

ІШТЕН ЖАНУ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫНЫҢ КРЕКИНГ-ГАЗДА ЖҰМЫС ІСТЕУ КЕЗІНДЕГІ ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУЛЕРІ

Санатхан Маншук Санатхановна

STB2007@yandex.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті 5B090100- «Көлікті пайдалану және жүк қозғалысы мен тасымалдауды ұйымдастыру» мамандығының студенті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекші - Т.Б.Сүлейменов

Аңдатпа: Іштен жану қозғалтқышы пайдаланатын барлық жанармай түрлерін қарастыру негізінде ІЖҚ-на арналған жанармай құрамына аталған мақалада жалпы шолу жасау болып табылады. Әлемдегі жанармайды алу және қайта өңдеу технологиясымен, сонымен қоса химиялық компоненттерге бөлу және қайта өңдеу облысындағы жаңа жасауларға сараптама жүргізу. Осының негізінде қауіпті газдарды нейтрализациялау үрдісі әдісін жетілдіру, қоршаған ортаның қауіпті заттар қалдығымен танысу, автомобильден алынатын төменгі октанды бензинді, жоғары октанды крекинг-газды ІЖҚ-дағы қоректендіру жүйесін инновациялы модельдеу және зерттеу болып табылады.

Автомобильдегі крекинг-газды алуға арналған құрылғы кешенін модельдеу және іштен жану қозғалтқышын жасау негізінде жетілдіру аясындағы зерттеудің даму келешектері Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2020 жылға дейінгі Қазақстандағы автомобиль саласын дамытудың қабылданған приоритетті бағыттарының экологиялық қауіпсіздік және автомобильдің қоршаған ортаға жағымсыз әрекеттерін төмендету, машина жасау облысындағы инновациялық әрекеттері болып табылады.

Түйін сөздер: іштен жанатын қозғалтқыш, жанармай жүйесі, жану камерасы, метанол, этанол, магнегаз, айналу жиілігі, тұтқырлық

Қазіргі уақытта автомобиль адамзаттың басым көпшілігінің негізгі тасымалдау құралы болып табылады. Бірақ өкінішке орай қоршаған ортаның басты жаһандық ластаушысы да сол, автомобильдер. Экологиялық қауіпсіздік мәселесі қазіргі уақытта ерекше мәнге ие болып келеді: автокөліктермен тасталатын улы заттар үлесі, барлық өнеркәсіп тастандыларының 60 % асып кеткен. Бірақ ең тиімді және динамикалық поршенді қозғалтқыш, ауыстырғысыз.

Көптеген өндірістік дамыған елдердің арнайы үкіметтік ұйымдары экологиялық және басқа да мәселелерді жан-жақты зерттеу жұмыстарын жүргізіп, шектеулер, талаптар ережелер сонымен қатар өндірушілерге және өнімді тұтынушыларға ынталандыру жүйесін құрастырады. Бұл табиғатқа кері әсерді төмендету мақсатында жүргізіледі. Дүниежүзілік қауымдастықтың, көптеген мемлекет басшыларының техниканың даму қарқынына алаңдауы, қоршаған ортаны қорғау және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша бірқатар халық аралық, еуропалық және ұлттық құжаттарда көрініс тапты.

Сондықтан көптеген ғалымдар және тәжірибешілдер қозғалтқыштың істетілген улы газдарын төмендету бойынша жедел шараларға кірісуде. Ең алдымен олардың құрамындағы көміртек моно және диоксидтерін, сонымен қатар азот оксидін және жанбай қалған көмір сутектерінің мөлшерін төмендету шаралары жүргізілуде.

ІЖҚ-дың және тасымалдау құралдарының түрлі типтерін және маркаларын экологиялық өлшемдері бойынша өзара салыстыруды жүргізу, біріңғай сынақ жағдайын қабылдамай мүмкін болмайды. Бұл рөлді сынақ әдістері және экологиялық көрсеткіштерді есептеу стандарттары атқарады.

Еуропада авто көлік құралдарын жетілдіру мәселесі бойынша Біріккен Ұлттар Ұйымының Еуропалық Экономикалық комиссиясы (БҰҰ ЕЭК), Еуропалық Одақ (ЕО) және Стандарттау бойынша Халық аралық Ұйым (ISO) транспорттық ұйымдары айналысады.

