

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

«Автоматика және ақпараттық технологиялар» институты

Толлеуханова Мадина Маралбековна

Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтау үшін құрал жасау
мүмкіндігін зерттеу

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

7М07107 – Робототехника және мехатроника

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

«Автоматика және ақпараттық технологиялар» институты

ӘОЖ 62-5

Қолжазба құқықтарында

Толуханова Мадина Маралбековна


МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Магистр академиялық дәрежесін алуға

Диссертацияның атауы «Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын
анықтау үшін құрал жасау мүмкіндігін зерттеу»

Дайындық бағыты 7М07107 – Робототехника және мехатроника

Ғылыми жетекші
Техника ғылымдарының
кандидаты, қауымдастырылған
профессор, сениор-лектор


 А.А. Туякбаев
«20» маусым 2024 ж.

Рецензент
Техника ғылымдарының
кандидаты, доцент

А.К. Сейдилдаева
«24» маусым 2024 ж.

Норм контроль

Аға оқытушы РТЖАТҚ кафедра,

 П.М. Рахметова
«23» маусым 2024 ж.

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылымдарының кандидаты

 К.А. Ожикенов
«3» маусым 2024 ж.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

7M07107 – Робототехника және мехатроника

БЕКІТЕМІН
РТжАТК кафедра меңгерушісі
техника ғылымдарының кандидаты
К.А. Ожикенов
«3» маусым 2024 ж.



ТАПСЫРМА
магистрлік диссертацияны орындауға

Магистрант: Толеуханова Мадина Маралбековна
Тақырыбы: «Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтау үшін құрал жасау мүмкіндігін зерттеу»
Университет Ректорының " 29 " қазандағы №1197-м бұйрығымен бекітілген 2018 ж.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі " 5 " маусым 2024ж.
Магистрлің диссертацияның бастапқы мәліметтері: Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтау үшін құрал жасау мүмкіндігін зерттеу.


Магистрлік диссертацияның бастапқы мәселелер тізімі:

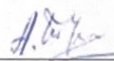
- а) Авиақозғалтқыштармен танысу, авиациялық майлардың қасиеттерімен танысу және зерттеу;
 - б) Майларды талдау әдістері;
 - в) Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтауға арналған спектралдық талдау
 - г) Қатты денелі спектрлік детекторды жасау мүмкіндігін зерттеу;
- Графикалық материалдардың тізбесі (міндетті түрде дәл көрсете отырып сызбалар): 20 сурет, 5 кесте.


Кесте
магистрлік диссертация дайындау

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	22.05–15.07.2023 ж	Орындалды
Бағдарламалық бөлім	15.08–20.11.2023 ж	Орындалды
Зерттеу бөлімі	21.01–15.04.2024 ж	Орындалды
Қорытынды бөлім	15.04–23.04.2024 ж	Орындалды

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілері мен норма бақылаушының қойған қолтаңбалары

Бөлімдердің атаулары	Бөлімдердің атаулары консультанттар, Т. А. Ә. (дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Нормоконтролер	П.М. Рахметова, техника ғылымдарының магистрі	23.05.2024ж.	

Ғылыми жетекші  Туякбаев А. А.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Толеуханова М.М.

Күні «31» мамыр 2024

АҢДАТПА

Бүгінгі күні авиациялық техникада пайдаланылатын майдың химиялық талдауын анықтайтын көптеген зертханалар бар. Алайда, майдың жай-күйі туралы деректерді тез алу қажет болатын авариялық жағдайлар болады. Озық технологиялармен, өзекті ұсыныстармен жүйеге жұмыс майының жай-күйін үздіксіз мониторингті енгізу ұсынылады.

Бұл зерттеу авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын үздіксіз анықтайтын аспапты жасау мүмкіндігін зерттеуге арналатын болады. Айта кету керек, майдың жағдайын уақытылы бақылау қауіпсіздік пен сенімділікті қамтамасыз ету үшін басты міндет болып табылады, сондай-ақ бұл қозғалтқыштар жұмысының тиімділігін жақсартуға көмектеседі.

Зерттеу шеңберінде жұмыс майының химиялық талдауын анықтауға мүмкіндік беретін өзекті және қолданыстағы әдістер қаралды. Мұндай әдістерге спектрометрия, майдың визкозиметриялық талдауы жатады. Сондай-ақ, майдың физикалық-химиялық көрсеткіштері, олардың ерекшеліктері қаралды. Олардың артықшылықтары мен кемшіліктері жаңа құрал жасау үшін неғұрлым қолайлы тәсілді анықтау мақсатында зерделенетін болады.

Зерттеу нәтижелері бойынша авиациялық қозғалтқыштардың май сапасын тиімді және үздіксіз бақылауға арналған инновациялық құрал жасалады деп күтілуде, нәтижесінде ұшу қауіпсіздігін арттырады және авиациялық техникаға техникалық қызмет көрсету шығындарын қысқартады.

АННОТАЦИЯ

На сегодняшний день существуют множество лабораторий, которые определяют химический анализ используемого масла в авиационной технике. Однако, бывают аварийные ситуации, где необходимо быстро получить данные о состоянии масла. С передовыми технологиями, актуальным предложением будет внедрить в систему непрерывный мониторинг состояние рабочего масла.

Данное исследование будет посвящено исследованию возможности создания прибора, который будет непрерывно определять качество масла в авиационных двигателях. Стоит отметить, что своевременный контроль состояния масла имеет главное значение для обеспечения безопасности и надежности, также это поможет улучшить эффективность работы двигателей.

В рамках исследования были рассмотрены актуальные и существующие методы которые позволяют определить химический анализ рабочего масла. К таким методам относятся спектрометрия, вискозиметрический анализ масла. Также были рассмотрены физико-химические показатели масла, их особенности. Их преимущества и недостатки будут изучены с целью определения наиболее подходящего подхода для создания нового прибора.

Ожидается, что по результатам исследования будет создан инновационный прибор для эффективного и непрерывного контроля качества масла авиационных двигателей, в результате чего повысит безопасность полетов и сократит затраты на техническое обслуживание авиационной техники.

ABSTRACT

Today, there are many laboratories that determine the chemical analysis of the oil used in aviation technology. However, there are emergency situations where it is necessary to quickly obtain data on the condition of the oil. With advanced technologies, a relevant proposal would be to introduce continuous monitoring of the working oil condition into the system.

This study will explore the possibility of creating a device that will continuously determine the quality of oil in aircraft engines. It is worth noting that timely monitoring of the oil condition is essential to ensure safety and reliability, and it will also help improve engine efficiency.

As part of the study, current and existing methods were considered that make it possible to determine the chemical analysis of the working oil. Such methods include spectrometry, viscosimetric analysis of oil. The physico-chemical parameters of the oil and their features were also considered. Their advantages and disadvantages will be studied in order to determine the most appropriate approach for creating a new device.

It is expected that, based on the results of the study, an innovative device will be created for effective and continuous quality control of aircraft engine oil, as a result of which it will increase flight safety and reduce the cost of maintenance of aviation equipment.

Мазмұны

Кіріспе	9
1 Авиациялық қозғалтқыштардың сипаттамалары, қозғалтқыш майларының физикалық-химиялық қасиеттері	10
1.1 Тікұшақтың авиациялық қозғалтқышының сипаттамалары	10
1.2 Майдың майлау қасиеттерін бағалау	12
1.3 Майдың химиялық талдауы	13
1.4 Майдың физикалық-химиялық талдауы	14
1.5 Майдың тозу өнімдері	17
1.6 Майларды талдау әдістері	18
1.7 Майлардың ластануы	20
1.8 Майлардың деградациясы	22
2 Авиациялық майды талдаудың қолданыстағы әдістеріне шолу	23
2.1 Спектральді талдау	23
2.2 Заттардың сәулелену немесе сіңіру спектрлерін анықтауға негізделген спектралдық талдау жұмысының алгоритмі	24
2.3 Спектрлік талдауға арналған аспаптар	25
2.4 Вискозиметриялық талдау	26
2.5 Майлардың кинематикалық тұтқырлығын өлшеу	30
2.6 Авиациялық қозғалтқыштардың майын спектральдық және визкозиметриялық талдауды салыстыру	31
3 Майдың сапасын анықтауға арналған аспаптың тұжырымдамасын әзірлеу	33
3.1 Онлайн режимінде майдың сапасын бақылау	33
3.2 Қатты күйдегі спектрлік детекторлар	34
3.3 Жұмыс істеу принципі	39
Қорытынды	40
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	41

КІРІСПЕ

Авиакөзгалтқыш – тікұшақ, ұшақ, зымыран және т.б. сияқты ұшу аппаратын тарту және ұшуды қамтамасыз ету үшін арнайы арналған күштік қондырғы. Айта кету керек, көзгалтқыш авиациялық техниканың басты және ажырамас құрамдас бөлігі болып табылады, себебі ол әр элемент маңызды рөл атқаратын күрделі техникалық жүйе болып табылады. Ұшу қауіпсіздігі мен әртүрлі міндеттерді орындау тиімділігі оның сипаттамалары мен сенімділігіне байланысты. Мысал ретінде айтсақ, көзгалтқыш оның барлық механизмдерін қозғалысқа келтіре отырып, керемет күшпен пульсацияланады. Көзгалтқыштың ұзақ қызмет етуі үшін элементтердің барлық бөліктерін май арқылы майлауды қамтамасыз ету қажет.

Май – үйкелетін беттерді майлай отырып, көзгалтқыштың әрбір бөлігінің бірқалыпты және тиімді жұмысын қамтамасыз ететін, үйкеліс пен тозудың алдын алатын маңызды субстанция болып табылады. Майдың арқасында металл компоненттері коррозиядан қорғалған, ал көзгалтқыш іркіліссіз үздіксіз жұмыс жасайды.

Тікұшақтарды пайдалану процесінде жағармай материалдарының сапасы бірте-бірте нашарлап келе жатқанын атап өту қажет, бұл көзгалтқыш бөлшектерінің мерзімінен бұрын тозуына және соның салдарынан авариялық жағдайларға әкелуі мүмкін. Осылайша, майдың сапасын жедел бақылауға арналған тиімді және қолжетімді аспапты әзірлеу маңызды ғылыми-техникалық міндет болып табылады.

Осыған байланысты, қатты денелік спектральдық детектор негізінде осындай құрал жасау мүмкіндігін қарастырған жөн. Бұл тәсіл құрылғы конструкциясының ықшамдылығын, сенімділігін және салыстырмалы қарапайымдылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, бұл тікұшақты пайдалану жағдайында қолданылатын аспаптарға қойылатын негізгі талаптар болып табылады.

1 Авиациялық қозғалтқыштардың сипаттамалары, қозғалтқыш майларының физикалық-химиялық қасиеттері

1.1 Тікұшақтың авиациялық қозғалтқышының сипаттамалары

Кез келген көліктің негізгі элементі қозғалтқыш болып табылады, өйткені ол энергияны механикалық күшке айналдыру жолмен қозғалысқа әкеледі, қозғалтқышсыз барлық көліктер немесе конструкциялар пайдасыз болар еді. Қазіргі уақытта әуе көліктері мысалға ұшақтар, тікұшақтар сияқты біздің өмірімізде маңызды рөл атқарады, себебі олар бізді алыс қашықтыққа жылжыту үшін уақытты үнемдейді және жеңілдетеді, ал тікұшақ негізінен төтенше жағдайларда, құтқару жұмыстарында, өрттерде, ормандарда, тауларда адамдарды іздестіруде пайдаланылады, онда қысқа мерзім ішінде адам өмірін сақтап қалу қажет. Тікұшақ маңызды конструкция болып табылатындықтан, оның қозғалтқышы – бұл конструкцияның басты құрамдас бөлігі, ол оның ұшу-техникалық сипаттамалары мен пайдалану мүмкіндіктерін айқындайды. Қозғалтқыштар әртүрлі, олардың түрлері қазіргі таңда өте көп, атап кеткен жөн, машиналарда, танктерде, ұшақтарда және т.б., көлікте тиімді жұмыс істеу үшін қозғалтқыштың дұрыс түрін пайдалануы және таңдауы міндетті түрде тиіс. Мысалы, тікұшақтардағы қозғалтқыш түрін таңдау бұл техникалық сипаттамаларға, салмақтық шектеулерге, экономикалық тиімділікке және басқаларға сәйкес келетін нақты міндеттерге байланысты. Тікұшақтарда орналатын қозғалтқыштар көбінесе турбовалды, турбовинтті, поршеньді ішкі жану қозғалтқыштары, турбореактивті және тағы басқалары, олардың өзара айырмашылықтары бар, оларды салыстыстырып, қысқаша сипаттамаса берсек:

Турбовалды қозғалтқыштар – аксиальды компрессоры және еркін турбинасы бар газ турбиналы қозғалтқыштар, онда оның басты функциясы мен мақсаты көтергіш бұранданың білігін айналдыру, яғни соның көмегімен тікұшақ ұшады. Бұл қозғалтқыштардың үлестік қуаты өте жоғары және әрине, сенімділігі өте жоғары, бірақ оның басқа қозғалтқыштардан ерекшелігі отынның жоғары шығыны болып табылады.

Турбовинттік қозғалтқыштар – турбовалдыға ұқсас болып келеді, былай айтқанда аналог сияқты, алайда еркін турбинаның орнына тартымды қалыптастыру мақсатында әуе винтін пайдаланады. Қуаты соншалықты үлкен болмаған кезде жоғары үнемділігімен және оның басты артықшылығымен ұшудың алыс қашықтығымен сипатталады.

Поршеньді ішкі жану қозғалтқыштары алғашқы тікұшақтарда қолданылатын болатын. Кемшілігі олардың меншікті қуаты төмен, алайда қарапайым және арзан конструкторлық жүйесінен құрылған.

Турбореактивті қозғалтқыштар негізінен ауыр көлік тікұшақтарының ұшуы мен маневрі кезінде қосымша тартуды қамтамасыз ету үшін қолданылады.

Редукторы бар турбовалды қозғалтқыштар немесе екінші атауы турбомоторлар – редуктордың нұсқасы болып келеді, мұнда турбинадан төмен айналу жылдамдығы редуктор арқылы тірек бұрандасына беріледі. Басты артықшылығы оның жоғары сенімділігі мен тиімділігі.

Тікұшақ үшін дұрыс қозғалтқышты таңдау тікұшақ техникасын әзірлеушілер мен инженерлердің алдында тұрған түйінді міндеттердің бірі әуе кемесін пайдаланудың қауіпсіздігі мен тиімділігін айқындайтын аса маңызды фактор болып табылады.

Біріншіден, қозғалтқыш тікұшақтың қажетті ұшу-техникалық сипаттамаларын қамтамасыз ету үшін жеткілікті қуатқа және тартымға ие болуы тиіс. Қозғалтқыштың жеткіліксіз қуаты пайдалы жүктемені шектеуге немесе қауіпсіздікке әлеуетті қатер төндіретін жекелеген маневрлерді жасау мүмкін еместігіне әкелуі мүмкін.

Екіншіден, тікұшақ техникасы климаттық жағдайлардың кең ауқымында, көбінесе күрделі географиялық аудандарда пайдаланылады. Сондықтан қозғалтқыш жоғары немесе төмен температуралардың, ылғалдылықтың, қоршаған ортаның шаңдануының және басқа да қолайсыз факторлардың әсеріне төзімді болуы тиіс.

Үшіншіден, қозғалтқыштың салмақтық габариттік сипаттамалары бойынша оңтайландырылуы да маңызды. Борттық жабдықты орналастыру және салмағы бойынша шектеулер тікұшақтардың негізгі конструктивтік ерекшеліктерінің бірі болып табылады.

