

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Әуесбек Самат Қайратұлы

«Қайтымды-ілгерімелі қозғалысқа арналған мехатронды рекуперативті жетектер»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2020



SATBAYEV
UNIVERSITY

Ә. Буркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі

техника ғылым кандидаты



К.А. Ожикенов

«23» мамыр 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Қайтымды-ілгерімелі қозғалысқа арналған мехатронды рекуперативті жетектер»

5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады

Әуесбек Самат Қайратұлы

Ғылыми жетекшісі
Физика математика
ғылымдарының кандидаты,
қауымдастырылған профессор



Бактыбаев М.Қ.

«23» мамыр 2020 ж.

Алматы 2020



SATBAYEV
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өндірістік автоматтандыру және цифрлау институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 – Аспап жасау

БЕКІТЕМІН

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі

техника ғылым кандидаты



К.А. Ожикенов
«23» қантар 2020 ж.

Дипломдық жобаны орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушыға Әуесбек Самат Қайратұлы

Жобаның тақырыбы: Қайтымды-ілгерімелі қозғалысқа арналған мехатронды рекуперативті жетектер

Университет ректорының 2020 жылғы «27» қантар №726-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері: : Қайтымды-ілгерімелі қозғалысқа арналған мехатронды рекуперативті жетектер жұмысы және қолдану аясы.

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:


- а) Гибридті күш қондырғылары
 - б) Іштен жану қозғалтқышы (ІЖҚ)
 - в) Гибридті күш қондырғыларының негізгі компоненттері
 - г) Рекуперативті тежеу
 - д) Гибридті күш қондырғыларының артықшылықтары мен кемшіліктері
- Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажетті сызбалар көрсетілген): 20 слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 21 әдебиеттер тізімі

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер қарастырылған сұрақтар тізімі атауы,	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімі	Ескертулер
Негізгі бөлім	22.01 – 15.02.2020 ж.	Орындады
Есептеу бөлімі	22.01 – 15.02.2020 ж.	Орындады
Бағдармалық бөлім	15.03 – 20.04.2020 ж.	Орындады
Зерттеу бөлімі	15.03 – 20.04.2020 ж.	Орындады
Қорытынды бөлім	15.03 – 20.04.2020 ж.	Орындады

Аяқталған дипломдық жұмыс (жобаға) және оған қатысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының
ҚОЛТАҢБАЛАРЫ

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қайылған мерзімі	Қолы
Қалып бақылаушы	Ж.С.Бигалиева, техника ғылымдары магистрі, лектор	23.05.2020ж.	

Ғылыми жетекшісі



Бактыбаев М.Қ.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Әуесбек С.Қ.

Күні

«23» мамыр 2020 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: «Қайтымды-ілгерімелі қозғалысқа арналған мехатронды рекуперативті жетектер». Бұл дипломдық жұмыста қайтымды-ілгерімелі қозғалысқа негізделген іштен жанатын қозғалтқыш (ІЖҚ) және электрқозғалтқыш арқылы жұмыс жасайтын гибридті қозғалтқышты әзірлеу мен зерттеуге, олардың қолданылу салаларын анықтауға және оларды қолдану бойынша ұсыныстарды әзірлеуге басты назар аударылады. Поршеньді ШЖҚ-ның түрлері, жұмыс жасау принципі, қозғалтқыштың техникалық деңгей көрсеткіштері қарастырылды. Сонымен қатар рекуперациялық тежелу кезінде пайда болған кинетикалық энергия жылу ретінде шығарылмай, қалай қайта пайдаға асатындығы туралы көрсетілген. Рекуперативті тежелу кезінде өндірілетін энергия есептелініп, «бастау-тоқтау» жүйесі қарастырылады.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: "Мехатронные рекуперативные приводы для возвратно-поступательного движения ". В данной дипломной работе особое внимание уделяется разработке и исследованию гибридных двигателей, работающих через двигатели внутреннего сгорания (ДВС) и электродвигатели, основанных на возвратно-поступательной движении, определению областей их применения и выработке рекомендаций по их применению. Рассмотрены виды, принцип работы и показатели технического уровня двигателя поршневого ДВС. Также показано, как кинетическая энергия, образовавшаяся при рекуперативном торможении, не вырабатывается в качестве тепла, а утилизируется. Рассчитывался энергия, произведенная во время рекуперативного торможения, а также рассмотрено система «старт-стоп».