Біріккен Ұлттар Ұйымының Еуропалық Экономикалық комиссиясы 1970 жылы Еуропа мемлекеттері үшін ІГ-дың және картер газдарының зияндылығын бағалаудың бірыңғай Ережесі ұсынылған (№15 және №49 Ереже). БЭО елдерінде 2000 жылдан бері №24, №49 және №83 ережелері орындалып келеді.

Дизельді ІЖҚ-ғы ІГ-дың улы компоненттер құрамы әрекеттегі сынақ кезеңдеріне сай бекітілетін, түрлі жұмыс тәртіптерінде бақыланады. Еуропада келесі негізгі сынақ кезеңдері әрекет етеді: ECE+EUDC – Еуропалық араласқан кезең (нұсқау ЕЭС 90/C81/01); ESC (OICA) – Еуропалық тұрақты кезең (нұсқау ЕЭС 1999/96/EC) R 49 орнына); ELR – Еуропалық жүктеме кезең (нұсқау ЕЭС 1999/96/EC); ETC – Еуропалық өтпелі кезең (нұсқау ЕЭС 1999/96/EC); ISO 8178 – Халықаралық кешенді сынақ кезеңі.

ІЖҚ және тасымалдау құралдарының экологиялық деңгейінің техникалық көрсеткіштері түрлі нормативті-техникалық құжаттармен регламенттеледі: ССТ, МЕМСТ, Нұсқаулармен, Ережелермен және т.б. Нормативтеудің бұл түрі ІЖҚ және АТҚ конструкциясының экологиялық деңгейін бағалауға бағытталған. Келтірілген құжаттарда сол немесе басқа да компоненттегі ІГ-дың салыстырмалы (қандай да бір түрдегі қозғалтқыш қуатының бірлігіне) немесе жүріс (транспорттың жүріс бірлігіне) тастандыларының шекті мәні ескертіледі. Дизель үшін ІГ-дың түтін шығару деңгейі нормаланады.

ІЖҚ пайдаланылған газдардың зиянды заттар және түтін шығаруын анықтау кезінде екі түрлі әдісті қолданады: а) жүргізу барабандарында немесе арнайы жоларнада автомобиль құрамында қозғалтқышты сынау; б) ІЖҚ моторлы стендте сынау. Бұл жағдайда екі қағидалы сынақ әдістері қолданылады: а) белгіленген тәртіптерде сынау; б) өтпелі тәртіптерде сынау.

Беларусь Республикасында мемлекеттік техникалық бақылау жүргізу кезінде дизельді қозғалтқыштардың экологиялық көрсеткіштерін бағалауда 21393–75 МЕМСТ «Дизельді автомобильдер. Істетілген газдардың түтіндігі. Өлшеу нормалары және әдістері. Қауіпсіздік талаптары» негізге алады. Бұл стандартқа сай түтіндік қозғалтқыштың еркін жылдамдық алу және иінді біліктің максималды айналу жиілігі тәртібінде тексеріледі.

Еркін жылдамдық алу – қозғалтқыштың бос жүрісте айналу жиілігінің минималдыдан максималдыға дейін үдеуі.

Максималды айналу жиілігі – бұл жанармай беру педальінің реттегішпен шектелген жеріне дейін толық басылған кездегі бос жүрісте қозғалтқыштың иінді білігінің айналу жиілігі.

Бензинді қозғалтқыштарды мемлекеттік техникалық бақылау кезінде экологиялық көрсеткіштерін бағалауда 17.2.2.03–87 МЕМСТ «Табиғатты қорғау. Атмосфера. Бензинді қозғалтқыштағы авто көліктердің істетілген газдарындағы көміртегі тотығы және көмір сутек құрамын өлшеу нормалары және әдістері» негізге алады.

МЕМСТ 17.2.2.03–87 сай автомобилдердегі істетілген газдардың құрамындағы көміртегі тотығы және көмір сутектерді қозғалтқыштың иінді білігінің екі айналу жиілігі үшін еркін жүрісі кезінде анықтайды: минималды ($n_{\min}$) және жоғары ($n_{\text{жог}}$). Жоғары жиілік 2000 мин^{-1} –тан $0,8 \cdot n_{\text{ном}}$ дейінгі диапазонда анықталған, мұндағы $n_{\text{ном}}$ – қозғалтқыштың иінді білігінің номиналды айналу жиілігі.

