

МОТОР МАЙЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІН ДИАГНОСТИКАЛАУ ӘДІСТЕРІ

Аманжол Төлеген Нұрұлы, магистрант
amanzhol.tn@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, «Көлік, көлік техникасы және технологиялары»
кафедрасының 1 - курс магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – А.А. Каражанов

Аннотация. Мотор майының техникалық жай-күйін диагностикалау әдістері сипатталған.

Мотор майы қозғалтқыштың тұрақты жұмысын қамтамасыз етіп, бөлшектердің мерзімінен бұрын тозуын болдырмайтын маңызды элемент болып табылады. Мотор майы қозғалыстағы бөлшектерді майлап үйкелісті азайтады, үйкеліс беттерін тозу өнімдерінен жуып тазалайды, сақиналар аймағында поршеньді нығыздап қозғалтқыш жұмысына қажетті компрессияны туғызады, қызған бөлшектерден жылуды алып кетеді, пайдалану барысында жиналатын коррозиялық агрессивті компоненттерді (отынның толық жанбаған өнімдері, конденсацияның әсерінен жиналған ылғал) бейтараптандырады.

Автокөлік құралын пайдалану кезінде мотор майы өзінің бастапқы қасиеттерінен біртіндеп айырылып ескіреді. Ескіруі кезінде май тотығады, май құрамындағы қоспалар тозады, бөлшектердің тозу өнімдерінің мөлшері ұлғаяды. Май ылғалмен, шаңның бөлшектерімен және отынның жану өнімдерімен ластанады. Ескіру жылдамдығы автокөлік құралының пайдалану жағдайларына, климаттық жағдайлар мен қозғалтқыштың құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты болады.

Автокөлік құралын пайдалану кезінде мотор майының ескіріп, пайдалану қасиеттерінің өзгеруі қозғалтқыштың техникалық жай-күйіне, қозғалтқышқа жоспардан тыс жөндеу жұмыстарының орындалу жиілігіне әсер етеді. Ал бұл жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығындарға, жөндеу жұмыстары кезінде автокөлік құралының бос тұруына байланысты туындайтын материалдық шығындарға әсер етеді. Осыған орай, мотор майының сапасын бақылап, мотор майын нақты техникалық жай-күйі негізінде ауыстыру қажеттілігі туындайды.

Қазіргі заманауи талаптар бойынша мотор майының сапасы, жұмысқа жарамдылығы келесі физика-химиялық көрсеткіштер бойынша бағалау кең таралған: тұтқырлығы, құрамында судың мөлшері, қышқылдық саны, сілтілік саны, рН сутегі көрсеткіші, ерімейтін тұнбалар мөлшері, дисперсиялық қасиеті және т.б.

Қазіргі уақытта мотор майының техникалық жай-күйін диагностикалаудың әдістерін зертханалық, пайдаланулық және борттық диагностика деп жіктеуге болады.

Инфрақызыл спектрлік және феррографиялық талдау әдістері зертханалық трибодиагностика әдістеріне жатады. Олар майланатын үйкеліс түйіндерінде ақауларды анықтауға мүмкіндік береді.

Жағар майларды талдаудың спектрлік әдістері: атомдық-эмиссиялық, атомдық-абсорбциялық, атомдық-флуоресценттік.



Сурет 1 - МФС-7 эмиссиялық спектрометр

Атомдық эмиссия принципі бойынша жұмыс істейтін қондырғылар май құрамындағы тозу өнімдерінің химиялық құрамын анықтауға мүмкіндік береді.

Спектрлік әдістердің бірқатар кемшіліктері бар: олардың көмегімен үйкеліс жұптарындағы тозу сипатын, бөлшектердің пішіні мен өлшемдерін, сынамадағы бөлшектердің жалпы санын анықтау мүмкін емес, сондай-ақ спектрометр қондырғысының айтарлықтай өлшемдері мен салмағы бар (сурет 1).

Феррография - майлау сынамаларынан тозатын металл бөлшектерін магниттік тұндыру әдісі. Ол тозу түрі мен қарқындылығын анықтауға мүмкіндік береді.

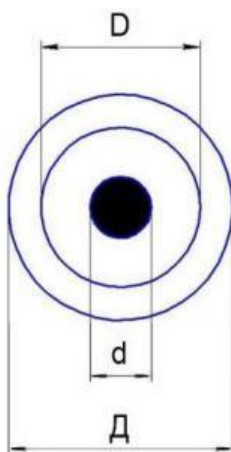
Мотор майының жуғыштық-дисперсиялық қасиеттерін бағалау үшін фотометриялық әдісті қолдануға болады.