Қозғалтқыш түрін таңдау тікұшақтың құрастырылуын, авиациялық қасиеттерін және пайдалану бағасын сипаттайтын негізгі шарт болып саналатын талдадық. Ең аз көлемде және салмақта едәуір қуатты қамтамасыз ететін турбовалды және турбореактивті қозғалтқыштар неғұрлым перспективалы болып табылады. Осы авиациялық қозғалтқыштардың қасиеттерін талдасақ, яғни қуатын, салмағын, өлшемдерін, бес қозғалтқыштардың ішінен қуаты ең мықтысы турбореактивті, оның салмағы да ауыр болып келеді. Бірақ, осы қозғалтқыштардың ең көп қолдатынатыны бұл турбовалды және турбовинтті, себебі конструкциясы бойынша олар қарапайым болып келеді, бағасы да тиімді.

Қозғалтқыштардың салыстыруы 1.1 кестеде шамамен көрсетілген болатын.

Кесте 1.1 – Әр түрлі типтегі авиациялық қозғалтқыштардың қуаты және олардың шамамен өлшемдері мен салмағы

№	Қозғалтқыштардың түрлері	Қуат, кВт	Салмақ, кг	Өлшемдері
1	Поршеньді ішкі жану қозғалтқыштары	75 кВт бастап 750 кВт дейін	150-500 кг	Ұзындығы 1-2 м, диаметр 0,5-1 м
2	Турбовинтті	375 кВт бастап 7500 кВт дейін	500-3000 кг	Ұзындығы 2-4 м, диаметр 1-2 м
3	Турбовалды	40 кВт бастап 37000 кВт дейін	100-5000 кг	Ұзындығы 1-5 м, диаметр 0,5-2 м
4	Редукторы бар турбовалды қозғалтқыштар	750 кВт бастап 3750 кВт дейін	500-2000 кг	Ұзындығы 2-4 м, диаметр 1-2 м
5	Турбореактивті	15000 кВт бастап 75000 кВт дейін	2000-10000 кг	Ұзындығы 3-6 м, диаметр 1,5-3 м

Бұл мәндердің шамалас болып келетінін атап кеткен жөн. Кестеде көрсетілген мәндер қозғалтқыштың нақты моделінен, оның алдына қойылған мақсатына, сонымен қатар өндірушісіне байланысты өзгеретінін атап өткен жөн. Бұдан басқа, жаңа материалдар мен технологияларды пайдалана отырып, қазіргі және ескі қозғалтқыштарды салыстырсақ, қазіргі таңдағы қозғалтқыштар, былай айтқанда заманауи қозғалтқыштардың және ескі модельдердің қуаттары бірдей болғанымен, олардың салмағы аз, өлшемдері шағын, тиімді болып келеді.

Бүгінгі таңда тікұшақтарды құрастыру кезінде негізінен турбовинттік және турбовинттік үлгідегі газтурбиналық қозғалтқыштар пайдаланылады. Өйткені осы қозғалтқыштар күштік қондырғының салыстырмалы аз салмағы кезінде жоғары қуатты, жақсы ұшу-техникалық сипаттамаларымен қамтамасыз етеді. Екі типтің жұмыс істеу принципі осы энергияның бір бөлігін пайдалы механикалық жұмысқа айналдыратын турбинаны айналдыру үшін жанған отынның энергиясын пайдалануға негізделген.

Турбовальды қозғалтқыштың негізгі элементтері – кіру ауа жинағышы, компрессор, жану камерасы, турбина және шығу қраны. Жұмыс істеу принципі, алдымен атмосфералық ауаның компрессорда қысылуымен, содан кейін жану камерасында қыздырылуымен және шашыраңқы отынмен араласуымен негізделеді. Жану кезінде пайда болған ыстық газдар турбинаның қалақтарынан жоғары жылдамдықпен ағып, оған айналу сәтін

хабарлайды. Газ ағынынан турбина алатын энергияның бір бөлігі білік құбыры арқылы компрессордың жұмысын ұстап, оның айналуына беріледі. Энергияның қалған бөлігі тікұшақтың көтергіш винті білігінің айналуы үшін алынады.

Турбовинтті және турбовинтті қозғалтқыш негізінен бір-біріне ұқсас, бірақ басты ерекшелігі-бұл қосымша турбина мен винтовинаның болуы. Қозғалтқыштың осы типінде ыстық газдар тек компрессорлық қана емес, сонымен қатар редуктор арқылы айналу сәтін әуе винтінің айналуына беретін екінші еркін турбинаны да айналдырады. Мұндай конструкция газ турбинасының айналу жиілігіне қарамастан оңтайлы айналымдарда жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Аз жылдамдықтағы пайдалы әсердің жоғары коэффициенті турбовинттік қозғалтқыштардың басты артықшылығы болып табылады, өйткені ол ұшу, іліну және маневр жасау кезінде маңызды рөл атқарады. Егер жоғары тартымды және жылдам жылдамдықты қамтамасыз ету қажет болса, онда, әрине, тұрақты жылдамдықпен ұшу режимі үшін өте қолайлы турболвалдық қозғалтқыштарды қолданған дұрыс, онда ұшудың негізгі режимі қашықтыққа. Сондықтан, алдымен тікұшақ моделінің мақсатын, ұшу сипаттамасын анықтау, содан кейін шешіп, қажетті күш беретін қондырғыны таңдау өте маңызды.

Газ турбиналы қозғалтқыштардың басты артықшылығы ол отынның әртүрлі түрлерінде, яғни авиациялық керосин болсын, бензин не сұйытылған табиғи газ, соларда жұмыс істеу мүмкіндігі болып табылады. Бұндай қозғалтқыштарды қолдану, оның икемділігін арттырады және әлемнің түрлі өңірлерінде тікұшақтарды пайдалануды жеңілдетеді.

1.2 Майдың қасиеттерін бағалау

Тікұшақтың авиақозғалтқышы төтенше жағдайларда, жоғары температуралар мен үлкен жүктемелер кезінде жұмыс істейтіндіктен, оның көптеген жоғары дәлдіктегі бөлшектер мен тораптардан тұратынын ескеру қажет, бұл күштік қондырғы өте күрделі механизм болып табылады. Қозғалтқыштың жұмыс істеуі үшін оңтайлы жағдайлар жасау, сондай-ақ сенімділік пен тиімділікті, барлық қондырғылардың басты сипаттамаларын қамтамасыз ету үшін оның барлық қозғалмалы бөліктерін маймен майлауды қамтамасыз ету қажет. Өйткені, сапалы және дұрыс таңдалған, таңдалған май тікұшақтың авиақозғалтқышының жұмысқа қабілеттілігі мен жұмысының қысымдылығын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

Біз білетіндей, май қозғалтқыштың жұмысында көптеген маңызды функцияларды атқарады, біріншіден, ол бөлшектер арасындағы үйкелісті төмендетеді, нәтижесінде бұл олардың мерзімінен бұрын тозуын болдырмайды, екіншіден, май барынша жүктелген тораптардан жылу

шығарады, нәтижесінде бөлшектерді коррозия мен ластанудан қорғай алады. Қозғалтқыштың қуаты, отын үнемділігі, сенімділігі және ресурсы сияқты көрсеткіштер майдың сипаттамасына тікелей байланысты екенін атап өткен жөн.

Тікұшақтың авиақозғалтқышының ұшу жүйелерінің тұрақты өзгерістерімен, елеулі шамадан тыс жүктемелермен, сондай-ақ пульсациялармен ұштасқан қызметінің ерекшелігі майдың жұмыс қасиеттеріне жоғары жағдай жасайды. Ол температураның кең спектрінде өзінің майлау ерекшеліктерін ұстап тұруға, айтарлықтай термоқышқылға төзімді болуға, тамақ өнімдерінің тозуын, сондай-ақ қоқыстануын өнімді жоюға міндетті.

Егер майларды сапасыз пайдаланатын болса немесе оны уақытылы ауыстырмайтын болса, онда бұл мойынтіректерді, цилиндрлердің жүктерін, май сорғысының және қозғалтқыштың басқа да сыни тораптарының істен шығуын, қарапайым сөзбен айтқанда, күрделі салдарларға әкелуі мүмкін. Бұл өз кезегінде қуатты қондырғының істен шығуына және авиациялық апаттарға алып келеді.

1.2 суретте қозғалтқыш майының тамшы үлгілері келтірілген. Сары және ашық түсті майлар оның қалыпты жұмыс жағдайын білдіреді, бірақ майдың түсу қараңғылана бастаса, онда міндетті түрде талдау жүргізіп, майды ауыстыру керек, ал май қара-қоңыр және қара түске жеткенде, онда тез арада қозғалтқыш майын ауыстыру керек.



Сурет 1.2 – Қозғалтқыш майының тамшы үлгілері

1.3 Майдың химиялық талдауы

Техникалық майлар жылуды және тозу өнімдерін бұру функциясын қатар орындай отырып, әртүрлі машиналар мен механизмдердің үйкеліс тораптарында үйкелісті азайтуға арналған. Қолдану саласына байланысты:

- іштен жану қозғалтқыштарына құйылатын мотор майлары;
- гидрожүйелерде жұмыс сұйықтығының рөлін орындайтын гидравликалық майлар;
- редукторлар мен беріліс қораптарының жұмысын қамтамасыз ететін трансмиссиялық және редукторлық майлар;

- майлау, консервациялау, тығыздау, салқындату, өңдеу қалдықтарын шығару функцияларын орындай отырып, әртүрлі машиналар мен тетіктердің жұмысын қамтамасыз ететін индустриялық майлар.[1]

Пайдалану процесінде май қартаюы, тозу өнімдерімен ластануы мүмкін, сондай-ақ майлардың қасиеттерінен ол қартаюы мүмкін, дегенмен су, отын және басқа да элементтер түскен кезде майдың химиялық құрамы өзгеруі мүмкін, осы зардаптардың барлығы майлау және коррозияға қарсы қасиеттерін нашарлатады. Бұл салдарлар жабдықтың авариялық істен шығуына әкеледі. Майдың және майлардың сапасын үнемі міндетті бақылау және тексеру болашақта апаттарды және жағымсыз жағдайларды болдырмауға көмектеседі.[1]

Майдың сапасын бақылау майдың химиялық құрамдас бөліктерін анықтауды емес, майдың басты пайдалану көрсеткіштерін аналитикалық химия әдістерімен анықтауды білдіретін майды химиялық талдау көмегімен жүргізіледі. Мұндай контексте майды химиялық талдау мынадай стандарттарға сәйкес майдың негізгі көрсеткіштерін айқындауды қамтиды:

- МЕМСТ 5985-79 - қышқылдығын және қышқыл санын анықтау;
- МЕМСТ 30050-93 - жалпы сілтілік санды анықтау;
- МЕМСТ 11362-96 немесе МЕМСТ 29255-91 - бейтараптандыру санын анықтау;
- МЕМСТ 6307-75 – суда еритін қышқылдар мен сілтілердің болуын анықтау;
- МЕМСТ 1461-75 – күлділігін анықтау;
- МЕМСТ 12417-94 (ИСО 3987-80) - сульфат күлінің мөлшерін анықтау;
- МЕМСТ 1431-85 - күкірт мөлшерін анықтау;
- МЕМСТ 2477-65 - судың құрамын анықтау.[1]

Білікті қызметкерлер қажетті стационарлық жабдық болған кезде майдың химиялық талдауын, нақтырақ айтқанда аталған МемСТ-тармен ұсынылған аналитикалық химияның көмегімен жүргізеді. Стационарлық жабдықтар мен зертханалар негізінен ірі компанияларда, кәсіпорындарда бар, минус бұл химиялық зертханалар шағын және орта кәсіпорындарда құрылмайды. Мысалы, егер сізде қаладан алыс жерде өз тікұшағыңыз болса, және сіз өз майыңыздың қандай көрсеткіштерін немесе оның қандай күйін білгіңіз келеді, онда сізге зертханаға барып, майдың сынамаларын тапсыру қажет болады, одан әрі сіздің кезегіңіз бен нәтижелеріңіздің жауабын бірнеше күн күту, өйткені майдың толық химиялық талдауы көп еңбекті қажет етеді, бұл сіздің уақытыңызды үнемдеуге жұмсайды. Сондықтан, егер бар болса, тестілерді жедел талдау сізге уақыт пен жүйкені сақтап, үнемдейді, мұндай жылдам талдау сізге ағымдағы физикалық-химиялық көрсеткіштерді, қоспалардың немесе металдардың көрсеткіштерін анықтауға, нақтырақ айтсақ, сізге майдың ағымдағы жағдайын көрсетуге мүмкіндік береді.[1]

Осындай көрсеткіштердің бірі майдың тозуымен, оның қышқылдығының артуымен және тозу өнімдерімен, күйелермен, отынмен, сумен және т.б. ластануымен мәні ұлғаятын диэлектрлік тұрақты май болып табылады.

1.4 Майдың физика-химиялық талдауы

Майдың өзінің физикалық-химиялық көрсеткіштері, арнайы жабдықтың көмегімен анықталады, басты көрсеткіштерді атап кетсек:

+ 15 ÷ 20 ° С температурада кг/м³ өлшенетін тығыздық. Базалық майдың құрамына және қосындылардың болуына байланысты өнеркәсіптік майлардың тығыздығы 700 ÷ 950 кг/м³ диапазонда болады[2].

Ағымдылықты сипаттайтын тұтқырлығы немесе басқаша – майдың тығыздық дәрежесі. Кинематикалық тұтқырлығы - мм²/сек (сантистокс, сSt) бірліктерінде + 40 ° С және + 100 ° С анықталатын майдың ағымдылығы және Па * с өлшенетін бір-бірінен белгілі бір қашықтықта қозғалатын майдың екі қабатының өзара жылжуына динамикалық тұтқырлығы $P = 10^{-3} * \text{Па} * \text{с}$).[2]

Тұтқырлық индексі – тұтқырлықтың температураға тәуелділігін сипаттайтын өлшемсіз көрсеткіш. Тұтқырлық индексі неғұрлым үлкен болса, майдың тұтқырлығы температурамен соғұрлым аз өзгереді және тиісінше майдың сапасы жоғары болады.[2]

Майдың температуралық көрсеткіштері:

Тұтану температурасы – майдың көмірсутек буларының шоғырлануы сыртқы от көзінің әсерінен тұтану үшін жеткілікті болатын температура. Ашық немесе жабық тигельде анықталады және майда тез қайнайтын фракциялардың болуын сипаттайды. Пайдаланылатын майдың тұтану температурасының едәуір төмендеуі (180 ° С төмен) майдың отынмен араласуы туралы белгі береді.

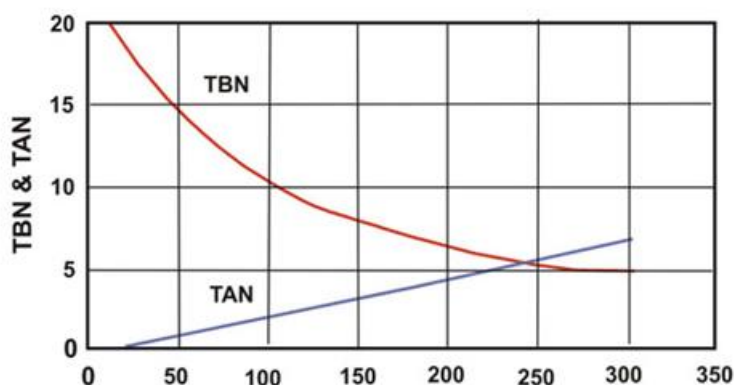
Тұтану температурасы – майдан алынатын көмірсутек буларының шоғырлануы сыртқы от көзінің әсерінен және кемінде 5 секунд бойы жану үшін жеткілікті болатын температура. Ашық тигельде анықталады және әдетте тұтану температурасынан 10 ÷ 50 ° С асады.