Л.Н. Гумилёв атындағы ЕҰУ ғалымдарымен дүние жүзіндегі осындай технологияларды ғылыми іздеу жұмыстарын жүргізілді. Ізденіс нәтижесінде бағыты бойынша ұқсас, бірақ қызмет үрдісі бойынша толығымен өзгеше өнертабыс табылды. Минималды және номиналды айналу жиілігінің көрсеткіштері жасап шығаратын кәсіпорынмен бекітіледі және транспорттық құралды немесе қозғалтқышты іске қосу бойынша нұсқаулықтарда көрсетіледі. Доктор Ругеро Мария Сантили 1978 жылы АҚШ энергетика департаментінің қолдауымен жаңа таза энергия көздерін болжаудың теориялық алғышарттарын жасады, ал 1998 жылы жаңа газтәрізді «magnegas» отынын өндіруге арналған қондырғы Plasma Arc Flow реакторын құрды.

Мұндай газ өндірілетін сұйық шикізатқа батырылған, өте қарқынды магнитті өріс жағдайындағы электрлік доғада түзіледі. Дәнекерлеушілер, су асты дәнекерлеу кезінде көбіршік түрінде бетке қалқып шығатын газ жақсы жанатынын бұдан көп уақыт бұрын байқаған. Бұның бірегей қасиетіне доктор Сантilli ең алғаш көңіл аударған. Сұйықтықтың көлденең ағымындағы стационарлы қондырғы доғасында жанудың технологиялық негіздерін Украиндік ғалым Носуленко В.И. жасап шығарды, ол бөлшектерді өлшемдік өңдеуде қолданылады. Ең алғашқы жарияланымдар 60 жж. шыққан, ал оның мектебі қазіргі уақытта да бұл бағытты белсенді жұмыстар атқаруда.

Энергетикалық көзқараста Сантilli өнертабысының тәжірибелік маңызды аспектісі белгілі бір жағдайда атомдар тобы молекулалық кешендер – «магнекулдар» түзуінде болып табылады. Мұндай кешендерде байланыстар энергиялары қарапайым молекулалар үшін сәйкес өлшемдерден айтарлықтай жоғары болуы мүмкін, сондықтан магнегаздың жылу шығару мүмкіндігі, сәйкес химиялық құрамды қарапайым синтез-газға қарағанда жоғары болады. Электрлі тоқ шығарудың жану аумағындағы температура бірнеше мың градус және күшті магнитті өріс электрлі доғаны қоршап тұратын басым плазма құрылатын көміртегі, оттегі және сутегі байланыстарының электронды орбиталарын түзетіні кілттік жағдай болып табылады. Плазманың ағыммен сұйықтықтың қоршаған қабаттарының ағымымен шайылу шамасына қарай, оның құрамына кіретін элементтер тез салқындайды және плазма ішінде сақталған энергиямен кластерлерге бірігеді (магнекулдар – доктор Сантilliдің терминологиясы). «Магнекулдар» қарапайым жағдайда тұрақты болып келеді, сондықтан газды сақтау үшін, табиғи газбен салыстырғанда қандайда бір маңызды өзгерістерді қажет етпейді. Бұдан бөлек, магнегаз ауадан жеңіл және соққыдан тұтанбайды, бұл оны қауіпсіздік көзқарасы жағынан тартымды етеді.