ABSTRACT

Thesis topic: "mechatronic regenerative drives for reciprocating motion ". In this thesis, special attention is paid to the development and research of hybrid engines operating through internal combustion engines (ice) and electric motors based on reciprocating motion, the definition of their application areas and the development of recommendations for their application. The types, operating principle and technical level indicators of a piston engine are considered. It is also shown how the kinetic energy generated during regenerative braking is not generated as heat, but is utilized. The energy produced during regenerative braking was calculated, and the "start-stop" system was also considered.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Негізгі бөлім	11
1.1 Гибридті күш қондырғылары	11
1.2 Гибридті автомобиль дегеніміз не?	12
1.3 Жүйенің жұмысы	13
1.4 Гибридті автомобиль қозғалтқыштарының қосылу сұлбалары	14
2 Іштен жану қозғалтқышы (ІЖҚ)	17
2.1 Іштен жанатын поршеньді қозғалтқыштардың жұмыс принциптері	18
2.2 Қозғалтқыштың техникалық деңгей көрсеткіштері	19
3 Гибридті күш қондырғыларының негізгі компоненттері	22
4 Рекуперативті тежеу	23
4.1 Рекуперативті тежеу кезінде өндірілген жұмыс	25
5. Гибридті күш қондырғыларының артықшылықтары мен кемшіліктері	26
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Жаһандық жылыну қоғамды бей-жай қалдыра алмады және нәтижесінде өнеркәсіптің барлық салаларында қатаң экологиялық стандарттар пайда бола бастады. Автомобильдер де назардан тыс қалған емес, және оны өндірушілер де мүмкіндігінше таза әрі қолайлы өнімдерін жасауға бар күш-жігерлерін жұмсайды. Бұл проблеманы шешудің көптеген жолдары бар: пайдаланылған газдарды бейтараптандыру, қозғалтқыштың басқа да параметрлеріне түзету енгізу немесе толығымен электромобильдерге көшу.

Алайда, электромобильдерге көшу дәл қазіргі уақытта мүмкін емес. Оның негізгі себептері оның бағасының қымбат болуы әрі оны қуаттандыру орталықтарының кеңінен тармауы. Автомобильдерден ластану проблемасын шешудің ең тиімді тәсілдерінің бірі гибриді қондырғыларды енгізу болып табылады. Қысқаша оның мәнін келесідей сипаттауға болады: "Іштен жану қозғалтқышына (ІЖҚ) көмектесу үшін қуаты аз, бірақ үлкен күш моменті бар электр қозғалтқышы орнатылады. Бұл дегеніміз автомобиль орнынан қозғалғанда немесе аз жылдамдықпен жүрген кезде ІЖҚ жұмысын болдырмауға, сондай-ақ қуатты қондырғының отын тиімділігін арттыра отырып, тежеу кезінде пайда болған кинетикалық энергияны рекуперациялауды іске асыруға мүмкіндік береді. Ал ІЖҚ жұмысы қайтымды-ілгерімелі қозғалысқа ие піспекке негізделген.

Жоғарыда айтылғандай гибриді күш қондырғысың басты мақсаты – отын шығынын төмендету, сондай-ақ атмосфераға зиянды шығарындыларды азайту. Көмірқышқыл газының 78% – ы қарапайым автомобильдің толық өмір сүру циклі үшін оны пайдалануға және тек 22% - ы қалғандарына келеді. Сондықтан батареялар, электрқозғалтқыштар мен гибриді генераторын өндіру мен қайта өңдеу жұмыстарын арттыратын болсақ автомобиль жүру кезінде атмосфераға шығатын зиянды шығарындыларды төмендетуге болады. Соңғы уақытта, мұнай бағасының жоғары болуына және экологиялық талаптардың тұрақты өсуіне байланысты, мұндай автомобильдерге нарықтық сұраныс бірнеше есе өсті. Бұл ретте, технологияларды жетілдіру және гибридітерді өндірушілерге салықтық жеңілдіктер қазіргі уақытта бұндай автомобильдер әдеттегі автомобиль бағасымен шамалас.

Гибриді күш қондырғылары 6-7 жыл бұрын пайда болғанына және жақында ғана қолданысқа енгеніне қарамастан, гибриді күш қондырғыларының бірнеше қосу схемалары белгілі.

Біріншісі – және ең көп таралғаны – электрқозғалтқыш ІЖҚ мен трансмиссия арасында орналасқан кезі. Шағын өлшемді, тығыз кеңістік шектелген болғандықтан, ол әлсіз және өздігінен автомобильді қозғалысқа әкеле алмайды. Әдетте бұл жағдайда электрқозғалтқыш стартердің рөлін атқарады, себебі ІЖҚ иінді білікпен тікелей байланысқан. Мұндай схемада электрқозғалтқыштың беру күші аз әрі көп жұмыс жасамайды. Сонымен қатар электрқозғалтқыш трансмиссияға салынған схемаларда бар, бірақ барлық осы қосу схемалары дәстүрлі гибридіке жатады – яғни электрқозғалтқышы аккумулятор батареясынан зарядталады, ол өз кезегінде ІЖҚ немесе тяжелу

кезіндегі кинетикалық энергияны рекуперациялаумен қуаттанған генератормен зарядталады.