Майдың қышқылдық және сілтілік мөлшерін бақылау әртүрлі әдістермен жүргізілуі мүмкін. Қышқыл және сілтілік сандарды анықтау әдісі - сулы емес еріткіште, каустикалық калий немесе тұз қышқылының ерітіндісімен ерітілген майды потенциометриялық титрлеу.

Зертханалық әдістер бірқатар кемшіліктерге ие: арнайы зертханалық жағдайларға, химиялық ыдыстар мен реактивтерге тәуелділік, сондай-ақ жоғары еңбек сыйымдылығы.

Мамандандырылған зертханаларда жүргізілген талдаулардан басқа, техникалық жағдайды диагностикалаудың пайдаланулық әдістері қолданылады. Мұндай диагностика техникалық қызмет көрсету және жөндеу станцияларында, автокөлік құралын пайдалану кезінде орындалады.

Майдың дисперсиялық-тұрақтандырушы қасиеттерін бақылаудың тәжірибеде кең таралған жалғыз әдісі "тамшылық сынама" әдісі болып табылады. Тамшылық сынама әдісі май дағының өзек диаметрінің диффузиялық аймақтың диаметріне қатынасы бойынша қозғалтқыш майының дисперсиялық қасиетін (ДҚ) анықтауға мүмкіндік береді (сурет 2).



Сурет 2 - Майдың техникалық жағдайын диагностикалауға арналған майлы дақ
 D – диффузиялық аймақтың диаметрі; d – өзек диаметрі; D – маймен сіңірілген аймақ

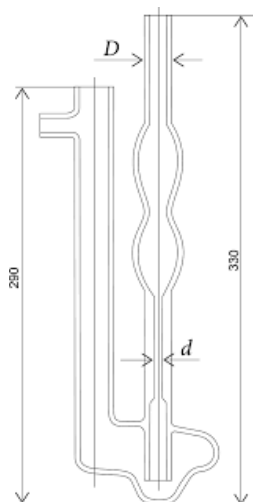
Сондай-ақ май дағы аймақтарының түсі негізінде майдың жұмысқа жарамдылығын бағалауға болады. Мысалы: өзек пен диффузия аймағының түсі неғұрлым жарық болса, соғұрлым май жұмысқа жарамды.

Тамшылық сынамамен май дағын көрнекі бағалау және ДҚ сандық көрсеткішін анықтау дәлдігі жеткіліксіз болып табылады.

Майлардың тұтқырлығын ВПЖ, ВПЖ-1, ВПЖ-2 вискозиметрлерімен бағалауға болады (сурет 3). Вискозиметрдің жұмыс істеу принципі D белгісінен d дейінгі белгілі диаметрлі капилляр арқылы белгіленген май көлемінің ағу уақытын анықтауға негізделген.

Майдың техникалық жай-күйін кешенді және жедел диагностикалауға арналған жиынтықтар бар. Мысалы, ҚДМП-3 жиынтығы майдың және қозғалтқыш жүйелерінің техникалық жай-күйін жедел диагностикалауға арналған (сурет 4). ҚДМП-3 майлардың техникалық жай-күйін стационарлық және далалық жағдайларда бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Майларды

талдау үш құрылғының көмегімен жүзеге асырылады: вискозиметр, рН-метр және электртигель.



Сурет 3 - Вискозиметрдің схемасы

КДМП-3 майлардың келесі қасиеттерін талдауға мүмкіндік береді: майдағы су мен салқындатқыштың мөлшері, дисперсті-тұрақтандырғыш қасиеттері, тұтқырлық, май құрамындағы отынның болуы, бейтараптандырғыш қасиеттері, тозуға қарсы қасиеттері, қышқылдар мен сілтілердің болуы, майда жемірлі бөлшектердің болуы, жабық тигельдегі тұтану температурасы.