Қату температурасы – май ауырлық күші өрісінде өзінің ағымдылығын толық жоғалтатын температура. Ол майлау жүйесінде майды айдау температурасынан 5-7 ° С төмен болуы қажет.

Жалпы сілтілі сан (TBN) - майдың бейтараптандыру қасиеттерінің қорын сипаттайтын көрсеткіш және жуу-диспергирлеу қоспаларын қосумен қамтамасыз етіледі. Сілтілік сан неғұрлым көп болса, майдың тотығуы және отынның жануы кезінде пайда болатын қышқылдар соғұрлым көп

бейтараптандырылуы мүмкін. Алайда диагностикалық мақсаттар үшін жалпы сілтілік санның мәні емес, майды пайдалану шамасына қарай оның азаю жылдамдығы маңызды. [2]

Жалпы қышқыл саны (TAN) – гидравликалық майларға жататын және қозғалтқыштың үйкеліс жұбының коррозиясы мен тозу қарқындылығының ұлғаюын тудыратын өнімдер майының болуын сипаттайтын көрсеткіш. Майдың тотығуы пайдалану шамасына қарай жалпы қышқыл санының ұлғаюына және тиісінше майдың коррозиялық агрессивтілігінің ұлғаюына әкеледі. Жұмыс процесінде сілтілік және қышқылдық санның өзгеруі 1.4 суретте көрсетілген. [2]



Сурет 1.4 – Жұмыс процесінде сілтілік және қышқылдық санның өзгеруі

Булану – майдың булануға бейімділігін сипаттайтын көрсеткіш. Майдың булануы жоғары температура әсерінен майдың жеңіл фракцияларының ұшып кетуіне байланысты. Синтетикалық майлар төмен буланушылықпен ерекшеленеді және тиісінше отқа және құюға майды аз талап етеді.

Трибологиялық қасиеттері – тозуға қарсы, тозуға қарсы және антифрикциялық қоспалардың майларындағы болуы мен тиімділігін сипаттайтын көрсеткіштер кешені.

Механикалық қоспалардың салмақтық үлесі – майдың шығу тегі әртүрлі өлшенген бөгде бөлшектермен (тозу өнімдері, құм, шаң және т.б.) ластануын сипаттайтын көрсеткіш.

Қоспалардың массалық үлесі мына формула бойынша есептеледі:

$$\omega(\text{қоспалар}) = \frac{m(\text{қоспалар})}{m(\text{үлгі})} \cdot 100\%$$

Мұндағы m – қоспаның және үлгінің массасы, г;

ω – қоспалардың салмақтық үлесі, %.

Майды пайдалану процесінде оның физикалық-химиялық көрсеткіштері міндетті түрде, уақыт өте келе төмен болады, бұл жабдықтың апаттық істен шығуына әкелуі мүмкін. Мысалы, кемелік дизельдер үшін «ақаулық» деп аталатын көрсеткіштер қабылданған, оларға жеткен кезде май міндетті түрде ауыстырылуға тиіс:

- тұтқырлығы мен тұтану температурасы 20% -дан астам төмендеген кезде;
- 1 г майға 0,5 мг КОН-дан жоғары қышқыл саны ұлғайған кезде - баббит ішпектері бар мойынтіректерге 1 г майға 2,5 мг КОН-ден жоғары;
- орташа және жоғары айналымды дизельдер үшін – механикалық қоспалардың пайыздық құрамы 1% -дан астам және аз айналымды дизельдер үшін – 1,5% -дан астам ұлғайған кезде;
- судың пайыздық құрамы 0,5% -дан жоғары ұлғайған кезде;
- отынның пайыздық құрамы 3% -дан жоғары болған кезде.[2]

Майдың физикалық-химиялық көрсеткіштерін анықтау зертханалық жағдайларда майды физикалық-химиялық талдау әдістерімен жүргізіледі. Бұл ретте әрбір көрсеткіш тиісті МЕМСТ талаптарына сәйкес өз әдістемесі бойынша айқындалады, бұл ақыр соңында зертханалық жабдықтар мен реактивтердің кең жиынтығын, сондай-ақ мамандардың жоғары біліктілігін талап етеді. [2]

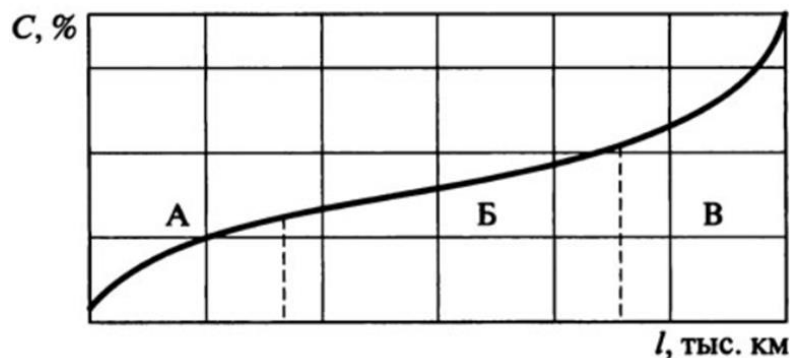
Майдың зертханалық физикалық-химиялық талдауы ақпараттың сөзсіз толықтығы кезінде өнеркәсіптік жабдықты бақылаудың негізгі талаптарына - нәтижелерді берудің жеделдігіне және тікелей жабдықты орнату орны бойынша талдау жүргізуге жауап бермейді. [2]

1.5 Майдағы тозу өнімдері

Майлау майларының негізгі мақсаты бір-біріне қатысты қозғалатын түйісетін бөлшектер арасындағы үйкелісті азайту болып табылады. Майлардың көмегімен үйкелісті ең төменгі мәнге дейін оңтайландыруға болады, бірақ нөлге дейін төмендемейді. Нәтижесінде қалдық үйкеліс күштерінің әсерінен майдың тозу өнімдерімен бітелуімен бірге үйкеліс бөліктерінің беттерінде тозу пайда болады. [3]

Тозған өнімдер майдың сапалық сипаттамаларын нашарлатады, сондықтан олардың концентрациясын бақылау және оны рұқсат етілген максималды мәндермен салыстыру өте маңызды. Бірақ майдың сапасына теріс әсер етумен қатар, майдағы тозу өнімдері пайдалы диагностикалық ақпарат береді - олардың химиялық құрамы мен концентрациясы, сондай-ақ тозу бөлшектерінің түрі мен мөлшері бойынша ең тозғанын анықтауға болады. құрамдас бөліктер немесе бөлшектер, сондай-ақ ақаудың түрі мен даму тереңдігі. [3]

Мұнайдағы белгілі бір металдың концентрациясының күрт артуы осы металдан жасалған бөліктің немесе жинақтың тез тозғанының дәлелі болып табылады. Тәжірибе көрсеткендей, металдар концентрациясының айқын жоғарылауы әдетте бөліктің жергілікті бұзылуының басталуынан 100-150 сағат бұрын байқалады. Майдағы тозу өнімдерінің жинақталу динамикасы 1.5 суретте көрсетілген.



Сурет 1.5 – Майдағы тозу өнімдерінің жинақталу динамикасы: А - май жұмысының бастапқы кезеңі; Б - тозу өнімдерінің С шоғырлануын тұрақтандыру учаскесі (қалыпты тозу); В - апаттық тозу учаскесі

1.5 кестедегі іштен жану қозғалтқышының мысалында майдағы тозу өнімдерінің қандай диагностикалық ақпаратқа ие екенін қарастырайық. ІЖҚ тозу өнімдерінде жиі байқалады: алюминий, сурьма, бор, хром, күміс, темір, қорғасын, кремний, мыс, қалайы, олардың жоғары құрамы бойынша біз қандай да бір бөлшектердің, тораптардың немесе жүйелердің жоғары тозуы немесе ақаулары туралы айта аламыз.

Кесте 1.5 – Тозу өнімдеріндегі элементтердің жоғары шоғырлануы және олардың пайда болу себептері

N	Тозу өнімдеріндегі элементтің жоғары шоғырлануы	Себеп
1	Алюминий, Al	Алюминий поршеньдерінің тозуы
2	Бор, B	Май салқындатқыштағы ағып кетулер
3	Хром, Cr	Салқындату жүйесінің қақпақтарындағы май тығыздағыштарының ақауы немесе жарықтар. Хром сақиналарының немесе втулкалардың тозуы
4	Мыс Cu және қорғасын Pb	Бір немесе бірнеше мыс қорғасын мойынтіректерінің тозуы
5	Мыс Cu және қалайы Sn	Шатунның жоғарғы басының қола втулкалардың тозуы
6	Темір, Fe	Цилиндрлік төлкелердің, поршеньді сақиналардың немесе поршеньдердің тозуы
7	Темір Fe және кремний Si	Ауа сүзгісінің зақымдануы
8	Күміс Ag	Мойынтіректердің тозуы

Тозу өнімдеріндегі әрбір элемент үшін өзінің шекті рұқсат етілген мәні болады, ол бөлшектердегі химиялық элементтің пайыздық құрамымен, жабдықтың типімен, пайдалану режимімен, пайда болатын ақаудың табиғатымен айқындалады.

1.6 Майларды талдау әдістері

Майды пайдалану процесінде оның пайдалану сипаттамалары тозу есебінен де, майдың тозу өнімдерімен, сумен, күйемен және т.б. ластануы есебінен де сөзсіз нашарлайды. Осы ластану өнімдерін талдау майдың сыртқы ластану көздері, пайдалану шарттары, жабдықтың үйкелетін компоненттерінің жай-күйі мен тозу дәрежесі туралы өте пайдалы ақпарат береді.[4]

Диагностикалық ақпараттың маңыздылығы мен дұрыстығын ескере отырып, бүгінгі күні тозу өнімдерін талдау жабдықты бұзбайтын бақылаудың тұтас бағытына бөлінген және тозу өнімдерінің элементтік құрамы бойынша майды талдаудың бірқатар әдістерінің көмегімен практикада іске асырылуда.

Тозу өнімдеріндегі белгілі бір металдың жоғары концентрациясы осы металдан жасалған бөлшектердің немесе тораптардың тозуының жоғарылауын көрсетеді. Жабдықта бір металдан жасалған бірнеше бөлшектер

немесе түйіндер бірден болуы мүмкін болғандықтан, жалпы жағдайда АПИ нәтижелері интегралды болып табылады, жалпы тозуды көрсетеді және нақты тозған бөлікті немесе түйінді дәл анықтауға мүмкіндік бермейді. Мәселен, мысалы, ішкі жану қозғалтқышының майындағы Темірдің жоғарылауы клапан механизмінің бағыттаушыларының, иінді біліктің тұрақты шайбаларының, иінді және негізгі төсемдердің және т. б. тозуының жоғарылауынан туындауы мүмкін. [4]

Сүзгімен жабдықталған майлау жүйелеріндегі тозу өнімдерінің концентрациясы майдың қызмет ету мерзіміне байланысты емес, сондықтан қозғалтқыш бөлшектерінің тозу қарқындылығын сенімді түрде көрсетеді. Тозу өнімдерінің концентрациясының жоғарылауы уақыт өте келе майды сүзгісіз майлау жүйелерінде ғана байқалады. [4]

Талдау үшін май сынамалары тозу өнімдері суспензияда болған кезде және бүкіл көлемге біркелкі бөлінген кезде ғана жұмыс істейтін агрегаттар кезінде таңдалады.

Бақыланатын элемент концентрациясын анықтауға негізделген колориметриялық әдіс зерттелетін ерітіндінің бояуын элементтің белгілі концентрациясымен стандартты ерітіндінің бояуымен салыстыру жолымен. Бұл әдіс үлкен еңбек сыйымдылығымен және ерітінді дайындаудың күрделілігімен ерекшеленеді, сондықтан тәжірибеде өте сирек қолданылады.

Сынамалы тамшылатып электродты сыналатын ерітіндіге батыру кезінде ток күші мен кернеуді өлшеуге негізделген полярографиялық әдіс. Бұл әдісті қолдану сондай-ақ көп еңбек сыйымдылығымен және ерітінді-электролиттерді дайындаудың күрделілігімен шектеледі.

Магниттік индукцияның индуктордың ішіне орнатылған және Катушка арқылы өтетін токтың өзгеруіне әкелетін үлгідегі тозу өнімдерінің концентрациясына тәуелділігіне негізделген магниттік-индуктивті әдіс. Бұл әдіс агрегатты өңдеу немесе апатқа дейінгі бұзу кезеңдерінде байқалатын темірдің үлкен концентрациясында тиімді.

Май сынамасын нейтрондар ағынымен сәулелендіруге негізделген радиоактивациялық әдіс, содан кейін тозу өнімдерінің радиоактивтілігін тіркеу.

Майларды талдаудың жоғарыда аталған әдістерінің жалпы кемшілігі-эмбебаптығы жоқ және талдау процесін автоматтандыру мүмкіндігі жоқ қол жабдықтарын пайдалану.

Май сынамасын вольт доғасымен сәулелендіруге негізделген спектрографиялық әдіс, содан кейін сәулеленудің тозу элементтерінен жеке спектрлерге ыдырауы. Бұл әдіс алдыңғы әдістердің кемшіліктерінен айырылған және минималды концентрацияда 32 элементті анықтай алады

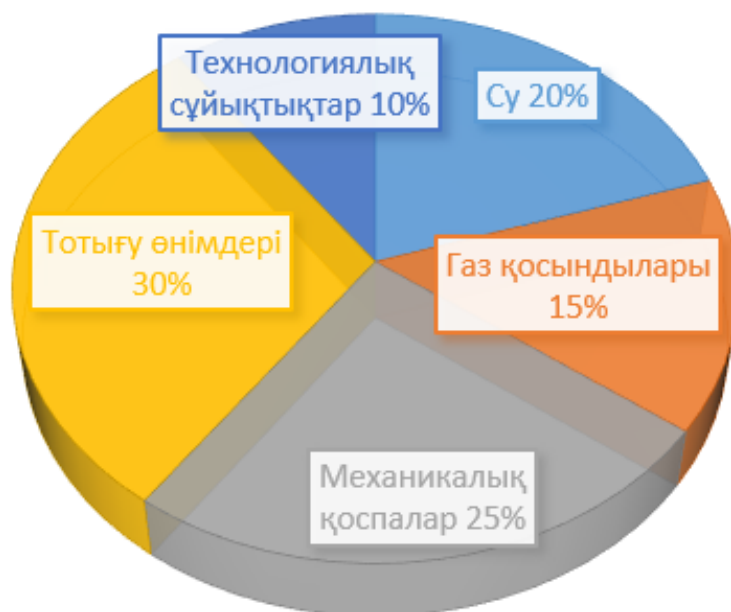
(тозу өнімдерінде болуы мүмкін. Бұл жағдайда өлшеу процедурасы бірнеше минутты алады.[4]

Майдың сынамасын вольтты доғамен сәулеленуге негізделген спектрографиялық әдіс, кейіннен тозу элементтерінен жекелеген спектрлерге сәулеленуді ыдырату. Бұл әдіс алдыңғы әдістердің кемшіліктерінен айырылған және ең аз шоғырланудағы (тозу өнімдерінде болуы мүмкін элементтерге дейін) 32-ге дейін анықтауға қабілетті. Бұл ретте өлшеу рәсімі бірнеше минутты алады. Майларды талдаудың спектрографиялық әдісі екі тәсілмен жүргізіледі:

- a) сынаманы алдын ала күлдендірумен;
- b) сұйық сынаманы тікелей талдаумен жүргізіледі.[4]

1.7 Майлардың ластануы

Майлау майларын пайдалану барысында олардың жұмыс сипаттамалары майлардың химиялық құрамының әртүрлі ластанулармен өзгеруі есебінен сөзсіз нашарлайды. Майларды ластаудың негізгі көздері 1.7 суретте диаграмма ретінде көрсетілген.