Алайда басқа да схемалар бар. Егер дәстүрлі гибридті жүйені параллель деп атар болсақ, онда бұны – тізбектей. Бұл жағдайда ІЖҚ әлсіз және тек батареяны зарядтауға арналған, яғни дөңгелектермен де, трансмиссиямен де тікелей байланысы жоқ. Энергия, дәстүрлі гибридтер сияқты, дөңгелектерді айналдыратын негізгі электрқозғалтқышқа түседі. Сондай-ақ, мұндай гибридті схемада батареяны зарядтау әдетте тұрмыстық электр желісі арқылы жүзеге асады.

Барлық гибридті жүйелер, олардың құрылымы мен жинақтарындағы айырмашылықтарға қарамастан, үлкен қуатты, басқару ыңғайлылығын және үнемділікті қамтамасыз етеді [1].

1 Негізгі бөлім

1.1 Гибридті күш қондырғылары

Бастапқыда "электр беру" принципін ұйымдастыру идеясы, яғни механикалық беріліс қорабын электр сымдарымен ауыстыру темір жол көлігінде және қоқыс таситын жүк көліктерінде іске асырылды. Бұл схеманы қолданудың себебі басқарылатын моментті қуатты көліктің дөңгелектеріне механикалық берудің үлкен қиындықтарымен байланысты. Қағидаттың мәні қарапайым отынмен жұмыс істейтін қозғалтқыш электр генератордың қозғалуына алып келеді, ал басқару жүйесі арқылы электр энергиясының қажетті мөлшері көлік құралын қозғалысқа алып келетін электр қозғалтқыштарына беріледі. Бұл өз қозғалысы үшін энергия өндіретін электробильдегі күш қондырғысы сияқты. Гибридті автомобильдің жұмыс схемасының мәні осыған ұқсас, бірақ айтарлықтай өзгерген, бірінші кезекте аккумуляторды қосу есебінен электромобильге қарағанда, ол сыйымды, әрі жеңіл.

Гибридті күш қондырғысының дамуының негізгі себептері атмосфераға зиянды шығарындылардың санын азайту болып табылады, бұл қалалық көлік үшін өте маңызды. Бұл жүйе күйе мен көмірсутектердің шығарындыларын 90%-ға , ал азот оксидтерін 50% - ға төмендетеді. Бұл ретте дизель қозғалтқыштары бар қарапайым автобустармен салыстырғанда отынды үнемдеу 60% - ға жетеді, ал қозғалыс басында екпін 50% - ға артады. Бұл қуатты орнату әр түрлі міндеттерді орындайтын түрлі автомобильдерге орнатылуы мүмкін. Гибридті күш қондырғысының жұмыс істеу принципі мыналардан тұрады: дөңгелектер аккумулятордан қоректенетін электр қозғалтқышпен қозғалысқа келтіріледі, ал дизельдік қозғалтқыш аккумуляторды қоректендіретін генераторды қозғалысқа келтіреді. Сонымен қатар, дизель трансмиссияға қосылады және өз қуатының бір бөлігін дөңгелектерге береді. Бұл дегеніміз, ең жоғарғы жылдамдыққа шамадан тыс шуылсыз, отын шығыны мен түтін шығару құбырынан көп түтін шығармай-ақ қол жеткізуге болады деген сөз [2].