Алынған газдың химиялық құрылымы оны өндіруге пайдаланылған сұйықтыққа байланысты болады. Шикізат ретінде мұнай негізіндегі сұйық қалдықтар (автомобильді сұйық қалдықтар, мұнайдың ауыл шаруашылық қалдықтары, McDonald's жылдам тамақтану ресторандарындағы қуыруға арналған май қалдықтары, кемелердің істетілген майлары, атап айтқанда, мұнай, жеңіл қозғалыстағы сұйықтық қалдықтары) және су негізіндегі қалдықтар (қалалық, ауылшаруашылық ағын сулар немесе шламдар, қоймлардағы немесе тұндырғыштардағы сулар және т.б.), мұнай қалдығының бір көлемінің су негізіндегі қалдықтардың екі көлеміне қатынасы пайдаланылады. Қалдықтарды араластырудың пайдалылығы су негізіндегі қалдықтардың үштен екі бөлігінен жанар газға 60% сутегі және 23% дейін оттегі түсетіндігімен түсіндіріледі, соның арқасында экологиялық таза магнегаз, жанар газ алады, ал мұнай қалдықтарын қосу магнегаздың энергия сыйымдылығын жоғарылатады, бұл өз кезегінде сұйық қалдықтарды қайта өңдеу пайдасын жоғарылатады. Бұл технология бастапқыда өндірістік және шаруашылық қалдықтарды тиімді кәдеге жарату әдісі ретінде бағдарланған. Шикізат ретінде органикалық қалдықтарды пайдалану мүмкіндігі бұл жанармайды жаңартылатын көздерден синтезделетін топқа енгізеді.

Өндіретін қондырғы плазмалық доға көмегімен сұйықтықтың барлық молекулалары жанар газға айналғанға дейін қалдықтардың сұйықтық фракция толығымен жойылатын тәртіпте жұмыс істейді. Қайта өңдеу үрдісінде пайдалы жылу, электродтар өндірісіне пайдалануға болатын аз мөлшердегі көміртегі және суландыруға жарамды су өндіріледі.

Қоршаған ортаға сұйық, қатты немесе газ тәрізді тастандылар шығарылмайды. Өндіретін қондырғы дыбыссыз жұмыс істейді және иіс шығармайды. Қондырғыны іске қосу кезінде ешқандай химиялық препараттар қосылмайды, себебі өңдеу кезінде биологиялық лас сұйық қалдықтар жоғары температура $>3500^{\circ}\text{C}$ және плазмалық доғаның өте күшті ультра күлгін сәулесінің әсерінен толығымен зарарсыздандырылады. Осылайша, экологиялық таза газ алу зиянды заттарды кәдеге жарату мәселелерін шешумен байланысты болып келеді.

Газ одорантының (этилмеркаптан) зиянды әсерін бейтараптандыру мақсатында бірнеше адсорбциялық (қатты сорбенттерді) сіңіргіштер пайдаланылды.

Күкірт диоксидінің тасталуын төмендетудің бірқатар әдістері каталитикалық крекинг қондырғыларына қолданылатын етіп жасалған. Құрамында 1,65% күкірті бар шикізатты

өндеу кезінде катализатор регенерациясынан шығарылатын газдардағы күкірт диоксидінің концентрациясы 2000 мл/м^3 жетеді. Каталитикалық крекинг қондырғыларында күкірт диоксидінің тастандыларын төмендетуге катализаторды булау үшін реактордан регенераторға тасмалданатын бу берілуін жоғарылату арқылы қол жеткізуге болады. Бірақ тастандыларды 80% төмендету үшін крекинг кезінде табиғи алюмосиликаттарға бу шығыны шамамен 10 есе жоғарылатылу қажет. Цеолит құрамды катализаторларда крекингтеу кезінде тіпті будың осындай шығыны кезінде тастандыларды қол жетімді төмендету 20% құрайды.

Күкірт құрамды газдардың тастандыларын төмендетудің бір әдісі сумен күкіртсіздендіру болып табылады. Күкірт диоксидінің тастандыларын төмендетудің дамып келе жатқан бағыты құрамында металл оксидтері бар және күкіртті сульфаттарға байланыстыратын катализаторларды қолдану. Соңғысы катализатормен бірге реакторға өтіп, күкірт сутекке дейін қайта қалпына келтіріледі. Соңғысының шығуы шамамен 10% жоғарылайды, оған газофракциондаушы және күкіртті сутекті бөліп алу аппаратурасы сұлбаларының өзгертілуі қажет етілмейді. Катализаторлардың екі түрге бөлінеді: модификацияланған - бифункционалды («SOx араластырушы») және негізгі катализаторға қоспалар ("SOx тұрақтандырушы"). Күкірттік қосылыстарды байланыстыру кезінде күкірт ангидридін болғаны дұрыс, олар процесс кезінде сәйкес тәртіпті іріктейді: регенераторда күкірттік байланыстардың толық жануы, кокс жағу газдарында оттегінің молдығы, регенерацияның шектелген диапазонды температурасы, тиімді буландыру, шикі шикізатта никель, ванадий, кремний құрамын шектеу.