Сурет 1.7 – Майларды ластаудың негізгі көздері

Майдың сумен қатты ластануы майдың сапасын айтарлықтай нашарлатады. Су майдағы тотығу процестерін бастайды және тотығу процестерін айтарлықтай жылдамдатады. Судың қатысуымен электрлік разрядтың импульсі есебінен майлайтын бөлшектердің бетінен металл бөлшектерін жұлып алу – электр эрозиясы болуы мүмкін, ал теріс температура жағдайында қатқан су жұмыс беттерінің тозуының қосымша абразивтік көзі

болып табылады. Судың майдың негізгі көрсеткіштерін төмендететін микроорганизмдердің тіршілік етуі мен көбеюінің қолайлы ортасы болып табылатынын да ұмытпау керек.

Майдың газбен ластануы атмосфералық ауаны, технологиялық газдарды, сондай-ақ майда өтетін химиялық реакциялардың газ тәрізді өнімдерін қамтиды. Атмосфералық ауаның әсерінен ерімейтін жауын-шашын түзіле отырып, тотығу процестері күшейтіледі, ал басқа газдардың әсерінен май компоненттерімен әртүрлі химиялық реакциялар, сондай-ақ майланатын беттерге қиратушы әсер ететін кавитация байқалуы мүмкін.

Майда механикалық қоспалардың пайда болуы жұмыс беттерінің тоттану және тозу процестерімен, қатты өнімдердің пайда болуымен майдағы химиялық реакциялармен, тығыздау элементтерінің бөлшектерінің сынуымен, шаң мен құмның түсуімен және т.б. байланысты. Механикалық қоспалар майды неғұрлым қауіпті ластаушылар санатына жатады, өйткені жанасатын беттердің абразивтік тозуын едәуір күшейтеді.

Жоғары температуралардың әсерінен майның тұрақсыз көмірсутектері қышқылдардың, шайырлардың, асфальтендердің, карбендердің және т.б. зиянды өнімдердің пайда болуына әкелетін тотығу реакциясына түседі. Майдың жалпы химиялық құрамына белгілі бір уақыт өткеннен кейін ғана елеулі әсер ететін реакциялардың басқа да түрлері орын алады. Мұндай химиялық өзгерістер майдың «қартаюы» деп аталады. Майлардың технологиялық сұйықтықтармен немесе отынмен ластануы да майлардың физикалық-химиялық қасиеттерінің нашарлауына әкеледі.

Майды сынау оның сапалық көрсеткіштерін анықтау мақсатында жүргізіледі және мынадай түрлерді қамтиды: майды зертханалық, стендтік және пайдалану сынақтары.

Майды текшелік сынау майдың бір немесе бірнеше пайдалану параметрлері бойынша сәйкестігін анықтау мақсатында жүргізіледі. Сынақ атауының өзінде көрсетілгендей, торап немесе агрегат жұмысының нақты жағдайларын модельдейтін арнайы стендте жүргізіледі. Сынақтардың нақты нәтижелерін алу үшін стендтерге нақты машиналар мен механизмдердің тораптары мен бөлшектері орнатылады.

Майды пайдалану сынағы нақты машинаны немесе механизмді пайдаланудың нақты жағдайларында жүргізіледі. Бұл ретте майдың барлық пайдалану қасиеттері ғана емес, сонымен қатар қосалқы бөлшектердің шығынын, майдың шығынын, жөндеу санын және т.б. қоса алғанда, машинаны пайдаланудың барлық басты параметрлері бақыланады. Майды пайдалану сынақтары барынша сенімді нәтижелер алу үшін бірнеше жыл бойы әртүрлі техниканың көптеген бірліктерінде жүргізілуі мүмкін.

1.8 Майлардың деградациясы

Кез келген майлайтын май базалық синтетикалық немесе минералды майдан және майдың ерекше қасиеттерін қамтамасыз ететін қоспалар жиынтығынан тұратыны белгілі. Және жалпы жағдайда, майдың тозуы туралы айтқанда, үш құрамдас бөліктің: сыртқы және ішкі көздерден майдың ластануы, базалық майдың тотығуы және қоспалардың сарқылуы сомасын түсінеді.

Пайдалану барысында майдың сырттан шаңмен, сумен, отынмен, күйемен, технологиялық сұйықтықпен және т.б. ластануы байқалуы мүмкін. Майды ластаудың ішкі көздері де бар: үйкелетін бөлшектердің тозу өнімдері, базалық майдың тотығу өнімдері, қосылған қоспалардың элементтерімен химиялық реакциялардың өнімдері және т.б. Сыртқы және ішкі ластанулардың жиынтық әсері майдың пайдалану сипаттамаларының нашарлауына және ақыр соңында майдың тозуына әкеледі.[5]

Базалық майдың тозуы немесе тотығуы қышқылдар (майдың жалпы қышқыл саны артады) және тұнбаға түсетін ерімейтін тұздар түзіле отырып, атмосфералық оттегінің әсерінен болады. Оның үстіне, тотығу кезінде майдың химиялық құрамының апатты өзгеруінен басқа, металл беттерінде үйкеліс сипатын айтарлықтай өзгертетін, сондай-ақ сүзгілердің бітелуіне, майлы саңылаулардың шектелуіне және техникалық іркілістердің басқа да факторларының пайда болуына ықпал ететін күйік, лак пленкалары және көмір шөгінділері пайда болады. Уақыт өте келе майдың (базалық) тозу деңгейіне жол берілмейді және май міндетті түрде ауыстырылуға жатады.[5]

Майға арналған телімдер - майға қажетті пайдалану қасиеттерін беретін синтетикалық химиялық қосылыстар. Жуу құралдары, диспергаторлар, қоюлатқыштар, тозуға қарсы агенттер, коррозия ингибиторлары – бұл оның тиімділігін арттыру мақсатында базалық майға енгізілетін көптеген қоспалардың кейбірі ғана. Уақыт өте келе тұнбалар азаяды және май коррозиялық қорғауды, жуу-диспергирлеу және тотығуға қарсы функцияларды және т.б. орындаудың мүмкін еместігі тұрғысынан тозады.[5]

Майдың тозу деңгейін бақылау роторлық жабдықты пайдалану кезіндегі басты міндеттердің бірі болып табылады. Майдың негізгі көрсеткіштерінің трендтерін құра отырып, оның сапасын мерзімді талдау майды уақтылы ауыстыруға мүмкіндік береді және сол арқылы жабдықтың апатсыз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

Қорытындылай келе, жүргізілген зерттеу нәтижесінде мотор майларының техникалық жай-күйі мен сапасын бақылау тікұшақ техникасының авиациялық қозғалтқыштарының сенімділігі мен ресурсын қамтамасыз етудің негізгі элементі болып табылатыны анықталды.

Тұтқырлық, қышқылдық және сілтілік сандар көрсеткіштерін, бөлшектердің тотығу және тозу өнімдерінің құрамын анықтауды қамтитын мотор майларының пайдалану қасиеттерін кешенді химиялық-физикалық талдау әдістемесі әзірленді. Пайдаланудың әртүрлі кезеңдерінде мотор майларының құрылымдық-топтық құрамына салыстырмалы талдау жүргізілді.

Қозғалтқыштар жұмысының температуралық-жүктемелік режимдерінің әсерінен мотор майларының компоненттік құрамы мен физикалық-химиялық сипаттамаларының өзгеру заңдылықтары белгіленді. Майлардың майлау қасиеттерінің тозуына әкелетін негізгі факторлар анықталды: тотығу, механикалық қоспалармен және тозу өнімдерімен ластану.

Майларды химиялық талдау нәтижелерінің негізінде олардың техникалық жай-күйін бағалау критерийлері әзірленді. Тікұшақ техникасын пайдалану қарқындылығына байланысты мотор майларын ауыстыру кезеңділігін оңтайландыру бойынша ұсынымдар ұсынылды.

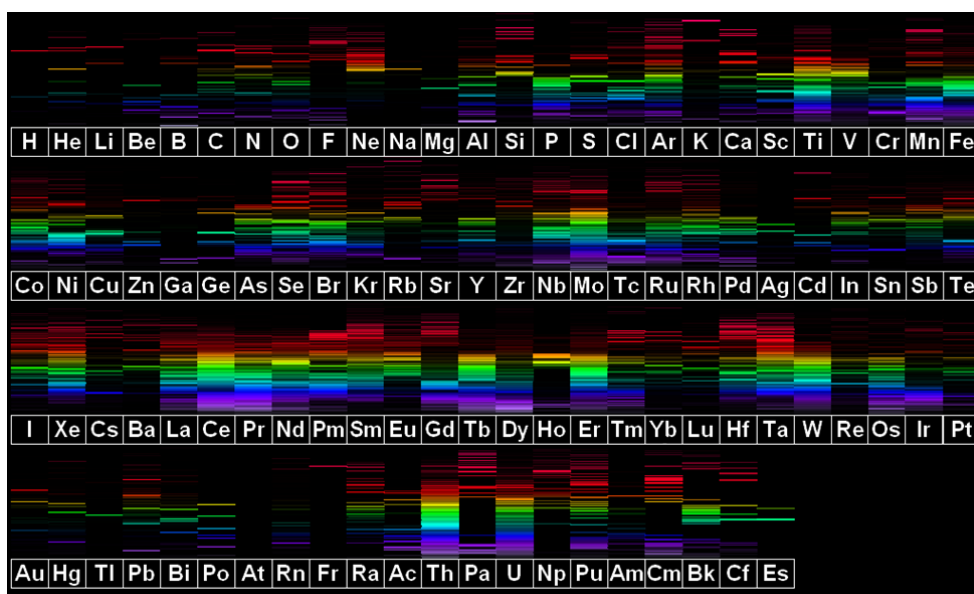
Алынған деректер авиациялық қозғалтқыштардың техникалық жай-күйінің мониторингі жүйелерін әзірлеу және тікұшақ техникасына техникалық қызмет көрсету регламенттерін жетілдіру кезінде пайдаланылуы мүмкін.

2. Авиациялық майды талдаудың қолданыстағы әдістеріне шолу

2.1 Спектральді талдау

Спектральдық талдау – бұл зерттеу әдісі, ол күрделі сигналды оның жиілігінің құрамдас бөліктеріне ыдыратудан тұрады. Бұл процесс материал мен электромагниттік сәулелену арасындағы өзара әрекеттестікті зерттей отырып, заттың құрамы мен қасиеттерін анықтауға көмектеседі. Химия мен физикада спектральдық талдау атомдар мен молекулаларды олардың спектральдық сипаттамалары бойынша сәйкестендіру үшін пайдаланылады. Мысалы, әрбір химиялық элементтің заттай шығарылатын немесе сіңірілетін жарықты талдау кезінде анықтауға болатын бірегей спектральдық желілер жинағы бар. Бұл әдіс астрономияда, химияда, физикада және тіпті медицина мен экологияда әртүрлі үлгілерді талдау үшін кеңінен қолданылады.

Әрбір химиялық элементтің атомдары қатаң белгіленген резонанстық жиіліктерге ие, нәтижесінде олар дәл осы жиіліктерде жарық шығарады немесе жұтады. 2.1 – суретте химиялық элемент атомдарының спектральдық талдауы берілген.



Сурет 2.1 – Химиялық элементтерді спектрлік талдау нәтижелері

Атомның төменгі энергетикалық деңгейіндегі электрондар, сәулелену әсерінен бір мезгілде неғұрлым жоғары деңгейге көтеріледі, бұл ретте белгілі бір ұзындықтағы жарық толқындарын сіңіріп, содан кейін бірден бұрынғы деңгейге қайтады, осы ұзындықтағы толқындарды кері сәулелендіре отырып - бірақ бұл сәулелену барлық бағыттарға біркелкі таралатындықтан, бастапқы көзден бағытталған сәулеленуден айырмашылығы спектрограммада осы ұзындыққа/толқындардың ұзындығына сәйкес келетін орында/орындарда қараңғы сызықтар көрінеді. Бұл толқындардың ұзындығы әрбір зат үшін ерекшеленеді және осы заттың атомдарындағы электрондық энергетикалық деңгейлер арасындағы энергиядағы айырмашылықпен анықталады.

Нақты зат үшін мұндай желілердің саны энергетикалық деңгейлер арасындағы электрондардың ауысуының ықтимал сингулярлық нұсқаларының санына тең; мысалы, егер нақты заттың атомдарында электрондар екі деңгейде орналасса, көшудің тек бір ғана нұсқасы болуы мүмкін - ішкі деңгейден сыртқы деңгейге (және кері) және осы зат үшін спектрограммада бір қара сызық болады. Егер электрондық энергетикалық деңгей үш болса, онда өтудің үш ықтимал нұсқасы бар (1-2, 2-3, 1-3) және спектрограммада да үш қара сызық болады. Желілердің қарқындылығы заттың мөлшеріне және оның жай-күйіне байланысты болады. Сандық спектральдық талдауда зерттелетін заттың құрамы спектрдегі сызықтардың немесе жолақтардың салыстырмалы немесе абсолюттік қарқындылығы бойынша анықталады.

Оптикалық спектрлік талдау орындаудың салыстырмалы қарапайымдылығымен, сынамалардың талдауға күрделі дайындығының болмауымен, талдауға қажетті заттың шамалы мөлшерімен (10-30 мг шегінде) сипатталады.

Атомарлық спектрлер (сіңіру немесе шығару) сынаманы 1000-10000 ° С дейін қыздыру арқылы затты бу тәрізді күйге ауыстыру арқылы алынады. Ток өткізгіш материалдарды эмиссиялық талдау кезінде атомдарды қоздыру көздері ретінде ұшқын, ауыспалы токтың доғасы қолданылады; бұл ретте сынаманы көмір электродтарының бірінің кратеріне орналастырады. Ерітінділерді талдау үшін әртүрлі газдардың жалыны немесе плазмасы кеңінен пайдаланылады.

2.2 Заттардың сәулелену немесе сіңіру спектрлерін анықтауға негізделген спектралдық талдау жұмысының алгоритмі

1. Адымен бұл үлгіні қоздыру. Яғни, спектралдық талдауды бастау үшін заттың үлгісі энергияның әсеріне ұшырайды, көбінесе электромагниттік сәулелену нысанында. Бұл жарық, лазерлік сәуле, тіпті жылу энергиясы болуы мүмкін.

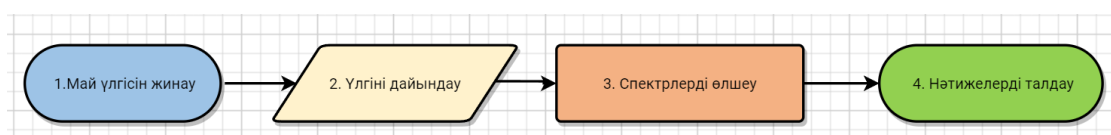
2. Келесі бұл сәулелену және сіңіру, мысалы зат энергияны жұтып, қоздырылған күйге өтеді, кейін ол негізгі күйіне орала отырып, энергия шығарады. Энергия осы затқа тән белгілі бір толқын ұзындығы бар жарық түрінде сәулеленетіні белгілі жағдай.

3. Жарықтың ыдырауын сәулеленген немесе үлгі арқылы өткен жарық призмадан немесе дифракциялық тордан өтеді, олар жарықты спектрге бөледі, әрқайсысы белгілі бір толқын ұзындығына сәйкес келетін жекелеген сызықтар немесе жолақтар қатарымен сипаттауға болады.