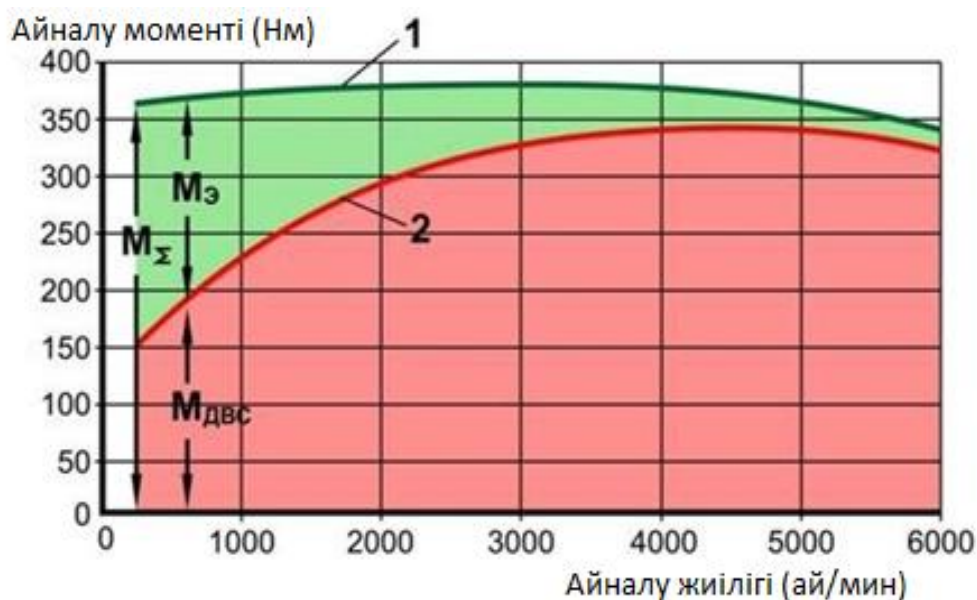


1.1 Сурет – Гибридті күш қондырғысы

1.2 Гибридті автомобиль дегеніміз не?

Гибридтік технология – бұл автомобильдер шығаратын жылыжай эффектісінің ең жақсы шешімі. Жанармай машиналары отынның жануына байланысты қоршаған ортаға көп мөлшерде көмірқышқыл газын шығарады. Гибридті автомобильдерде бензин қозғалтқышы, сондай-ақ электр қозғалтқышы және батареялар жиынтығы бар. Мұнда бензин қозғалтқышы кәдімгі бензинді қозғалтқышқа қарағанда аз. Бұдан басқа, ол шығарындыларды азайту және тиімділігін арттыру үшін бірқатар озық технологияларды қолданады. Гибридті автомобильдің басты ерекшелігі - электр қозғалтқышы [2].

Іштен жану қозғалтқышы және – электр қозғалтқышының жүктеме сипаттамалары әр түрлі. Яғни іштен жану құрылғысы орташа айналу жиілігі кезінде ең жоғары айналу моментіне ие болады, ал электр қозғалтқышы оны ротор айналуының басында қамтамасыз ете алады. Іштен жану құрылғысы және электр қозғалтқышының бірлескен жұмысы аз қуатты іштен жану құрылғысын пайдаланған кезде гибридті автомобильдің жоғары динамикалық қасиеттерін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Іштен жану құрылғысы және электр қозғалтқышының бірлескен жұмысы кезіндегі айналдыру моментінің сипаттамасы 1.2-суретте көрсетілген [3].



1.2 Сурет – гибридті күш қондырғысының айналу моменті: 1 – ЖК және электр қозғалтқыштың қосынды; 2 – тек ЖК.

Автомобиль жылдамдатылған кезде электр қозғалтқышы батареялардан қажетті энергияны алады. Сонымен қатар, автомобиль баяулаған сайын генератор ретінде әрекет етеді және энергияны батареяға қайтарады. Бұл құбылыс, яғни тежеу кезінде пайда болған жылу энергиясын электр энергиясына аударып реуперациялау жанармай шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Батареялар сонымен қатар мұнда өте маңызды рөл атқарады, олар энергияны жеткізуге және энергияны сақтауға көмектеседі.

Жалпы гибрид – генетикалық әртүрлі ата-аналық түрлерді (түрлерді, тұқымдарды, сызықтарды және т. б.) будандастыру нәтижесінде алынған организм (лат. Hibrida – қоспа). Біздің жағдайда генетикалық әр түрлі формалар – Іштен жану қозғалтқышы (ІЖК) және электр моторы [3].

1.3 Жүйенің жұмысы

Ішкі жану қозғалтқышынан кейін орнатылған планетарлық механизм қуат ағынын екі тармаққа бөледі: біреуі басты беріліс редукторына, екіншісі ауыспалы ток генераторына барады. Ол түрлендіргіш арқылы аккумуляторды зарядтайды, қажет болған жағдайда энергияны тартқыш электр моторына (түрлендіргіш арқылы) жібереді.

Тежелу кезінде электр моторы генератор режимінде әрекет етеді және түрлендіргіш арқылы батареядағы энергия қорын толықтырады. Ал ішкі жану қозғалтқышын іске қосу кезінде генератор стартердің рөлін атқарады. Әр түрлі айналым санымен жұмыс істейтін осы тораптардың барлығы компьютер арқылы басқарылады, оның командалары бойынша планетарлық механизмнің әртүрлі тістегершіктері тежеледі және түрлендіргіш қосылады.

Гибридті күш қондырғысы үшін бес жұмыс режимі бар:

Бірінші: Алғаш орнынан қозғалу кезі, аз жүктемемен, аз жылдамдықпен немесе аз еңістікпен қозғалыс. Тек электр қозғалтқышы жұмыс жасайды. Қозғалтқыш және генератор жұмыс істемейді. Аккумулятор зарядталуда.