Сурет 4 - КДМП-3 жиынтығы

Пайдалану әдістерінен басқа, мотор майларының техникалық жағдайын борттық диагностикалау әдістері бар. Олардың артықшылығы – майдың техникалық жай-күйін тұрақты бақылау және осы көрсеткіштердің өзгеруі бойынша қозғалтқыш жай-күйінің өзгеруін бақылау. Қазіргі уақытта осы мақсатта май чиптерінің сигнализаторлары, сигнал беру сүзгілері және магниттік штепсельдер қолданылады. Алайда, олардың сезімталдығы мен ақпараттылығы жеткіліксіз болғандықтан, бұл құрылғылар жалған қосылу мен ақаулардың көп болуымен сипатталады, бұл қауіпсіздіктің төмендеуіне және үлкен материалдық шығындарға әкеледі.

Мотор майларының техникалық жағдайын диагностикалау үшін, біріншіден, тиімділігі дәлелдеген әдістерді қолдану қажет; екіншіден, көп еңбекті қажет етпеуі тиіс; үшіншіден, жоғары білікті мамандарды қажет етпеуі тиіс; төртіншіден, қымбат жабдықтар мен үлкен материалдық шығындары қажет етпеуі тиіс. Басқаша айтқанда, дұрыс шешім қабылдауға мүмкіндік беретін, жылдам және сенімді нәтиже беретін әдістер қажет.

А.П. Серков ұсынған май дағын бағалаудың жетілдірілген әдісі жоғарыда аталған талаптарға сай келеді. Бұл әдіс мотор майының жай-күйін дәлірек бағалауға және майдың қалдық ресурсты анықтауға мүмкіндік береді.

Мотор майының қалдық ресурсын анықтау әдістемесінің сипаттамасы

Қадам 1. Алдымен қозғалтқыштан жұмыс істеген майдың жеткілікті мөлшерінен тамшы

сынамасы алынады. Бұл тамшы сынамасы арнайы зертханалық қағазға тамызылады және қағазға сінген тамшы белгілі бір есептелген уақыт аралығында кебуден өткізіледі.

Қадам 2. Сканер құрылғысын қолданып, кепкен қағаздың түрлі-түсті суреті алынады. Осы сурет арнайы бағдарлама арқылы негативті суретке айналдырылады. Тамшының суреті шаршыға сиятындай етіліп қиылады. Майдың біркелкі емес таралуын болдырмау үшін сурет 3 рет 90 градусқа айналдырылып сақталынады. Нәтижесінде тамшының 4 суреті алынады.

Қадам 3. Алынған негатив түріндегі суреттер MathCAD арнайы бағдарламасына жүктеледі. Осы бағдарламада негатив түріндегі суреттер сандардан тұратын матрицаға түсіріледі. Матрицадағы сандар суреттегі әр пиксельдің мәніне, яғни суреттегі пиксельдің жарықтығына сәйкес болып келеді. Осы операцияларды іске асыру үшін *submatrix* функциясы қолданылады.

Мысалы:

*Image1 := READ_IMAGE("/*суреттің орналасқан орны*/")*

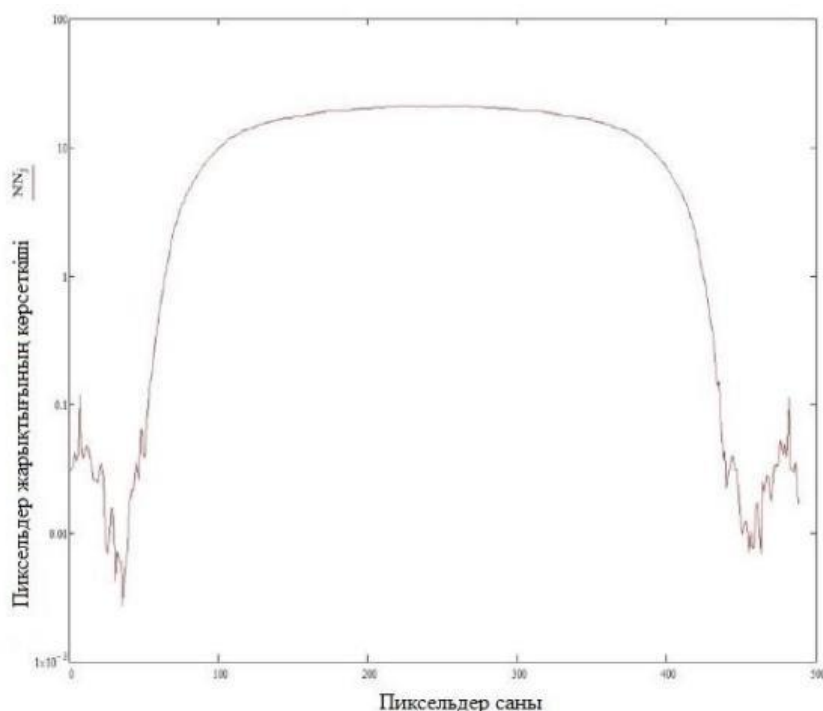
Matrix1 := submatrix(Image1, 0, xn, 0, yn)

мұндағы *xn, yn* – сәйкесінше суреттің горизонталь, вертикаль пиксельдер саны.