4. Анықтау. Спектрлік сызықтар фотопластинка, фотодиод немесе электромагниттік сәулеленуді тіркеуге қабілетті басқа да құрылғы болуы мүмкін детектормен тіркеледі.

5. Спектрді талдау. Алынған спектр оның толқын ұзындығын құрайтын мәніне талданады. Әрбір элемент оның үлгіде болуын сәйкестендіруге мүмкіндік беретін бірегей спектралдық сызықтар жинағына ие.

6. Сандық талдау. Спектралдық сызықтардың қарқындылығы үлгідегі элементтердің шоғырлануын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін. Сызық неғұрлым жарқын болса, элементтің шоғырлануы соғұрлым көп болады.



Сурет 2.2 – Спектрлік талдаудың блок-схемасы

2.3 Спектрлік талдауға арналған аспаптар

Авиациялық қозғалтқыш майының спектрлік талдауы – бұл майдың химиялық құрамын зерттеу процесі. Бұл талдау майдағы әртүрлі элементтер мен қосылыстардың болуын және концентрациясын анықтауға мүмкіндік береді, бұл қозғалтқыштың күйі мен жұмысын болжауға көмектеседі. Негізгі артықшылығы – спектрлік зерттеу әдісі қозғалтқышты және оның басқа агрегаттық бөліктерін бөлшектемей, тозуға төзімділіктің техникалық күйін анықтауға мүмкіндік береді. Портативті инфрақызыл спектрометр сурет 2.3.1 де көрсетілген, бұл құрылғы майдың бір тамшысы арқылы оның құрамында майдағы су, сілтілік сан, қышқыл саны, тотығу, нитрлеу, күйе, сынама антифриз және басқа параметрларды анықтай алады.



Сурет 2.3.1 – Портативті инфрақызыл спектрометр

Майдың үлгісін дайындау кезінде ол сыртқы әсерлерді болдырмау және талдау нәтижелерінің дәлдігін қамтамасыз ету үшін әртүрлі дайындау рәсімдеріне, мысалы сүзгілеуге немесе сұйылтуға тартылады. Бұдан әрі инфрақызыл спектрометр сияқты арнайы жабдықтың көмегімен май спектрлерін өлшеу жүргізіледі. Бұл процесс майдың үлгісіндегі химиялық элементтер мен қосылыстардың шоғырлануын анықтауға мүмкіндік береді. Спектрлік талдаудың нәтижелері бойынша майға негізінен Fe, Cu, Al, Cr, Sn, Ag, Si және басқа элементтер түседі деген қорытынды жасауға болады. Негізінен, жекелеген элементтердің жоғары шоғырлануы авиациялық қозғалтқыштың шамадан тыс тозғанын көрсетуі мүмкін, сол арқылы жабдықтың неғұрлым тозған тораптары мен бөлшектерін сәйкестендіреді. Төменде 2.3-кестеде спектроскопияның көмегімен талдауға және жүйенің жалпы жай-күйін бақылауға болатын металл элементтер көрсетілген. Мысалы, алюминий мен темірдің жоғары құрамы қозғалтқыштың ұзақ уақыт тұрып қалуынан коррозиядан болуы мүмкін, ал алюминийдің жоғары шоғырлануы поршендермен, май сорғысымен байланысты проблемаларды көрсетуі мүмкін.[6]

Кесте 2.3 – Спектроскопия арқылы талданатын химиялық элементтер

Элемент	Қозғалтқыш компоненттерінің күйі және тозуы
Fe	Металл бөлшектер мен мойынтіректердің тозуын көрсетеді
Cu	Мойынтіректердің тозу индикаторы
Al	Поршеньдер немесе цилиндр жеңдері сияқты құрамында алюминий бар компоненттердің тозуын көрсетеді
Si	Ауадағы шаң, тығыздағыштар, салқындатқыштың ағуы, қоспалар
K	Салқындатқыш сұйықтықтың ағуы, аэрозольдің ластануы
Na	Салқындатқыштың ағуы, тұзды су
Ag	Тежегіш төсемдерде бар және тежегіш механизмдерінің тозуын көрсетуі мүмкін

2.4 Вискозиметриялық талдау

Вискозиметрлік талдау мотор майларының тұтқырлық сипаттамаларын айқындау үшін кеңінен пайдаланылатын әдістердің бірі болып табылады, бұл іштен жану қозғалтқышының бөлшектерін тиісті майлауды және қорғауды қамтамасыз ету үшін шешуші мәнге ие.[7]

Майдың тұтқырлығы оның ағынға кедергісін білдіреді және температураға, қысымға, сондай-ақ молекулалардың химиялық құрамы мен

құрылымына байланысты болады. Мотор майын пайдалану процесінде тотығу, термиялық ыдырау, тозу өнімдерімен және басқа да қоспалармен ластану салдарынан оның тұтқырлық қасиеттері өзгереді.

Мотор майларының тұтқырлығын өлшеу үшін әрекет ету қағидаты қатаң бақыланатын жағдайларда калибрленген саңылау немесе капилляр арқылы талданатын сұйықтықтың берілген көлемінің өту уақытын айқындауға негізделген вискозиметрлердің әртүрлі түрлері қолданылады.[7]

Убеллоде, Пинкевич, Канон-Фенске және т.б. вискозиметрлер сияқты капиллярлық вискозиметрлер неғұрлым кең таралған болып табылады. Олар өлшеу резервуары және белгілі бір диаметрдегі капилляры бар тігінен бағытталған U-тәрізді түтіктен тұрады. Талдау кезінде ауырлық күшінің әсерінен резервуардан капилляр арқылы майдың ағу уақыты өлшенеді. Вискозиметр Убеллоде 2.4 суретте көрсетілген.



Сурет 2.4 – Убеллоде вискозиметрі

ASTM Уббеллоде – құрылғының қарапайымдылығы мен тұтқырлықтың нақты мәндерін алу мүмкіндігінің есебінен сұйықтықтардың вискозиметриясында кеңінен таралған капиллярлық вискозиметр.

Вискозиметр реактивті және гидравликалық майлар сияқты мөлдір ньютон сұйықтықтарының кинематикалық тұтқырлығын анықтау үшін пайдаланылады. Әрекет ету принципі берілген қысым айырмашылығы кезінде тар саңылау немесе түтік арқылы сұйықтықтың берілген көлемінің ағу уақытын есептеуге негізделген.[8]

ASTM вискозиметрлері реактивті және гидравликалық майлар сияқты мөлдір ньютон сұйықтықтарының кинематикалық тұтқырлығын анықтау үшін пайдаланылады.[8]

- сынама көлемі, мл - 11;
- дәлдігі,% - $\pm 0,2\%$;
- UNE 400313, ASTM D445-446, ASTM D2515, ISO 3104-310 стандарттарына сәйкестігі.[8]

Өлшеу белгілі бір қысым мен температурада жүргізіледі. Кинематикалық тұтқырлық көрсеткіші динамикалық тұтқырлық коэффициентінің сұйықтықтардың немесе газдардың тығыздығына қатынасына сәйкес келеді және Стокс (Ст) немесе секундына шаршы метрмен (m^2/c) өлшенеді.

Капиллярлық аспап мынадай негізгі бөліктерден тұрады:

1. Капилляр арқылы ағатын сұйықтықтың мөлшерін өлшеуге арналған сыйымдылықтар;
2. Қуыс U - түтік тәрізді;
3. Калибрленген капилляр;
4. Сұйықтықтың ағу жылдамдығын анықтауға арналған блок.[8]

СГС және ӨҚ бірліктер жүйесінде динамикалық тұтқырлық тиісінше пуазда (П) және паскаль-секундта ($Pa \cdot c$), кинематикалық - тиісінше стокте (Ст) және секундына шаршы метрде (m^2/c) өлшенеді.

Тұтқырлығы жоғары майлар үшін айналу сәтін немесе талданатын сұйықтыққа батырылған жүйе элементтерінің бірінің айналу жылдамдығын өлшейтін ротациялық вискозиметрлер пайдаланылады. Бұл типке Брукфилд вискозиметрлері, конусты-пластиналы вискозиметрлер және т.б. жатады. Брукфилд вискозиметрі 2.4.1 суретте көрсетілген.



Сурет 2.4.1 – Конус тақтасы жүйесі бар Брукфилд Вискозиметрлері

Конус-плита вискозиметрін сандық вискозиметрлердің әртүрлі үлгілерімен пайдалануға болады. Бұл геометрия Ньютон емес сұйықтықтардың реологиялық сипаттамаларын зерттеу үшін өте қолайлы.[9]

Конус-плитаның геометриясы әрдайым вискозиметрмен бірге жеткізіледі. Оны аксессуар ретінде немесе қолда бар вискозиметрді түрлендіру үшін жеке сатып алуға болмайды.[9]

Конус-плитаның геометриясы бар вискозиметрлер белгілі бір жылжу жылдамдығы мен жылжу кернеуі кезінде өнімнің аз сынамасының абсолюттік тұтқырлығын анықтауға мүмкіндік береді. Сынама көлемі бар болғаны 0.5-2.0 мл құрайды, ал жылжыту жылдамдығы 0.6-1875 сек-1 диапазонына ие (вискозиметр моделіне және қолданылатын конусқа байланысты). Өлшеу бөлігі тостағанға салынған.[9]

Тұтқырлықты өлшеудің толық диапазоны 0,1 сПз-дан 2,6 миллион сПз-ға дейін құрайды. Жеке аспап барлық диапазонды қамтымаса да, ауыспалы шпиндельдерді пайдалану әрбір вискозиметрге өте кең өлшеу диапазонын қамтамасыз етеді.[10]

Brookfield-тен вискозиметр конус плитасы бірқатар артықшылықтарға ие.

- 1) Шағын үлгілердің абсолюттік тұтқырлығын анықтау (0,5 - 2,0 мл);
- 2) Материал ағысы қисығының түрін анықтау үшін нақты белгіленетін жылжу жылдамдығы;
- 3) Саңылауды электрондық реттеу баптауды жеңілдетуді және өнімділікті арттыруды білдіреді;
- 4) Үлгінің аз көлемі салдарынан жылдам температуралық бақылау;
- 5) Дәлдігі $\pm 1.0\%$ ауқымы;
- 6) Ұдайы өндірілуі $\pm 0,2\%$.[10]

Вискозиметриялық талдауды жүргізу алдында берілген өлшеу температурасына дейін сүзуді, газсыздандыруды және термостаттауды қоса алғанда, майдың сынамаларын мұқият дайындау қажет. Бұл өлшеу нәтижелеріне бөгде факторлардың әсерін жоюды қамтамасыз етеді. Тұтқырлықты өлшеудің көрінісі 2.4.1 суретте көрсетілген.



Сурет 2.4.1 – Тұтқырлықты өлшеу

Алынған эксперименттік деректер берілген температура кезінде майдың кинематикалық немесе динамикалық тұтқырлығын анықтау үшін тиісті теңдеулер мен калибрлеу тәуелділіктерін пайдалана отырып өңделеді. Тұтқырлық мәндері майдың нақты түрі үшін өндіруші белгілеген шектерде болуы тиіс маңызды пайдалану сипаттамалары болып табылады.

Белгілі бір температура кезіндегі тұтқырлықтан басқа, қозғалтқыштың жұмыс температурасының диапазонындағы тұтқырлықтың өзгеруін айқындайтын тұтқырлық индексі және тұтқырлық-температуралық сипаттамалар мотор майларының маңызды параметрлері болып табылады. Бұл параметрлер сондай-ақ вискозиметрлік талдау деректері негізінде есептелуі мүмкін. Вискозиметриялық талдау нәтижелердің жоғары дәлдігі мен жаңғыртылуы, өлшеу және деректерді өңдеу процесін автоматтандыру мүмкіндігі, сондай-ақ әдістеменің салыстырмалы қарапайымдылығы сияқты бірқатар артықшылықтарға ие. Сонымен бірге, алынған нәтижелердің дұрыстығын қамтамасыз ету үшін сынама дайындауға, жабдықтарды калибрлеуге және талдау жүргізу шарттарына қойылатын талаптарды қатаң сақтау қажет.

2.5 Майлардың кинематикалық тұтқырлығын өлшеу

Вискозиметрлер авиациялық қозғалтқыштар үшін маңызды параметр болып табылады, ол майлардың кинематикалық тұтқырлығын өлшеу үшін пайдаланылады. Майдың тұтқырлығы майлау қасиеттеріне, сондай-ақ қозғалатын бөлшектер арасында олардың мерзімінен бұрын тозуын болдырмайтын май үлдірінің пайда болуына әсер етеді.

Вискозиметрлердің жұмыс принципі калибрленген саңылау немесе ауырлық күшінің әсерінен капилляр арқылы сұйықтықтың белгілі бір көлемінің өту уақытын өлшеуге негізделген.

Авиациялық майлардың кинематикалық тұтқырлығын анықтау үшін вискозиметрлердің ең кең таралған түрлерінің бірі - Убеллоде вискозиметрі. Ол калибрленген өлшеу тамшысы бар резервуардан, капиллярлық түтіктен және сұйықтықты қабылдағыштан тұрады.

Өлшеу осы алгоритм бойынша жүргізіледі:

1. Майдың үлгісі белгілі бір температураға дейін қыздырылады (әдетте авиациялық майлар үшін 40°C немесе 100°C).

2. Резервуар өлшеу тамшысының деңгейінен жоғары маймен толтырылады.

3. Қысымды реттеу арқылы сұйықтық капиллярлық түтік басталғанға дейін көтеріледі.

4. Қабылдағышқа капилляр арқылы резервуардан майдың ағу уақыты өлшенеді.

5. Кинематикалық тұтқырлық өту уақытын, вискозиметр геометриясын және өлшеу температурасын ескеретін формула бойынша есептеледі.

Авиациялық майларға арналған Убеллод вискозиметрінің мысалы: Ubbelohde Viscometer 0c, 2-ден 10000 мм²/с дейін кинематикалық тұтқырлықты өлшеу диапазоны бар және ASTM D445, ISO 3104, МЕМСТ 33 және т.б. стандарттарға сәйкес келеді. Бұл вискозиметр ұшақтар мен тікұшақтардың қозғалтқыштарында май сапасын бақылау үшін авиациялық өнеркәсіпте кеңінен қолданылады.

2.6 Авиациялық қозғалтқыштардың майын спектральдық және вискозиметриялық талдауды салыстыру

Авиациялық қозғалтқыштардың майларын спектральдық, фотометрикалық және вискозиметриялық талдауды салыстыру осы жоғары технологиялық жүйелерді сенімді пайдалануды және уақтылы техникалық қызмет көрсетуді қамтамасыз ету үшін маңызды міндет болып табылады. Көрсетілген талдау әдістерінің әрқайсысы бірегей артықшылықтарға ие және майдың жай-күйі туралы және жанама түрде қозғалтқыштың өзінің жай-күйі туралы құнды ақпаратты ұсынады.

Атомдық-эмиссиялық спектрометрияға негізделген спектрлік талдау қоспа түрінде майдағы металл элементтерінің шоғырлануын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл әдіс жоғары сезімталдыққа ие және элементтердің іздік санын анықтауға қабілетті, бұл қозғалтқыш бөлшектерінің тозу немесе

зақымдану белгілерін ерте сатыларда анықтауға мүмкіндік береді. Спектрлік талдау сондай-ақ кремний, алюминий немесе қорғасын сияқты ластаушы заттардың болуы туралы ақпарат береді, бұл май жүйесіне бөгде материалдардың түсуін көрсетуі мүмкін.