Екінші: қалыпты жүру. Планетарлық механизм қуаттың бір ағынын редуктор арқылы жетекші дөңгелектерге, ал екіншісі – электр қозғалтқышы үшін энергияны өндіретін генераторға жібереді (өзін-өзі реттейтін трансмиссия), ол редуктор арқылы айналу моментінің бір бөлігін жетекші дөңгелектерге береді. Аккумулятор әрекет етпейді.

Үшінші: толық ашық дроссельмен жоғарғы жылдамдықпен қозғалу. Барлығы екінші режимде жүреді, бірақ енді жетекші дөңгелектерде бірлескен айналмалы сәтте үлесі елеулі өсетін электр моторына қосымша энергия беретін аккумулятор іске қосылады. Компьютер ең жоғары беріліске қол жеткізу үшін үнемі әрбір қуат ағынының үлесін реттейді.

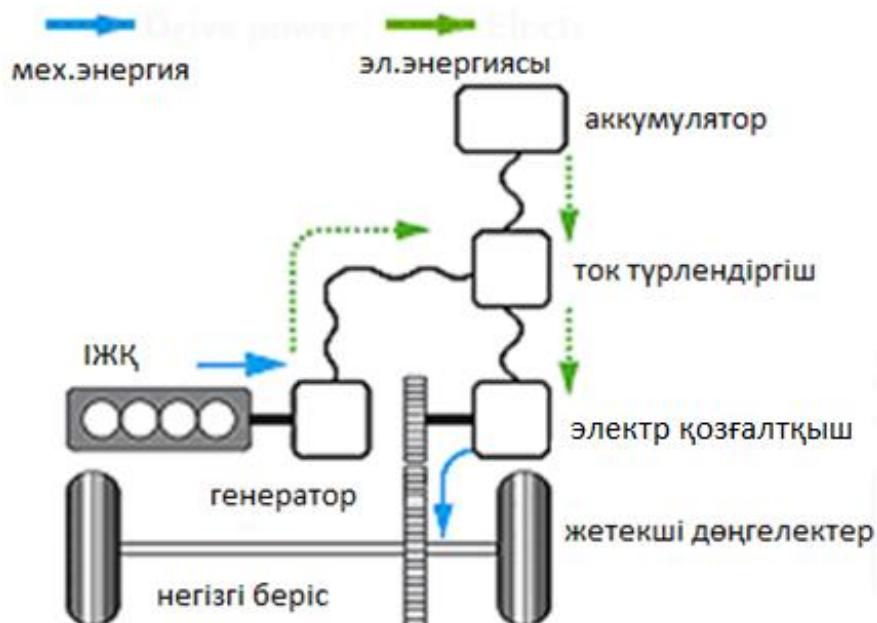
Төртінші: тежеу, баяулау. Дөңгелектердің инерциясы нәтижесінде тартушы электр қозғалтқышы айнала бастайды, ол осы режимде генератор қызметін атқарады. Өндірілген энергия (айнымалы ток) түрлендіргіш арқылы аккумуляторды (тұрақты ток) зарядтай бастайды. Іштен жану қозғалтқышы жұмыс істемейді.

Бесінші: зарядтау. Батареядағы энергия қоры таусылғанда, қозғалтқыш және генератор арқылы (компьютердің бақылауымен) аккумуляторға ток беру басталады.

Машина тоқтаған кезде қозғалтқыш автоматты түрде өшеді [1].

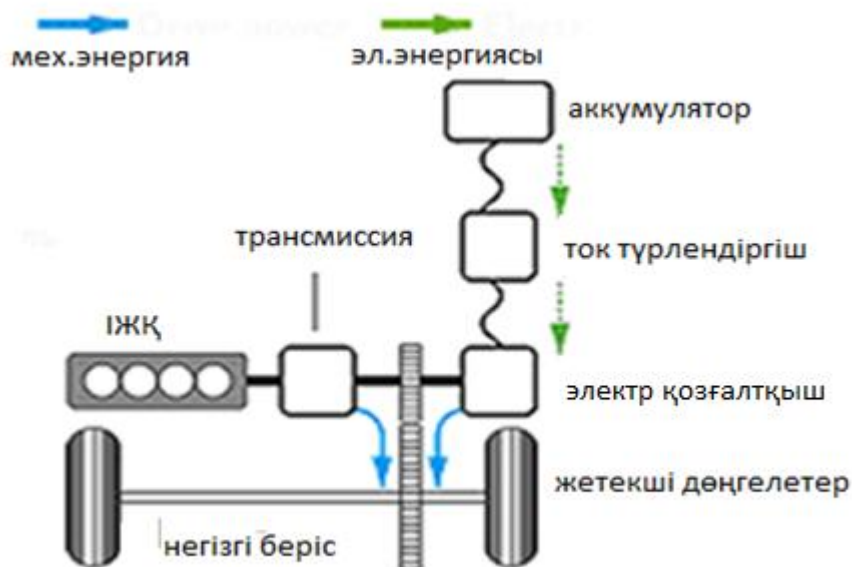
1.4 Гибридті күш қондырғыларының қосылу сұлбалары

Электр және отын құрамдастарының өзара әрекеттесу принципі бойынша, гибридті жетектерді үш түрге бөлу қабылданған: тізбектей жалғанған, параллель және тізбектей-параллель жалғанған.