КС-17 күкірт оксидін байланыстыратын катализаторды ТК-9М көміртек оксидін тотықтандыру катализаторымен үйлестіру атмосфераға зиянды тастандыларды айтарлықтай төмендетеді, сәйкесінше экологиялық жағдайы жақсарады. Бұдан бөлек 0,4-1,5% күкірт құрамды шикізаттан крекинг газдарда күкіртті сутек құрамын жоғарылату арқасында қосымша 500-1500 т/жыл элементті күкірт алуға болады.

Элементті күкірт өндірісі құрылғысында H_2S тастандысын төмендету, (Клаус процесі). Заманауи мұнай айдайтын зауыттар ірі күкірт өндіріушілер болып табылады. Бұл мұнай өнімдерінде күкірт құрамын шектеу және атмосфераға күкірт құрамды газ тасталуын шектеу бойынша экологиялық талаптардың қатаңдануымен және ауыр мұнайды өндеуге қатыстылығына байланысты болып келеді.

Каталитикалық крекинг шикізатының жалпы көлемінен ауыр және қалдық шикізат үлесінің өсуімен, сонымен қатар экологиялық талаптарды қатаңдатумен атмосфераға зиянды заттардың тасталуын қысқарту мәселесінің өзектілігі бұл қондырғыларда жоғарылайды. Регенерация процесін жетілдірудің тиімді және басым әдістерінің бірі арнайы катализаторлар көмегімен регенератор көлемінде басқарылатын CO тотығы және SO_2 байланыстыру болып табылады.

Көміртек оксиді көп бөлінген жағдайда (мысалы, регенераторлы қондырғыларда коксты жағу кезінде) оны жинап жоюшы-ошақтарда жағып жібереді. Тастандыда CO концентрациясы аз жағдайда каталитикалық алдын жағу қондырғысын пайдалану қажет. Көміртек оксидін арнайы ерітіндімен жуу арқылы, мысалы аммиакты мыс формиаты ерітіндісімен жуу арқылы басқа газдардан тандап бөліп алуға болады.

Каталитикалық крекинг қондырғыларында көміртек оксидінің тасталуын төмендету крекинг процесінің негізгі катализаторына келептеу қоспаларын қолдану (алюминий оксидіндегі асыл металл) базасында тікелей регенераторда шығатын газды толық жағумен жүзеге асырылады.

Бұл жағдайда шығарылатын газда CO концентрациясы 10-0,1% дейін төмендейді.

АҚШ түрлі зертханаларында зерттелген, магнегаздың молекулалық құрылымы, келесі химиялық байланыстармен көрсетілген: H_2 40-45%, CO 55-60%, CO_2 1-2%. Бұл қарапайым заттар және сутегінің жеке атомдары аз және үлкен молекулалық салмақтармен (шамамен 1000 а.м.б) кластерлерге біріктірілген. Магнегаздың жану кезінде алғашында магнитті кластерлер бұзылады, содан кейін қарапайым химиялық тотығу реакциясы қарқын алады. Сондықтан жану өнімдері қарапайым химиялық құрылымға ие болады. Магнегаздың жылу

шығару мүмкіндігі ол өңделген шикізатқа байланысты болады – ағындар көмір сутекпен неғұрлым жоғары қанықтырлса, ол солғұрлым жоғары болады. Осылайша, антифриз және органикалық ағын қоспаларынан шамамен 7700 ккал/м³, сулы мұнай өнімдерінің қоспаларынан - 8900 ккал/м³. Америкалық ғалымдардың мәлімдемелері бойынша, сыртқы қарапайым химиялық құрылымына қарамастан, сутегімен және көміртегі монооксидімен келтірілген газ, жану кезінде жалпы заңдылықтан ауытқитын жоғары жылу көлемін береді. Осылайша ацетиленмен салыстырғанда, CO+H₂ қоспасы шамамен 8 есе аз жану жылуына ие болады. Бірақ магнегазды металл кесуге пайдалану, ацетиленмен салыстырғанда кесу жылдамдығы екі есеге жоғарылайтындығын көрсетеді. Бұл жалпы заңдылықтан ауытқитын құбылыс, магнитті байланысқан молекулалардың жоғары энергиялық қорымен түсіндіріледі. Магнегаз – арзан, қауіпсіз және тиімді газ болып келеді. Көмір сутектермен салыстырғанда ол тез жанады, бірақ жарылысқа қауіпсіз, ауадан жеңіл және сондықтан оны тасмалдау бензинді қоймаларға қарағанда қауіпсіз.