Майдың тұтқырлығын өлшеуге негізделген вискозиметрлік талдау. Тұтқырлықтың өзгеруі майдың ыдырауын, ластануын немесе бөгде сұйықтықтармен араласуын көрсетуі мүмкін. Талдаудың осы әдісі қозғалтқышты пайдаланудың белгілі бір жағдайларында пайдалану үшін майдың жарамдылығын бағалауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда аталған талдау әдістерінің әрқайсысының өз артықшылықтары мен шектеулері бар. Авиациялық қозғалтқыштар майының жай-күйі туралы неғұрлым толық және анық ақпарат алу үшін спектралдық, фотометрикалық және вискозиметриялық талдауларды біріктіретін кешенді тәсілді пайдалану ұсынылады. Мұндай тәсіл авиациялық техниканы қауіпсіз және тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін ластану мен ақаулардың әртүрлі түрлерін уақтылы анықтауға мүмкіндік береді.

Кесте 2.6 Талдау түрлері мен әдістері

N	Талдау түрлері	Талдау әдістері
1	Спектральді талдау	Майдағы қоспалар түріндегі металл элементтерінің концентрациясын анықтау
2	Вискозиметриялық талдау	Майдың тұтқырлығын өлшеу

Жұмыс барысында авиациялық қозғалтқыштарда пайдаланылатын мотор майларының техникалық жай-күйін бақылау және сапасын бағалау үшін спектралдық және вискозиметриялық әдістерді қолдану мүмкіндіктеріне кешенді талдау жүргізілді.

Майлардың компоненттерін сіңіру және шығару спектрлерін анықтауға негізделген спектрлік талдау алгоритмдері әзірленді. Бұл әдіс майдың құрамы мен қасиеттерін экспресс-диагностикалауды жүзеге асыруға, тотығу, ластану өнімдерінің және тозу өнімдерінің болуын анықтауға мүмкіндік береді.

Майлардың тұтқырлық сипаттамаларын анықтаудың дәстүрлі әдістері мен спектралдық талдау нәтижелерін салыстыру жүргізілді. Вискозиметрлік талдау пайдалану процесінде майлар тұтқырлығының өзгеруін объективті бағалауға мүмкіндік береді, бірақ олардың химиялық тозу тереңдігін анықтамайды.

Спектрлік және вискозиметрлік талдау деректерін салыстыру негізінде мотор майларының техникалық жай-күйін кешенді бағалау критерийлері

әзірленді. Алынған нәтижелер майларды диагностикалаудың жеделдігі мен дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді, бұл олардың пайдалану қасиеттерінің нашарлау белгілерін уақтылы анықтауға ықпал етеді.

Жұмыс нәтижелері авиациялық қозғалтқыштардың жай-күйінің мониторингі жүйелерін әзірлеу және жаңғырту кезінде, сондай-ақ әуе кемелеріне техникалық қызмет көрсету регламенттерін жетілдіру кезінде пайдаланылуы мүмкін.

3. Майдың сапасын анықтауға арналған аспаптың тұжырымдамасын әзірлеу

3.1 Онлайн режимінде майдың сапасын бақылау

Сұйық ортаның мониторингі бағдарламаларын сенімділік және пайдалану жөніндегі сарапшылар қауымдастығы ең елеулі проблемалардың бірі ретінде қарастырған. Мысалы, майдың сынамалары бастапқы себептерді диагностикалау, ластану болуы және майдың сапасын өлшеу кезінде өте құнды.

Дегенмен, осы бағдарламаларды тиісінше іске асыру үшін активтер мен персоналды бөлудің мүмкін еместігіне байланысты ұйымның мүмкіндігіне қарағанда сынамаларды жиі алу қажет. Нәтижесінде сенімділік бағдарламасында қойылған мақсаттарға қол жеткізу үшін қажетті ақпарат жеткіліксіз. Өз сыныбындағы ең үздік сенімділікті қамтамасыз ету бағдарламалары сұйықтықтарды немесе майларды онлайн режимінде мониторингілеу бағдарламаларын енгізу арқылы осы проблеманың шешімін тапты.[11]

Май сапасының онлайн-мониторингі нақты уақыт режимінде майдың жай-күйін бақылауды қамтамасыз етеді. Мониторинг технологиясы ұзақ жолдан өтті. Ерте жүйелер майдың жай-күйі мен тозуын бақылау мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін диэлектрлік датчиктер мен чип-детекторларға негізделген. Кейіннен тұтқырлық өлшегіштер, майдағы су датчиктері, бөлшектердің оптикалық есептегіштері, тозу өнімдерінің датчиктері және майдың жалпы сапасы туралы түсінік беретін басқа да сенсорлық технологиялар пайда болды. Алайда олар сенімділікті қамтамасыз ету бағдарламалары талап ететін майдың барлық қасиеттерін талдау үшін жеткілікті сезімталдыққа ие болмады.[11]

Бұл датчиктер май сапасының онлайн-мониторингінің құндылығын түсінуге көмектесті, бірақ қазіргі уақытта шешім қабылдау кезінде қолданылатын заманауи сенсорлық технологиялар сезімталдықты, анықтау қашықтығын және зертханалық май сынамаларымен корреляцияны жақсартты.

Қазіргі заманғы индуктивті датчиктер алдыңғы буын датчиктеріне қарағанда екі есе сезімтал және сол ішкі диаметрі үшін кіші (шамамен екі есе) тозу бөлшектерін анықтауға мүмкіндік береді.

Импеданстық спектроскопия әдісін пайдаланатын жаңа май сапасының датчиктері енді майдың көптеген маңызды сипаттамаларын, атап айтқанда, жалпы жай-күйін, тотығуын, жалпы сілтілік санын, ластаушы заттардың (мысалы, су, күйе) болуын және т.б. салыстыруға немесе тікелей өлшеуге қабілетті.

Бұл датчиктер көбінесе бірыңғай жүйеге біріктіріледі және/немесе басқа технологиялармен толықтырылады, мысалы, дірілді анықтау, заттардың өнеркәсіптік интернетінің интеллектуалды құрылғылары (IIoT), деректерді интеллектуалды өңдеу және т.б.[11]

Тозудың металл бөлшектерінің онлайн-мониторингі нақты уақыт режимінде тозуды бақылауға және бақылауға мүмкіндік береді, бұл толық істен шығуды болдырмау және жөндеу немесе ауыстыру мерзімін ұзарту үшін жабдықтың жұмысын түзетуге мүмкіндік береді. Тозу бөлшектерін бақылайтын онлайн-құрылғылар тозу бөлшектерінің шоғырлануы бойынша талдаушыға тозу бөлшектерінің шоғырлануы жөніндегі деректерді пайдалану сипаттамаларымен байланыстыруға мүмкіндік бере отырып, тозу бөлшектерінің шоғырлануы бойынша ақаулықтың прогрессивтік себебін дәл анықтау үшін қосымша артықшылықты қамтамасыз етеді. 3-суреттегі мысалда актив техникалық қызмет көрсету орындалғанға дейін төмен жүктемемен пайдаланылды.[11]

Майды мерзімді дербес талдаудың сенімділік бағдарламаларын іске асыру шеңберінде белгілі бір құндылығы бар, бірақ көбінесе ол бағдарламаның сенімділік саласындағы мақсаттарына қол жеткізу үшін жеткілікті болып табылмайды. Майдың сапасын онлайн-мониторингілеу жүйесі өзін техникалық қызмет көрсету бойынша оңтайлы шешімдер қабылдау үшін қажетті деректерді ұсынатын шығындарды қысқартудың маңызды құралдары ретінде көрсетті.[11]

Энергетика, тау-кен өнеркәсібі, теміржолдар, теңіз көлігі саласы және т.б. көптеген салалар май мониторингінің онлайн-бағдарламасын енгізе бастады. Алдағы жылдары мұндай бағдарламалар стандартты практикаға айналады деп болжануда. Сенсорлық технологиялардың дамуымен датчиктерге салынған қаражаттың өзін-өзі ақтау мерзімі әдетте бір жылдан аз мерзімді құрайды, бұл мұндай капитал салуды озық практиканы енгізуге ұмтылатын сенімділіктің кез келген командасы үшін ең перспективалы нәрсенің біріне айналдырады.

Авиациялық қозғалтқыштардың сенімділігі мен қауіпсіздігі пайдаланылатын майдың сапасына тікелей байланысты, сондай-ақ авиациялық майдың сапасы пайдалану сипаттамаларына және ұшу қауіпсіздігіне әсер ететін түйінді факторлардың бірі болып табылатынын атап өткен жөн. Майдың тиісті емес сапасы бөлшектердің тозуына, механизмдердің сыналануына және тіпті авариялық жағдайларға әкелуі мүмкін. Тікұшақ қозғалтқыштарының мысалында олардың сенімді және тиімді жұмысы олардың майлау жүйелерінің жай-күйімен тікелей байланысты.

Бүгінгі таңда, зертханалық талдау сияқты майдың сапасын бағалаудың дәстүрлі әдістерінің бірқатар кемшіліктері бар, өйткені олар көп еңбекті қажет етеді, көп уақыт шығынын және арнайы жабдықты талап етеді, бұл майдың жай-күйіне жедел және үздіксіз бақылау жүргізуге мүмкіндік бермейді.

Ұшудың 90 сағатынан кейін тікұшақ қозғалтқыштарындағы май қараңғылай бастағаны анықталды, бұл оның пайдалану қасиеттерінің нашарлағанын көрсетеді. Дәстүрлі түрде майдың техникалық жай-күйі көзбен шолып тексерумен бағаланады, бұл оның сапасына үздіксіз мониторинг жүргізуге мүмкіндік бермейді. Жедел бақылаудың жоқтығы көтергіш бұрамның қосылмалылығын жоғалтумен байланысты авариялық жағдайлардың туындау тәуекеліне әкеледі.

Бұл проблеманың шешімі май сапасының түсі, тотығу және ластану дәрежесі сияқты негізгі параметрлерін нақты уақыт режимінде анықтауға қабілетті автоматтандырылған аспапты әзірлеуде табылуы мүмкін. Мұндай құрылғыны құру жағармай материалының жай-күйін бақылаудың тиімділігін едәуір арттыруға, қозғалтқыштардың уақытынан бұрын істен шығу қаупін азайтуға және соның салдарынан ұшу қауіпсіздігінің неғұрлым жоғары деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді деп болжануда. Қатты денелі спектрлік детекторларды қолдану зертханалық талдау үшін сынамаларды іріктеудің қажеттілігінсіз дәлдігі жоғары өлшемдерді іске асыруға мүмкіндік береді.

Осы зерттеудің мақсаты тікұшақ қозғалтқыштарындағы майдың жай-күйін үздіксіз мониторингілеу үшін аспаптың тұжырымдамасы мен жұмыс істеу қағидатын әзірлеу болып табылады. Мұндай құрылғыны жасау тікұшақ техникасының пайдалану сенімділігі мен қауіпсіздігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді деп күтілуде.

Эталондық сынаманы пайдалана отырып, пробиркадағы майды көзбен шолу жұмыс майы сапасының барлық параметрлерін объективті бағалауға мүмкіндік бермейді. Бұл адам көзінің шектеулі сезімталдығына байланысты және майдың түсі мен консистенциясындағы өрескел өзгерістерді ғана тануға қабілетті. Бұдан басқа, мұндай әдіс нүктелі болып табылады және қозғалтқышты пайдалану процесінде майдың жай-күйіне үздіксіз мониторинг жүргізуге мүмкіндік бермейді.

3.2 Қатты күйдегі спектрлік детекторлар

Қатты денелік спектрлік детекторлар кең спектрлік диапазонда электромагниттік сәулеленуді тіркеуге және талдауға арналған оптоэлектрондық аспаптар сыныбын білдіреді. Олардың жұмыс істеуінің негізінде ішкі фотоэффект құбылысы жатыр, бұл кезде жартылай өткізгіш материалдағы фотондардың жұтылуы электрондық-саңылау буларының және соның салдарынан электр сигналының пайда болуына әкеп соғады.

Қатты денелік спектрлік детектордың негізгі элементі тиісті жартылай өткізгіш материалдан жасалған көптеген жекелеген пикселдерден тұратын фотосезгіш матрица болып табылады. Материалды таңдау детекторлаудың талап етілетін спектралдық диапазонымен анықталады және жартылай өткізгіштің тыйым салынған аймағының еніне байланысты болады. Ең көп таралған материалдар кремний (Si), үнді-галлий арсениді (InGaAs), кадмий-

сынап теллуридi (HgCdTe немесе МСТ) және қорғасын сульфидi (PbS) болып табылады.

Матрицаға түсетін сәулелену сәулелену қарқындылығына пропорционалды электр сигналын генерациялай отырып, пикселмен жұтылады. Әрбір пиксель генерацияланған сигналды одан әрі өңдеу үшін сандық пішінге айналдыратын жеке оқитын электроникамен жабдықталған. Осылайша, детектор матрицадағы пикселдер санына байланысты спектралдық шешімді қамтамасыз етеді.[12]

Сезімталдықты арттыру және шуды азайту үшін қатты денелі спектрлік детекторлар жиі салқындатуды талап етеді. Материал мен конструкцияға байланысты термоэлектрлік, сұйық азот немесе гелий сияқты әртүрлі салқындату жүйелері пайдаланылуы мүмкін.

Қатты денелік спектрлік детекторлар спектроскопия, қашықтықтан зондтау, медициналық диагностика, сапаны бақылау және материалдарды талдауды қоса алғанда, ғылым мен техниканың әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады. Олардың жоғары сезімталдығы, шешімділігі және жылдам әрекет етуі оларды әртүрлі спектрлік диапазондардағы электромагниттік сәулеленуді зерттеу және талдау үшін қажетті құралдар етеді.

Қатты денелік спектрлік детекторлар әдетте жартылай өткізгіш материалдардан жасалады, неғұрлым таралған 3.1-кестеде келтірілген.

Кесте 3.1 – Қатты күйдегі спектрлік детекторлар жасалатын химиялық элементтер

Химиялық элемент	Сипаттама
1. Кремний (Si)	Бұл спектрлік детекторларды өндіру үшін ең көп қолданылатын материалдардың бірі. Кремний детекторлары көрінетін және жақын инфрақызыл диапазонда (400-1100 нм) жоғары сезімталдыққа ие.
2. Арсенид индия-галлий (InGaAs)	InGaAs негізіндегі детекторлар инфрақызылға жақын (900-1700 нм) сезімтал. Олар көбінесе осы диапазонда спектроскопия үшін қолданылады.
3. Теллурид кадмия-ртути (HgCdTe)	МСТ негізіндегі детекторлар орта және алыс инфрақызыл диапазонда (2-14 мкм) жоғары сезімталдыққа ие. Олар органикалық қосылыстарды талдау үшін спектроскопияда қолданылады.
4. Қорғасын сульфиді (PbS)	PbS детекторлары жақын және орта инфрақызыл диапазонда сезімтал (1-3,5 мкм). Олар органикалық қосылыстар мен ылғалдылықты талдау үшін қолданылады.

Қатты денелік спектрлік детекторлардың конструкциясы әртүрлі болуы мүмкін, бірақ олар әдетте жартылай өткізгіш төсемдегі жекелеген фотосезгіш

пикселдердің матрицасы немесе сызғышы болып табылады. Детекторға түсетін жарық оның қарқындылығына пропорционалды электр сигналын шығарады.