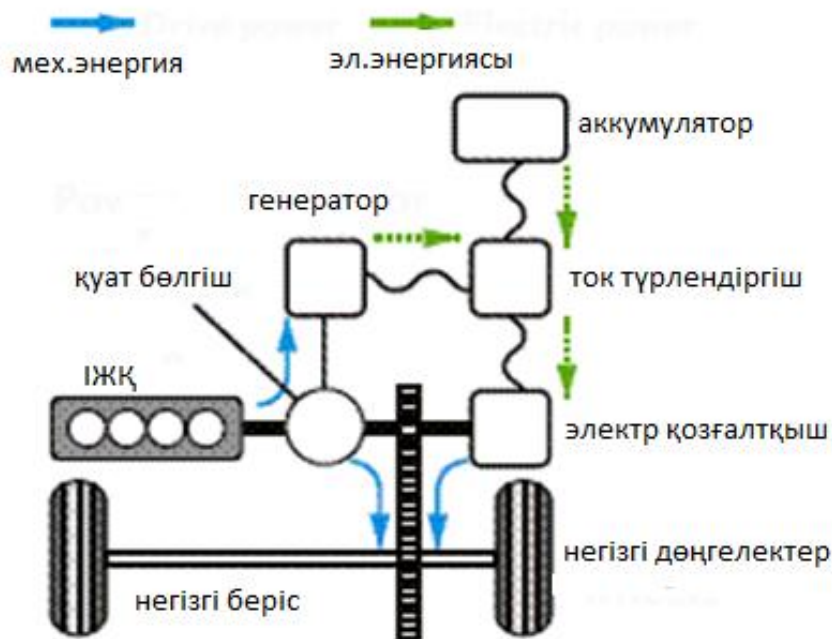
1.3 Сұлба – Гибридті қозғалтқыштың тізбектей жалғау сұлбасы

Бұл ең қарапайым гибридті конфигурация. ІЖҚ генератордың жетегі үшін ғана қолданылады, ал соңғы өндірілген электр энергиясы аккумуляторлық батареяны зарядтайды және жетекші дөңгелектерді айналдыратын электр қозғалтқышты қоректендіреді. Бұл беріліс қорабы мен ілініс қажеттілігін жояды. Батареяны зарядтау үшін рекуперативті тежелу қолданылады. Қуат ағыны жетекші дөңгелектерге келіп, бірқатар тізбекті түрлендірулер өтетін болғандықтан тізбектей жалғану деп аталады. Ішкі жану қозғалтқыштарынан пайда болатын механикалық энергиядан генератор шығаратын электр энергиясына және қайтадан механикалық энергияға. Бұл ретте энергияның бөлігі сөзсіз жоғалады. Сонымен қатар, ол өз кезегінде аз қуатты ІЖҚ-ны пайдалануға мүмкіндік береді, және де ол максималды ПӘК диапазонында жұмыс жасайды, немесе оны мүлдем өшіруге де болады. ІЖҚ ажыратылған кезде электр қозғалтқышы мен батарея қозғалыс үшін қажетті қуатты қамтамасыз етуге қабілетті. Сондықтан олар, ІЖҚ-дан айырмашылығы, неғұрлым қуатты болуы тиіс, демек олардың құны жоғары. Жиі тоқтау, тежелу және үдеу режиміндегі қозғалыс, төмен жылдамдықпен, яғни қала ішіндегі қозғалыс кезінде тізбектей сұлба неғұрлым тиімді. Сондықтан оны қалалық автобустарда және қалалық көліктің басқа да түрлерінде пайдаланады. Мұндай принцип бойынша үлкен тау-кен машиналары жұмыс істейді, онда үлкен айналмалы моментті дөңгелектерге беру қажет және жоғары қозғалыс жылдамдығы талап етілмейді.