Қадам 4. Осыдан кейін төрт матрицалардың орташа мөлшері есептеледі:

$$SM := \frac{(Matrix1 + Matrix2 + Matrix3 + Matrix4)}{4} \quad (1)$$

Орташа мөлшерлерден тұратын матрицаның әр бағанының қосындысы алынады және оның негізінде график салынады.



Сурет 5 - Төрт матрицаның орташа мәні бойынша пиксельдердің таралу тығыздығын алу

Қадам 5. Алынған график және май дағының негатив сурет «Компас-3D» құжатына енгізіледі және графиктің *h* биіктігі анықталады. *h* биіктігі негізінде U_h диагностикалық параметрі тағайындалады

$$U_{hi} = \frac{h_i}{h_{min}}, \quad (2)$$

мұндағы h_i – таралу тығыздығының биіктігінің өлшенген мәні, мм;

h_{\min} - мотор майын ауыстырғаннан кейінгі ең аз жұмыс уақытындағы өлшеуге сәйкескелетін графигінің биіктігі, мм.

Қозғалтқыш майын ауыстыру кезеңін белгілеу үшін шектік мәні 0,3 тең болатын ДҚ ақау көрсеткіші ретінде тағайындалады.

Мотор майының U_h диагностикалық параметрін ДҚ шектік мәнімен салыстыра отырып, оның рұқсат етілген шекті мәні анықталады.

Қадам 6. Мотор майының қалдық ресурсының мәнін сандық бағалау үшін U_h диагностикалық көрсеткіш мәнінің оның бастапқы мәніне қатысты ұлғаюын анықтау жеткілікті. Бұл жағдайда қалдық ресурстың мәні келесі формула бойынша анықталады:

$$t_{\text{қалд}} = t_i \cdot \left[\left(\frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_i - U_6} \right)^\alpha - 1 \right], \quad (3)$$

мұндағы $t_{\text{қалд}}$ – мотор майының қалдық ресурсы, мото-сағат;

t_i – мотор майының ауыстырғаннан бастап ағымдағы жұмыс уақыты, мото-сағат;

α – диагностикалық параметрдің өзгеру қарқындылығын сипаттайтын көрсеткіш;

U_{\max} - диагностикалық параметрінің шекті мәні;

U_{\min} , U_6 – диагностикалық параметрінің бастапқы мәні;

U_i – диагностикалық параметрінің өлшенген мәні.

α дәрежесі келесі формуламен анықталады:

$$\alpha_i = \frac{\ln(\Delta U_{i+1}/\Delta U_i)}{\ln(t_{i+1}/t_i)}, \quad (4)$$

мұндағы ΔU - диагностикалық параметрдің өсуі.

Қорытынды. Мақалада майдың техникалық жай-күйін диагностикалаудың әдістеріне шолу жасап, оларды өзара салыстырудың нәтижесінде А.П. Серков ұсынған майды бағалаудың әдістемесі тиімді болады деген ұйғарымға келдік.

Оның маңызды артықшылықтары:

- көп шығынды талап етпейді;
- өткізу қарапайымдылығы;
- майдың жай-күйі жөнінде сенімді ақпарат беріп;
- майды ауыстыру мерзімін майдың нақты техникалық жай-күйі негізінде тағайындауға мүмкіндік береді;
- автокөлік құралын пайдаланудан алып тастауды қажет етпейді;

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Мигаль В.Д., Мигаль В.П. Методы технической диагностики автомобилей. – М.: Форум, 2018.– 100 с.
2. Серков А.П., Корнеев С.В. Алгоритм определение остаточного ресурса моторного масла.//Вестник СибАДИ. – 2015. – С. 138-143.
3. Серков А.П. Совершенствование обслуживания автотранспортных средств за счет диагностики технического состояния эксплуатационных материалов: дис. канд. техн. наук: защищена 19.12.18 / Серков Артем Петрович. – Омск, 2018. – 189 с.