Жұмыс майларының сапасын объективті және үздіксіз бақылау үшін перспективалық шешім аморфты кремнийден жасалған пластиналарды қолдануға негізделген қатты денелі спектральды детекторларды пайдалану болып табылады. Қатты денелі спектрлік детекторлар кең спектрлік диапазонда электромагниттік сәулеленуді тіркеуге және талдауға арналған оптоэлектрондық аспаптар сыныбын білдіреді. Олардың жұмыс істеуінің негізінде ішкі фотоэффект құбылысы жатыр, бұл кезде жартылай өткізгіш материалдағы фотондардың жұтылуы электрондық-саңылау буларының және соның салдарынан электр сигналының пайда болуына әкеп соғады. Бұл детекторлар адам көзінің мүмкіндігінен жоғары фотосезгіштікке ие және нақты уақыт режимінде майдың құрамы мен қасиеттеріне көп параметрлік талдау жүргізуге мүмкіндік береді. Мұндай датчиктерді тікұшақ қозғалтқышының май жүйесіне тікелей орнату пайдаланудың барлық кезеңінде жұмыс майының жай-күйіне үздіксіз мониторинг жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл май сапасындағы кез келген ауытқуларды уақтылы анықтауға және оны ауыстыру немесе қалпына келтіру бойынша қажетті шаралар қабылдауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, аталған аспаптың көмегімен тікұшақтың көтергіш винті білігінің және қозғалтқыш білігінің осьтерінің жоғалу сәтін анықтау дәлдігін анықтауға болатынын атап өткен жөн. Бұл ретте гидрогенизацияланған аморфты кремнийдің пленкасында дайындалатын қатты денелі спектральды детектор қымбат бұйым болып табылмайды.

Кесте 3.2 – Қатты денелі спектральді детектор құрылғысының функциялары мен сипаттамалары

Функция	Сипаттама
Қамту аймағы	Тікұшақ қозғалтқыштарында
Уақыт	Үздіксіз мониторинг
Анализ түрі	Спектральді
Объект түрі	Майдың сапасын бақылау және анықтау

Спектрлік детекторлар шуды азайту және сезімталдықты арттыру үшін жиі салқындатылады. Өртүрлі салқындату жүйелері қолданылады: термоэлектрлік, сұйық азотпен немесе гелиймен.

Қатты денелі спектрлік детекторлар турбовальды қозғалтқыштардағы майдың сапасын оның спектрлік сипаттамаларын талдау жолымен анықтайды. Процесстың басы май сынамасын алуынан басталады. Қозғалтқышты майлау жүйесінен майдың аз мөлшері арнайы ағынды кюветке түседі, онда оның талдауы жүргізіледі. Кейін, сынаманы жарықпен сәулелейді, яғни май

сынамасы жарықдиодты, лазерлі немесе галогенді шам болуы мүмкін жарық көзімен сәулеленеді. Жарық кюветтегі май қабаты арқылы өтеді.

Спектрлік сипаттамаларды өлшеу арқылы кюветтің шығуында қатты денелі спектрлік детектор орналасқан болады, ол толқын ұзындығының әртүрлі диапазондарында май арқылы өткен жарықтың қарқындылығын тіркейді.[13]

Спектралдық талдау:

а) Жарықтың жұтылуы: Майдың әртүрлі компоненттері (қоспалар, тозу, ластану өнімдері) белгілі бір толқын ұзындықтарының жарығын жұтады. Спектрдің қандай учаскелерінің жұтылатынын талдай отырып, осы компоненттердің бар болуын және шоғырлануын анықтауға болады;

б) Жарықтың шашырауы: Тозу бөлшектері және маймен өлшенген басқа да қоспалар жарықты шашыратады. Шашыраған жарықтың қарқындылығын өлшеу майдың ластануын бағалауға мүмкіндік береді.

Әрбір заттың белгілі бір толқын ұзындықтарында сіңірудің немесе шашыраудың сипатты шыңдары түріндегі бірегей «спектралдық таңбасы» болады. Алынған спектрді белгілі эталондық спектрлермен салыстыра отырып, майдағы нақты компоненттерді сәйкестендіруге болады. Жарықты сіңірудің немесе шашыратудың тиісті шыңдарының қарқындылығы бойынша қандай да бір заттардың майдағы шоғырлануы анықталады. Майдың сапасын бағалау: Майдың құрамы, тозу, ластану өнімдерінің болуы және тотығу дәрежесі туралы алынған деректер негізінде оның ағымдағы сапасы және одан әрі пайдалануға жарамдылығы туралы қорытынды жасалады.

Спектрлік детекторлардың артықшылықтары:

- 1) Байланыссыз және бұзбайтын талдау әдісі;
- 2) Нәтижелерді нақты уақыт режимінде жылдам алу;
- 3) Үздіксіз онлайн-мониторинг мүмкіндігі;
- 4) Заттардың аз шоғырлануына жоғары сезімталдық.

Аморфты кремний негізіндегі түсті датчиктердің жұмыс істеу принципін талдасақ, мұндай датчиктер көбінесе фотосезгіш немесе түсті сенсорлар деп аталады.

Олар екі жағынан аморфты кремнийдің бір пластинасында орналасқан қарама-қарсы қосылған екі диодтан тұрады. Бұл диодтар көрінетін спектрдің әртүрлі толқын ұзындықтарына сезімтал.

Мұндай датчикке белгілі бір түсті (толқын ұзындығының) жарық түскенде, диодтардың бірі осы спектральдық диапазонда түсетін сәулелену қарқындылығына пропорционалды фототок шығарады. Толқын ұзындығының басқа диапазонына сезімтал басқа диод басқа фототок шығарады.[14]

Екі диодтың шығу сигналдарын (фототоктарын) салыстыра отырып, әртүрлі спектрлік салалардағы қарқындылықтың арақатынасын анықтауға болады, бұл түсетін сәулеленудің түстік координаттарын есептеуге және тиісінше объектінің түсін анықтауға мүмкіндік береді.

Мұндай қарапайым екі диодты датчиктер түстердің шектеулі санын ғана ажырата алады, бірақ әлдеқайда көп реңктерді тануға қабілетті аморфты кремнийдің негізіндегі күрделі көп элементті сенсорлар бар.

Гидрогенизацияланған аморфты кремний негізінде қатты денелі спектрлік детекторлар өндірісі былайша жүргізіледі:

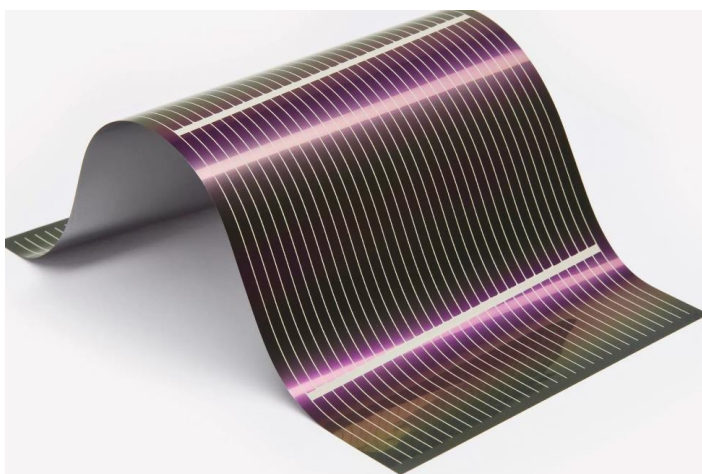


3.2 – сурет. Гидрогенизацияланған аморфты кремний негізіндегі қатты денелі спектрлік детекторлар өндірісінің алгоритмі

Аморфты-кремнийлі түсті датчиктердің артықшылықтары - төмен құны, ықшамдылығы және сигналдарды өңдеудің электрондық схемаларымен интеграциялану мүмкіндігі. Олар тұрмыстық техникада, өнеркәсіпте, медицинада және арзан түсті тануды талап ететін басқа да салаларда кеңінен қолданылады.[15]

Аморфты кремний пластинкасын пайдалана отырып, авиациялық майдың сапасын өлшейтін аспапты жасау үшін мыналар қажет:

1. Аморфты кремний пластинкасы (a-Si: H). Ол майдың оптикалық қасиеттерінің өзгеруіне әсер ететін сенсор ретінде әрекет етеді. Аморфты кремнийдің пластинкасының 3.2.1 суретте көрсетілген.



Сурет 3.2.1 – Аморфты кремнийдың пластинкасы

2. Пластинаны бір оптикалық талшық арқылы жарықтандыру үшін жарық көзі (жарық диоды немесе лазер).



Сурет 3.2.2 – Жарық диоды

3. Екінші оптикалық талшыққа қосылған пластинка мен май арқылы өткен жарықты тіркеуге арналған фотоқабылдағыш (қатты денелі спектральды детектор).



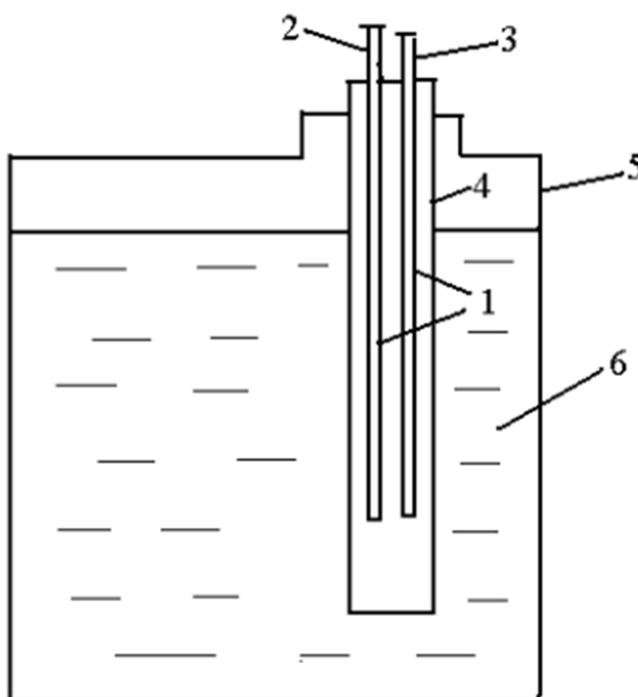
Сурет 3.2.2 – Фотоқабылдағыш

4. Жарық көзін басқаруға, деректерді детектордан оқуға және дабылды өңдеуге арналған электрондық блок.



Сурет 3.2.3 – Электрондық блок

5. Компоненттерді және оптикалық талшықты енгізулері бар май бақтарын орналастыруға арналған корпус.[16]



Сурет 3.2.4 – Тікұшақ қозғалтқыштарының май сапасын бақылауға арналған құрылғының үлгілік конструкциясы: - 1 - оптикалық талшық; 2 - жарықдиодтан шығатын оптикалық талшық; 3 - қатты денелі спектрлік детекторға қосылған оптикалық талшық; 4 - оптикалық талшықтары бар жазық қуыс; 5 - май қосылған май багы 6. [17]

3.3 Жұмыс істеу принципі

1. Жарық көзі (жарық диоды/лазер) бірінші оптикалық талшық арқылы аморфты кремний пластинасын жарықтандырады.

2. a-Si: H пластинкасы май бақтың үстіңгі қабатын жуатындай етіп орналастырылады.

3. Пластика мен май қабаты арқылы өткен жарық екінші оптикалық талшықпен жиналады және спектрлік детекторға бағытталады.

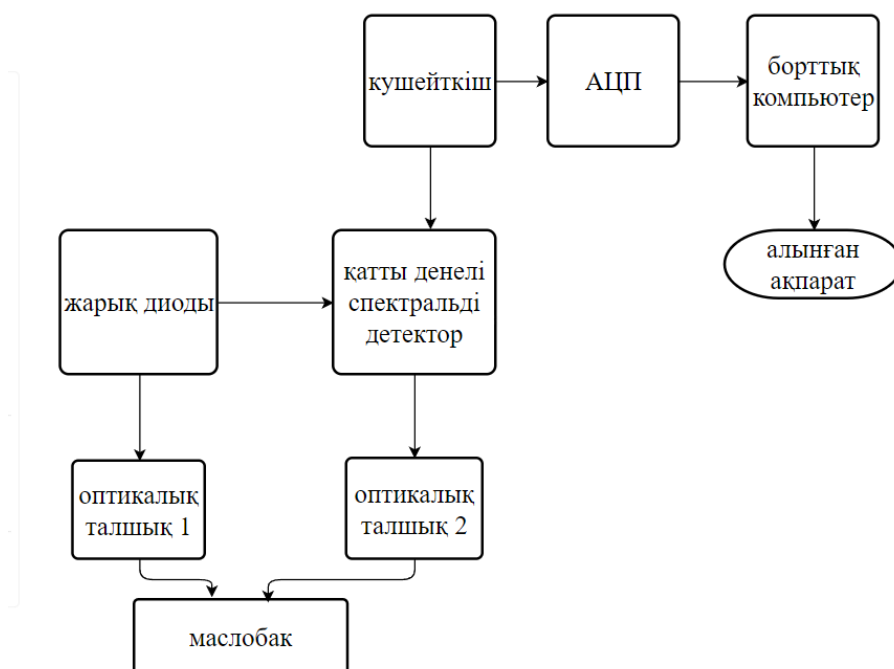
4. Электрондық блок жарықты пластинкамен және маймен өткізу/сіңіру спектрін талдайды.

5. Жарық өткізу/сіңіру спектріндегі өзгерістер майдың құрамы мен сапасының өзгеруімен (қоспалардың, тотығу және тозу өнімдерінің болуымен) корреляцияланады.

6. Деректер өңделеді және майдың сапасын анықтау үшін эталондық спектрлермен салыстырылады.

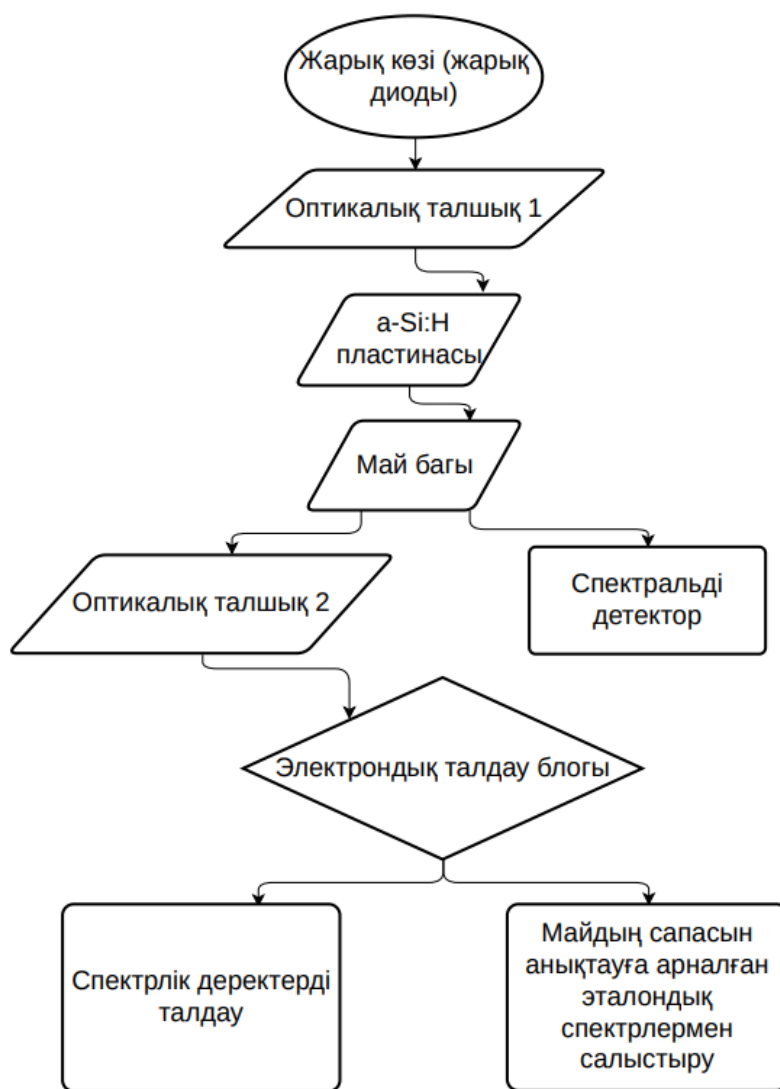
Аморфты кремнийдің негізгі рөлі оны жуатын ортаның (майдың) құрамындағы өзгерістерге оның жоғары сезімталдығында. Қоспалардың, майдың тотығу өнімдерінің болуы a-Si: H пластинкасының спектрлік сипаттамаларының өзгеруіне әкеледі, бұл детектормен тіркеледі.