1.4 Сұлба – Гибридті қозғалтқыштың параллель жалғау сұлбасы

Бұл жерде жетекші дөңгелектер ІЖҚ арқылы да және электр қозғалтқышы (ол қайтымды болуы тиіс, яғни генератор ретінде жұмыс істей алады) арқылы да қозғалысқа келтіріледі. Олардың келісілген параллель жұмысы үшін компьютерлік басқару қолданылады. Бұл ретте қалыпты трансмиссияның қажеттілігі сақталады және қозғалтқышқа тиімсіз өтпелі режимдерде жұмыс істеуге тура келеді. Екі қорек көздерден түсетін момент қозғалыс жағдайына байланысты бөлінеді: Өтпелі режимдерде (бастау, үдеу) ІЖҚ көмегіне электр қозғалтқышы қосылады, ал тұрақталған режимдерде және тежелу кезінде ол аккумуляторды зарядтап, генератор ретінде жұмыс істейді. Осылайша, параллельді гибридте уақыттың көп бөлігінде ІЖҚ жұмыс істейді, ал электрқозғалтқышы оған көмек көрсету үшін қолданылады. Сондықтан параллельді гибридтер тізбектермен салыстырғанда аз аккумуляторлы батареяны пайдалана алады. ІЖҚ дөңгелектермен тікелей байланысты болғандықтан, онда қуатты жоғалту тізбекті гибридке қарағанда айтарлықтай аз. Мұндай схема өте қарапайым, бірақ оның кемшілігі – параллельді гибридтің қайтымды машинасы бір мезгілде дөңгелекті қозғалысқа келтіре отырып, батареяны зарядтай алмайды. Параллель гибридтер тас жолда тиімді, бірақ қалада тиімділігі аз. Бұл схеманы іске асырудың қарапайымдылығына қарамастан, ол экологиялық параметрлерді де, ІЖҚ пайдалану тиімділігін де айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік бермейді.



1.5 Сұлба – Гибридті қозғалтқыштың тізбектей-параллель сұлбасы

Тізбектей-параллель сұлбада параллельді гибридтің сұлбасына жеке генератор және қуатты бөлуші (планетарлық механизм) қосылады. Нәтижесінде гибрид тізбектей гибридтің белгілерін алады: автомобиль орнынан қозғалғанда және аз жылдамдықпен жүрген кезде тек электр қозғалтқышы ғана жұмыс жасайды. Жоғары жылдамдықта және тұрақты жылдамдықпен қозғалғанда ІЖҚ қосылады. Жоғары жүктеме кезінде (қозғалысты үдету, таудағы қозғалыс және т.б.) электр қозғалтқышы аккумулятордан қосымша қорек алады - яғни гибрид параллель ретінде жұмыс істейді. Батареяны зарядтайтын жеке генератордың болуы арқасында электр қозғалтқышы тек дөңгелектерді жетек үшін және рекуперативті тежелу кезінде пайдаланылады. Планетарлық механизм ІЖҚ қуатының бір бөлігін дөңгелекке, ал қалған бөлігін электрқозғалтқышты қоректендіретін немесе батареяны зарядтайтын генераторға береді. Компьютерлік жүйе кез келген қозғалыс жағдайында оңтайлы пайдалану үшін екі энергия көздерінен қуат беруді үнемі реттейді. Бұл жағдайда электрқозғалтқыштың бір бөлігі жұмыс істейді, ал ІЖҚ тек ең тиімді режимдерде қолданылады. Сондықтан оның қуаты параллельді гибридтен төмен болуы мүмкін [4].

2 Іштен жану қозғалтқышы (ІЖҚ)

ІЖҚ – отын тікелей қозғалтқыштың жұмыс камерасында (ішінде) жанатын жылу қозғалтқышының түрі. Осылайша, отын қоспасы осындай қозғалтқыштардың жұмыс денесі болып табылады. Мұндай қозғалтқыш бастапқы, химиялық болып табылады және отынның жану энергиясын механикалық жұмысқа түрлендіреді. Оның негізгі 3 түрі бар: поршеньді, газ тәрізді жану өнімдерінің кеңею жұмысы цилиндрде жүргізілетін (поршеньмен қабылданады, оның қайтарымды-үдемелі қозғалысы иінді біліктің айналмалы қозғалысына айналады) немесе тікелей іске қосылатын машинада пайдаланылады; газтурбиналық, онда жану өнімдерін кеңейту жұмысы ротордың жұмыс күрекшелерімен қабылданады; реактивті, соплдан жану өнімдерінің өтуі кезінде туындайтын реактивті қысым пайдаланылады. «ІЖҚ» термині көбінесе поршеньді қозғалтқыштарға қолданылады. Гибридті автомобильдерде, әдетте, дәстүрлі бензин қозғалтқыштары сияқты, қайтымды-ілгерімелі қозғалыс механизмімен жұмыс істейтін ІЖҚ пайдаланылады, алайда ол айтарлықтай кіші және одан да көп жетілдірілген [5].