Магнегаз сонымен қатар автомобильді жанармай ретінде де сынақтан өткізілген. Осы газбен жүретін Ferrari 308 GTSi және Honda Civic автомобильдер түрлі тесттерден өткізілді. Осылайша, алғашында табиғи газда жұмыс істеген Honda Civic автомобилі, маңызды өзгеріссіз магнегазбен толтырылды және барлық сынақтардан табысты өтті (катализаторсыз). АҚШ-ның қоршаған ортаны қорғау жөніндегі Ұлттық агенттігімен (EPA) жүргізілген, бұл сынақтардың салыстырмалы нәтижелері, 1 кестеде келтірілген.

1 кесте

Сынаудың салыстырмалы нәтижелері

Элемент	MAgneGas (MG)	Табиғи газ	Бензин	EPA стандарт
Көмірсутегі	0,026 г/миль	0,380 г/миль	0,234 г/миль	0,41 г/миль
Көміртегі тотығы	0,262 г/миль	5,494 г/миль	1,965 г/миль	3,40 г/миль
Азот оксиді	0,281 г/миль	0,732 г/миль	0,247 г/миль	1,00 г/миль
Көміртегі диоксиді	235 г/миль	646,503 г/миль	458,655 г/миль	Жоқ
Оттегі	9%-12%	0,5%-0,7%	0,5%-0,7%	Жоқ

Келтірілген мәліметтер магнегаздың пайдаланылған газ шығару тазалығы бойынша басымдылығын дәлелдейді. Бұл жерде бірнеше ескертулер жасау орынды. Магнегаздың құрамында ауыр көмір сутектер болмайды, себебі ол 3500 °C жоғары температурада түзіледі, сәйкесінше істетілген газдардағы өлшенген көмір сутектер, қозғалтқышты майлау үшін берілетін жанар майлардың салдарынан пайда болады. Көміртегі тотығы магнегаз отынының компоненті болып табылады. Оның істетілген газдарда кездесуі толық жанбаудан болады. Азот тотығының құрамы жану температурасымен және басқа да факторлармен анықталады. Келтірілген нәтижелер табиғи газға арналып жабдықталған автомобильдерден алынған және магнегаз жануының мүмкін әдістерінің ең жақсысына жатпайды.

Түрлі тәртіптегі салыстырмалы сынақтар (жылдамдық алу, толық жүктеме және т.б.) сығылған магнегазда істейтін қозғалтқыштың қуаты, сығылған табиғи газда істейтін дәл сондай қозғалтқышпен толықтай бірдей екендігін көрсетті. Жанармай тұтыну бойынша салыстырмалы тесттер сол сияқты бірдей нәтиже көрсетті. Бір литр бензин 1,0 – 1,3 нм³ магнегазға тең (бастапқы шикізаттың құрамына байланысты). Қалалық жағдайда жүру кезінде магнегазды орташа тұтыну дәл табиғи газдағыдай 12 нм³/сағ құрайды. Газ шығымын төмендету қорына келетін болсақ, олар бар. Бұған дәлел алдыңғы қатарлы жасалымдар: Volkswagen Мәскеуде өзінің «газбен жүретін» Caddy EcoFuel үш авто көлігін көрсетті. Бензин орнына табиғи газ пайдаланған бұл авто көліктер Ресей астанасына өз жүрісімен 2000 км артқа қалдырып, 4 күнде жетті. Немістер өздерінің авто көліктері үшін, зияндылық нормасы EU-4 сай келетін, көлденең төрт цилиндрлі бірқатарлы іштен жанатын қозғалтқыш жасап шығарды. Екі литрлік қозғалтқыштағы автомобильдің көрсеткіштері – жанармай

шығыны 8,3 нм³/100км. Бакты толық толтырған кезде (26 килограмм немесе 36,6 нм³ табиғи газ) автомобиль орташа есеппен алғанда 440 километр аралықты жүріп өтеді [11].