Осылайша, құрал нақты уақыт режимінде авиациялық майдың жай-күйін тікелей қозғалтқыштан сынама алмай бақылауға мүмкіндік береді. [17]



Сурет 3.2.5 – Тікұшақ қозғалтқыштарының май сапасын бақылауға арналған құрылғының функционалды сұлбасы

Жарық диоды бірінші оптикалық талшық арқылы өтетін, қозғалтқыштың май жүйесіндегі майдан көрінетін және екінші оптикалық талшық арқылы қатты денелі спектральды детекторға түсетін жарық шығарады. Детектор шағылысқан жарықтың спектрлік сипаттамаларын талдайды және майдың сапасын бағалау үшін ақпаратты күшейткіш арқылы тіркеуші аспапқа немесе борттық компьютерге береді.



Сурет 3.3 – Қатты күйдегі спектральді детектордың жұмыс істеу принципінің блок-сызбасы

Құрылғының артықшылықтары мен кемшіліктері:

Тікұшақ қозғалтқыштарындағы майдың сапасын өлшеудің осы әдісінің артықшылықтары:

1. Бақылау жеделдігі – өлшеу сынама алу қажеттілігінсіз тікелей май багінде жүргізіледі.
2. Бұзбайтын бақылау – оптикалық талшықтары бар тегіс қуыс жүйенің герметикалығын бұзбай майға батырылады.

3. Жоғары сезімталдық – спектралдық талдауды пайдалану май құрамындағы жұқа өзгерістерді тіркеуге мүмкіндік береді.

4. Автоматтандыру мүмкіндігі – оптикалық датчиктің көрсеткіштерін үздіксіз мониторингті қамтамасыз ете отырып, қайталама аспапқа қосуға болады.

5. Енгізудің ықшамдығы мен қарапайымдылығы - тегіс қуысты орнату қозғалтқышта елеулі конструктивтік өзгерістерді талап етпейді.

Осы әдістің ықтимал кемшіліктері:

1. Калибрлеу қажеттілігі – майдың және қозғалтқыштың нақты түріне жүйені алдын ала баптау талап етіледі.

2. Ластанудың әсері – шүмектің оптикалық беттері өлшемдерді бұрмалап, майдың тозу және ескіру өнімдерімен ластануы мүмкін.

3. Оптикалық элементтердің шектеулі ресурсы – уақыт өте келе талшықтар мен жарық диодтарының сипаттамалары нашарлауы мүмкін.

4. Құрылымның күрделілігі – оптоэлектрондық компоненттердің болуы қуыс дайындаудың технологиялық күрделілігін арттырады.

5. Май температурасына тәуелділік – көрсеткіштер қозғалтқыштағы температуралық жағдайлар өзгерген кезде өзгеруі мүмкін.

Зерттеулер мұндай аспапты іс жүзінде пайдалану мүмкіндігін көрсетті. Осылайша, авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын айқындаудың ұсынылатын тәсілі ыңғайлы болып табылады, бақылаудың үздіксіздігін қамтамасыз етеді, тікұшақ бортындағы шыны ыдыста эталондық майды сақтау қажеттілігін, сондай-ақ майдың сапасын айқындаудағы субъективтілік элементін болдырмайды. Мұндай кремний спектрлік детекторлар жоғары сезімталдығымен, миниатюралық өлшемдерімен, төмен энергия тұтынуымен ерекшеленеді және жұмыс майларының жай-күйін тұрақты мониторингілеу үшін авиациялық қозғалтқыштардың май жүйелеріне тікелей енгізілуі мүмкін.

ҚОРЫТЫНДЫ

Авиация саласында, әсіресе тікұшақ жасау саласында қозғалтқыштардың майлау майларының жай-күйін бақылаудың ұшу қауіпсіздігін қамтамасыз ету және техниканың істен шығуын болдырмау үшін аса маңызды мәні бар. Қатты денелі спектрлік детекторлардың көмегімен майларды спектрлік талдау майдың сапасы мен одан әрі пайдалануға жарамдылығы туралы құнды ақпарат береді.

Тікұшақтар қозғалтқыштарының майлау майларының қасиеттері олардың тиімділігі мен ресурсына тікелей әсер етеді. Уақыт өте келе майлар тозу өнімдерімен, металл тотықтарымен, отын қоспаларымен ластанады, бұл олардың сипаттамаларының нашарлауына әкеледі және қозғалтқыш бөлшектерінің зақымдануына себеп болуы мүмкін. Мұндай өзгерістерді дер кезінде анықтау алдын алу шараларын қабылдауға және елеулі оқыс оқиғаларды болдырмауға мүмкіндік береді.

Майларды талдау үшін пайдаланылатын қатты денелі спектрлік детектор толқындар ұзындығының кең диапазонында сәулеленудің спектрлік сипаттамаларын тіркеуге қабілетті дәлдігі жоғары құрылғы болып табылады. Көптеген спектрлік арналардың болуына байланысты детектор майдағы әртүрлі элементтер мен қосылыстардың құрамын олардың бірегей спектрлік белгілерінің негізінде анықтай алады.

Талдау жүргізу кезінде майдың аз мөлшері жарық көзімен сәулеленеді және қатты денелі спектральды детектор толқын ұзындығының әртүрлі диапазондарында шағылысқан немесе өткізіп алған сәулелену қарқындылығын тіркейді. Алынған спектралдық сигнал эталондық деректермен салыстырылады және майдағы әртүрлі компоненттердің болуын сәйкестендіруге және сандық бағалауға мүмкіндік беретін мамандандырылған бағдарламалық қамтамасыз етудің көмегімен өңделеді.

Қатты денелі детекторларды пайдалана отырып, спектралдық талдау қозғалтқыш бөлшектерінің тозу іздерін анықтауы, майдың тотығу дәрежесін бағалауы, отынның, судың және басқа да ластанулардың болуын анықтауы мүмкін. Бұл ақпарат майдың қалдық ресурсын анықтауға, сондай-ақ техникалық қызмет көрсетуді немесе майды ауыстыруды талап ететін әлеуетті проблемаларды уақтылы анықтауға көмектеседі.

Тікұшақ қозғалтқыштарының майлау майларының сапасын талдау үшін қатты денелі спектрлік детекторларды пайдалану авиациялық техниканың қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етудің маңызды құралы болып табылады. Майдың жай-күйін уақтылы және дәл бақылау жабдықтың істен шығуын болдырмауға, техникалық қызмет көрсетуге арналған шығыстарды қысқартуға және тікұшақтардың жалпы сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 <http://mvr-company.ru/himicheskij-analiz-masla/>
- 2 <http://mvr-company.ru/fiziko-himicheskij-analiz-masla/>
- 3 <http://mvr-company.ru/produkty-iznosa-v-masle/>
- 4 <http://mvr-company.ru/metody-analiza-masla/>
- 5 <http://mvr-company.ru/degradaciya-masla/>
- 6 <https://spectro.ru/biblioteka/spravochnik-po-analizu-masla/elementnyy-analiz/>
- 7 <https://spectro.ru/biblioteka/spravochnik-po-analizu-masla/vyazkost-masel/>
- 8 <https://kolba24.ru/product/ubbelode-astm/>
- 9 <https://kolba24.ru/product/konus-plita/>
- 10 <https://techob.ru/katalog/katalog-priborov/viskozimetriyi/15.3.-viskozimetriyi-brukfilda1/viskozimetriyi-s-sistemoj-konus-plita.html>
- 11 <https://dzen.ru/a/YoPg-Z72P00z0JVK>
- 12 <https://www.britannica.com/science/solid-state-detector>
- 13 <https://www.science-and-fun.ru/tverdotelnye-spektralnye-detektory/>
- 14 <https://www.optic-devices.ru/tverdotelnie-detektori/>
- 15 <https://nanoelectronics.ru/tverdotelnye-spektralnye-detektory/>
- 16 Толеуханова М.М., Туякбаев А.А. Момент потери соосности вала несущего винта вертолета с валом двигателя. Труды Международной научно-практической конференции «International Satbayev conference 2023 (Сатпаевские Чтения – 2023). Наука и технологии: от идеи до внедрения. Том 4 (378÷381с.). Алматы, 2023.
- 17 Ожикенов К.А., Туякбаев А.А., Бердибаева Г.К., Бигалиева Ж.С., Баянбай Н.А., Базарбай Л., Аймухамбетов Е.А., Шылмырза У.Ж., Игембай Е.А., Туякбаев Д.А., Толеуханова М.М. Способ контроля за качеством масла вертолетных двигателей. Положительное решение по заявке №2024/0188.2 от 12.02.2024.

7M07107 – «Робототехника және мехатроника» мамандығының магистранты
Төлеуханова Мадинаның
магистрлік диссертациясына

СЫН ПІКІР

Тақырыбы: «Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтау үшін құрал жасау мүмкіндігін зерттеу»

Өзірленген:

- а) графикалық бөлім _____ парақ
б) түсініктеме _____ бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Төлеуханова Мадинаның магистрлік диссертациясы «Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтау үшін құрал жасау мүмкіндігін зерттеу».

Жұмыстың мақсаты авиациялық қозғалтқыштарда, яғни тікұшақтардың, майдың сапасын анықтау үшін жаңа аспап жасау мүмкіндігін зерттеу болып табылады. Жаңа аспап қатты денелі спектрлік детектордың көмегімен майдың күйін, сапасын үздіксіз мониторинг жүргізу сияқты қасиеттерге ие.

Алға қойған мақсаттарға жету үшін келесі тапсырмалар қарастырылған: авиациялық майлардың қасиеттерін, олардың сипаттамаларын зерттеу, сондай-ақ майлардың сапасын анықтаудың қолданыстағы әдістері мен аспаптардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау, қатты денелі спектрлік детекторларды қазіргі аспаптармен салыстыру, аспапты жобалау және қажетті параметрлерді есептеу.

Қатты денелі спектрлік детекторларды жасау үшін 2 оптикалық талшық, жарық диоды, гидрогенизацияланған аморфты кремнийдің пластинкасын қолдануы қарастырылды.

Бірінші бөлімде, авиациялық қозғалтқыштар және авиациялық майлардың сипаттамалары, майдың физикалық, химиялық қасиеттері, деградациясы, майдың майлау қасиеттері қарастырылды.

Екінші бөлімде, қазіргі таңдағы тікұшақ қозғалтқыштарындағы майдың сапасын анықтау үшін спектралдық және вискозиметриялық талдаудың арқасында, кемшіліктер анықталғаннан кейін, майдың сапасын анықтау үшін жаңа әдіс ұсынылған болатын.

Үшінші бөлімде майдың сапасын анықтайтын құрылғыны жасау үшін қажетті параметрлер мен есептеулерді жобалау және есептеу үшін қажетті компоненттер ұсынылды.

Магистрлік диссертацияда мәтіндік және графикалық материалдардың құрылуына, баяндалуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптарға сәйкес ұйым стандарты бойынша жазылған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Магистрант, Төлеуханова Мадина «Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтау үшін құрал жасау мүмкіндігін зерттеу» атты магистрлік диссертациясы жоғары дәрежеде жасалып, 20 дерексөзді талдап, диссертацияда теориялық және практикалық бөлімдерде жақсы білім көрсетіп, толығымен орындаған деп есептеймін. Магистрлік диссертация жақсы бағаланып, магистрант Төлеуханова Мадинаға магистр академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Сын пікір беруші

«Академияның жалпы ғылыми пәндер» кафедра меңгерушісі, техника ғылымдарының кандидаты,
доцент



Сейдилдаева А.К

«24» мамыр 2024 ж.

7M07107 – «Робототехника және мехатроника» мамандығының магистранты

Толеуханова Мадинаның
магистрлік диссертациясына

ШІКІР

Тақырыбы: «Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтау үшін құрал жасау мүмкіндігін зерттеу»

Магистрант М.М. Толеуханованың диссертациялық жұмысы авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтауға арналған аспапты жасау мүмкіндігін зерттеудің өзекті тақырыбына арналған. Бұл тақырыптың өзектілігі, М.М. Толеуханова әзірлеп жатқан аспап пен жүйе тікұшақ қозғалтқыштарындағы майдың қараңғылануының басталу сәтін анықтауға мүмкіндік беретіндігінде, өйткені бұл қозғалтқыштың білігімен көтергіш бұранда білігінің осьтерінің жоғалуы кезінде мойынтіректердегі үйкелістің артқанын және бұл тікұшақтың басты бұрананың сынуына және соның салдарынан апатқа әкелетінін айғақтайды ал бұған жол беруге болмайды. Сондықтан техник әрбір 100 сағат ұшу кезінде қозғалтқыштан май құя отырып және эталонмен салыстыра отырып, майдың сапасын түсі бойынша визуалды анықтайды және қажет болған жағдайда тікұшақты күрделі жөндеуге қояды.

Бірінші шолу бөлімінде магистрант тікұшақ қозғалтқыштарындағы майдың сапасын анықтаудың белгілі тәсілдерін, сондай-ақ тікұшақтардың да, олардың қозғалтқыштарының да конструкцияларын егжей-тегжейлі сипаттады.

Екінші негізгі тарауда магистрант тікұшақ қозғалтқыштарындағы майдың түсін көзбен шолып анықтау ерекшеліктерін, сондай-ақ тікұшақ қозғалтқыштарындағы майдың сапасын тікелей ұшу кезінде анықтауға мүмкіндік беретін әзірленген аспаптың сипаттамасын келтірді (Тікұшақ қозғалтқыштарының май сапасын бақылау тәсіліне 12.02.2024 № 2024/0188.2 өтінімі бойынша оң шешім).

Алынған нәтижелер М.М.Толеуханова тікұшақтарда ұшқышта қозғалтқыштағы майдың сапасы туралы және тиісінше салмақ түсіретін бұрамның біліктілігін жоғалту туралы ақпарат болуы үшін пайдаланылуы мүмкін.

Жалпы алғанда, диссертациялық жұмыс жоғары бағаға лайық, ал оның авторы М.М. Төлеуханова «7M07107 - робототехника және мехатроника» мамандығы бойынша магистр академиялық атағын беруге лайықты.

Ғылыми жетекші, техника ғылымдарының кандидаты, доцент



Туякбаев А.А

20.05.2024



Метаданные

Название

«Авиациялық қозғалтқыштардағы майдың сапасын анықтау үшін құрал жасау мүмкіндігін зерттеу»

Автор

Толеуханова Мадина Маралбековна

Научный руководитель / Эксперт

Альтай Туякбаев

Подразделение

ИАИИТ

Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв	В	85
Интервалы	A→	0
Микропробелы	␣	0
Белые знаки	␣	0
Парафразы (SmartMarks)	a	0

Объем найденных подобиЙ

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание!Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



25
Длина фразы для коэффициента подобия 2.



8505
Количество слов



70788
Количество символов

Поиск контента ИИ

Интегрированный модуль поиска контента AI. Нажмите «Подробнее», чтобы узнать больше о результатах и алгоритме поиска.

Коэффициент вероятности ИИ



Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	--	---

из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	--------------	---

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---