^{0,098} \tau^{0,246}. \quad (10)$$

мұндағы $T_{КТ}$, $T_{ҚМБШ}$, T_{Σ} – сенімділік көрсеткіштер, мың км/істен шығу; $a_{КТ}$, $a_{ҚМБШ}$, a_{Σ} – тұрақты коэффициенттер.

Аталған тәуелділікте қозғалтқыштарды пайдалану процесінде іштен жану қозғалтқыштарының белгіленген жиынтықтағы істен шығулары мен жарамсыздықтары туралы статистикалық деректер нәтижелерін өңдеу негізінде алынған.

Зерттеу негізіне қозғалтқыштың статистикалық сенімділігінің белгілі моделі алынған, сондықтан келтірілген тәуелділіктер осы модельдің математикалық өрнегі ретінде қызмет етеді [2].

Тәуелділіктер деректерінен көрсетілгендей, барлық пайдалану параметрлерінен $T_{КТ}$ жұмыстағы қозғалтқыштың істен шығу көрсеткіштеріне және $T_{ҚМБШ}$ мерзімінен бұрын шешіп алу бойынша жұмыс ұзақтығы h ең үлкен әсерін тигізеді. Тәуелділікке байланысты ρ мен h пайдалану параметрлерініңәсері бойынша T_{Σ} жарамсыздықтардыңқосынды саны бойынша қозғалтқыштың сенімділігінің көрсеткішін анықтайтын осыған ұқсас заңдылықтың болмауын былай түсіндіруге болады:

– пайдалану жағдайында $T_{ПЖЖ}$ қозғалтқышта жойылатын істен шығулар туралы жеткілікті толық ақпараттың болмауы, сол бойынша, негізінен, бірқалыпты есепке алу жүргізілмейді (әрбір қозғалтқыш бойынша жеке), бірақ жарамсыздықтардың қосынды санын есепке алу кезінде оған тікелей енеді;

– факторды (шоғырландыру ρ немесе нқклдігі k), бір мағыналы белгілеудің (қозғалтқышты бөлшектеусіз) елеулі қиыншылығы, пайдалану жағдайында қозғалтқышта жойылатын осы немесе өзге нақты істен шығулар пайда болады.

Пайдалануда жойылатын $T_{ПЖЖ}$ істен шығулар туралы толық ақпараттың деңгейінің артуымен, әрбір қозғалтқыш бойынша бірқалыпты есепке алуды жүргізумен (жұмыста қозғалтқыштардың тоқтап қалуын және мерзімінен бұрын шешіп алуын тудыратын істен шығуларды осыған ұқсас есепке алу) сенімділік T_{Σ} көрсеткішін анықтайтын ρ мен h параметрлерінің тәуелділік әсерімен байқалады.

Қозғалтқыштың статистикалық сенімділігінің модельдерінің математикалық өрнегіне сәйкес пайдалану факторларынан оның сенімділігінің көрсеткіштерінің тәуелділіктерін келесі жалпы түрде ұсынамыз:

$$T_{КТ} = a_{КТ} \rho^{-\alpha_{КТ}} h^{\beta_{КТ}} \Delta t^{-\gamma_{КТ}} \Delta p^{-\delta_{КТ}} \tau^{\varepsilon_{КТ}}, \quad (11)$$

$$T_{ҚМБШ} = a_{ҚМБШ} \rho^{-\alpha_{ҚМБШ}} h^{\beta_{ҚМБШ}} \Delta t^{-\gamma_{ҚМБШ}} \Delta p^{-\delta_{ҚМБШ}} \tau^{\varepsilon_{ҚМБШ}}, \quad (12)$$

$$T_{ПЖЖ} = a_{ПЖЖ} \rho^{-\alpha_{ПЖЖ}} h^{\beta_{ПЖЖ}} \Delta t^{-\gamma_{ПЖЖ}} \Delta p^{-\delta_{ПЖЖ}} \tau^{\varepsilon_{ПЖЖ}}, \quad (13)$$

$$T_{\Sigma} = a_{\Sigma} \rho^{-\alpha_{\Sigma}} h^{\beta_{\Sigma}} \Delta t^{-\gamma_{\Sigma}} \Delta p^{-\delta_{\Sigma}} \tau^{\varepsilon_{\Sigma}}. \quad (14)$$

мұндағы ρ – ресурс ішінде жұмыстың максимум режимдерін пайдаланудың орташа шамасы; h – қозғалтқыш жұмысының орташа ұзақтығы; Δt – қоршаған ортаның нақты температурасының есептік (стандартты) температурадан орташа ауытқуы; ρ – жол жабыны параметрлерінің есептік

(стандартты) параметрлерден орташа ауытқуы; τ – аталған типтегі қозғалтқыштар паркінің қосынды атқарымы (пайдалану басталған сәттен); $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ – қозғалтқыш сенімділігінің көрсеткіштеріне пайдалану факторын анықтайтын дәрежедегі сәйкес келетін тұрақты көрсеткіштері; $a_{KT}, a_{ҚМБШ}, a_{ТДЖЖ}, a_{\Sigma}$ – тұрақты коэффициенттер.

Қорытынды. Осылайша, қозғалтқыштың сенімділігіне, ресурсына және техникалық-экономикалық сипаттамасына әсерінің нақты сандық сипаттамасын алу үшін қозғалтқыштың белгілі бір типіне немесе түрлендіруіне қатысты статистикалық сенімділіктегі математикалық модельдерді бұдан әрі әзірлеу және жетілдіру қажеттілігі пайда болады.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
- [2] Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
- [3] Прокопенко Н.И. Экспериментальные исследования двигателей внутреннего сгорания. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 592 с.
- [4] Курчаткин В.В. и др. Надежность и ремонт машин. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
- [5] Ждановский Н.С. Надежность и долговечность автотракторных двигателей. – Л.: Колос, 1981. – 295 с.

REFERENCES

- [1] Kuznetsov E.S. Technical operation of cars. M.: Nauka, 2001. 535 p.
- [2] Lvov E.N. Statistical methods for constructing empirical formulas. M.: Higher School, 1988. 239 p.
- [3] Prokopenko N.I. Experimental studies of internal combustion engines. St. Petersburg: Publishing house "Lan", 2010. 592 p.
- [4] Kurchatkin V. and others. Reliability and repair of machines. M.: Kolos, 2000. 776 p.
- [5] Zhdanovsky N.S. Reliability and durability of automotive tractor engines. L.: Kolos, 1981. 295 p.

А. А. Каражанов, Н. Мухитжан

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

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. В статье рассмотрены влияние эксплуатационных факторов на надежность двигателя. Основные детали двигателя должны обладать основными видами прочности: длительной, усталостной и малоцикловой прочностью; износостойкостью; жаростойкостью; коррозионной и эрозивной стойкостью. Определение надежности находящихся в эксплуатации двигателей производится по среднестатистическим показателям, оценивающим величину работы.

Ключевые слова: двигатель, надежность, эксплуатационные факторы.