Дүние жүзіндегі әдістерді талдау нәтижесінде ұсынылатын ғылыми жобаның инновациялығы анықталды. Теориялық есептеулер қорытындысы бойынша крекинг-газдағы ГЖҚ-тың қоректендіру жүйесінің негізгі құрылымдары конструкцияланды, оларға жататындар, термореакторға жанармай жеткізетін жанармай сорғысы, крекинг-газды салқындататын интеркуллер, конденсат жинайтын электрлі қақпақшалы крекинг-газ жинақтағышы және катализатор.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1 Баубек А.А. Эксплуатационные материалы. Учебник. Рекомендован МОН РК для организаций технического и профессионального образования. Изд-во «Фолиант», Астана, 2010.298с.

2 Баубек А.А., Арпабеков М.И. Экологическая безопасность. Монография // Palmarium Academic Publishing is a trademark of: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. ISBN 978-3-639- 69412- 3 – KG .Heinrich –Bocking –Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany, 2014. Тираж 100. с. 379

3 А.А. Баубек, М.И. Арпабеков, А.У. Байбек «Экологические проблемы ДВС и пути их решения» Материалы международной научно-практической конференции, посвященная 10-летию столицы РК - г.Астана.«Архитектура, градостроительство: состояние и перспективы и развития»:12-13 мая 2008г. ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, 2008.- С.186-189.

4 Баубек А.А., Сулейменов Т.Б., Арпабеков М.И., «Экологические проблемы ДВС». Материалы республиканской научно-практической конференции «Строительство, архитектура и транспорт: состояние и перспективы развития» (посвященная 15-летию ЕНУ им. Л.Н. Гумилева). Астана.2011. С. 224-227.

5 Баубек А.А., Арпабеков М.И., Колатова А.А., Ыбрашева Н.Ч., Абилова К.М. Актуальные проблемы экологии природоиспользования в Астане // Сб. материалов межд.научно-практ. конф. «Актуальные проблемы транспорта и энергетики и пути инновационного поиска решения», Астана, 2013г. ИИО ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. С.101-103.

6 Баубек А.А., Арпабеков М.И., Сансызбаева З.К. Проблемы улучшения экологических показателей ДВС // Респ. научно-практ.конф. «Современная архитектура, строительство и транспорт: проблемы и перспективы развития», 11-12 мая 2007 года.в АСФ, ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, 2007. С.176-186.

7 Баубек А.А., Арпабеков М.И. Защита окружающей среды от газов техногенного характера // Материалы международной научно-практической конференции «Экологическая безопасность урбанизированных территории в условиях устойчивого развития». 5-6 октября, Астана, 2006. С.316-322.

8 Баубек А.А., Арпабеков М.И. Экологическая безопасность окружающей среды в условиях устойчивого развития теплоэнергетики // Аналитический обзор. ISBN 978-601-7306-39- 7 – АФ АО «НЦ НТИ», 2012. 150 экз. – 34 с.

9 Арпабеков М.И., Баубек А.А., Туленов А.Т., Куанышбаев Ж.М. Совершенствование классификации альтернативных моторных топлив по признакам // Научный журнал ВЕСТНИК ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. № 2 (111) 2016 С.118-122.

10 Арпабеков М.И., А.А.Баубек, Куанышбаев Ж.М., Каптагаева К.К. Формирование оценочных критериев энерго-экологической эффективности использования альтернативных моторных топлив // Материалы IV Межд. научно-практ. конф. на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», посвященная 20-летию ЕНУ им.Гумилева, 17 марта, 2016 г. ISBN 978-9965-31-745-3 Ч.2- С.373-376.

11 Арпабеков М.И., Туленов А.Т., Шойбеков Б.Ж, Бекболатов Г.Ж. Программный комплекс по расчету токсичных выбросов отработавшими газами автотранспортных средств // Материалы IV Межд. научно-практ. конф. на тему: «Актуальные проблемы транспорта и