Поршеньді қозғалтқыш – цилиндрде отынның жануы нәтижесінде пайда болған, кеңейтілетін газдардың жылу энергиясы, цилиндрде жұмыс денесінің кеңейтілуі есебінен поршеннің үдемелі қозғалысының механикалық жұмысына айналдыратын ІЖҚ. Поршеньдердің үдемелі қозғалысы иінді біліктің қосиінді-бұлғақты механизмі арқылы айналады. Осылайша, бұл қозғалтқыштар (көп жағдайда) механикалық энергияны айналдыру моменті түрінде береді [6].

Ішкі жану поршеньді қозғалтқышы корпусты, екі механизмді (қосиінді-бұлғақты және газ тарату) және бірқатар жүйелерді (іске қосу, отын, от алдыру, майлау, салқындату, шығару және басқару жүйесі) қамтиды.

Қоректену жүйесі. Бұл торапта отын-ауа қоспасын дайындау жүзеге асырылады: отынды сақтау, оны тазалау, қозғалтқышқа беру.

Майлау жүйесі. Жүйенің негізгі компоненттері – түтіктер, май қабылдағыш, редукциялық клапан, май табаны және сүзгі. Жүйені бақылау үшін қазіргі заманғы шешімдер май қысымының көрсеткіш датчиктерімен және авариялық қысымның сигналдық шамының датчиктерімен жарақталады. Жүйенің басты функциясы – торапты салқындату, жылжымалы бөлшектер арасындағы үйкеліс күшін азайту. Сонымен қатар, майлау жүйесі тазарту функциясын орындайды, қозғалтқышты күйіктен, мотордың тозуы барысында пайда болған өнімдерден босатады.

Салқындату жүйесі. Жұмыс температурасын бірқалыпта ұстап тұру үшін маңызды. Ол жұмыс камерасының қатты қызып кетуінен қорғайды.

Оталдыру жүйесі. Тек бензоқозғалтқыштар құрамына кіреді. Жүйенің ажырамас компоненттері – шам және оталдыру катушкалары. Конструкцияның ең танымал нұсқасы – «Шамдағы катушка».

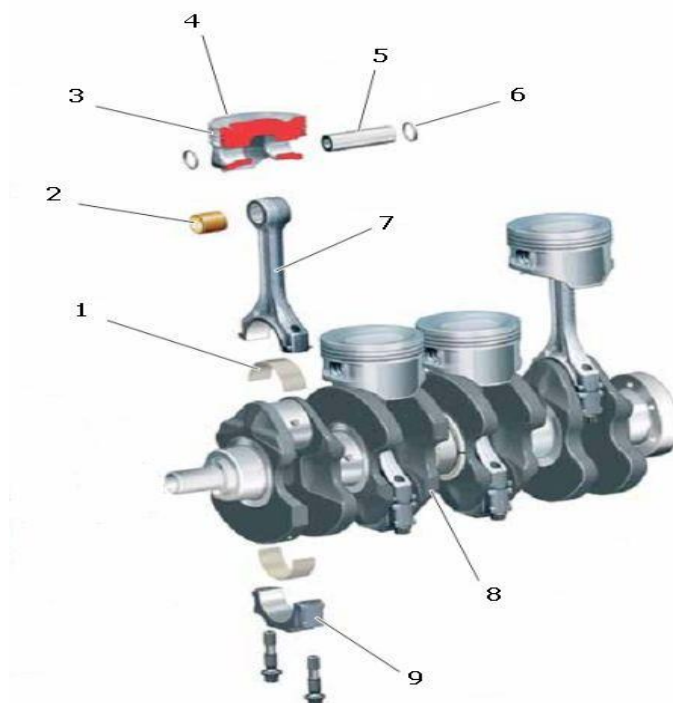
Бүрку жүйесі. Отынды мөлшерлі беруді ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Газ таратқыш механизмі – клапандар жұмыс барысын қадағалайды, бұның өзі поршеньдердің белгілі бір қалпында қозғалтқыш цилиндрлеріне ауа

жіберуіне, соны белгілі бір қысымда сығып тұруға және цилиндрлердегі қолданылған газды шығаруға мүмкіндік береді.

Қосиінді-бұлғақты механизм поршеньдердің тура сызықты қозғалысын иінді біліктін айнымалы қозғалысына келтіреді, бұның өзі механикалық энергияның берілісі үшін, автомобильдің жетекші дөңгелектерін, жұмысшы органдарын қозғалысқа келтіруде өте қолайлы болып табылады [5].

Қозғалтқыштың қосиінді-бұлғақты механизмі(ҚБМ) келесі суретте көрсетілген:



2.1 Сурет – ҚБМ:

1. Бұлғақ мойынтірек;
2. Бұлғақтың жоғарғы басы;
- 3.5.6. Поршень сақиналары;
4. Поршень;
7. Бұлғақ;
8. Коленвал;
9. Негізгі мойынтірек.

2.1 Іштен жанатын поршеньді қозғалтқыштардың жұмыс принциптері

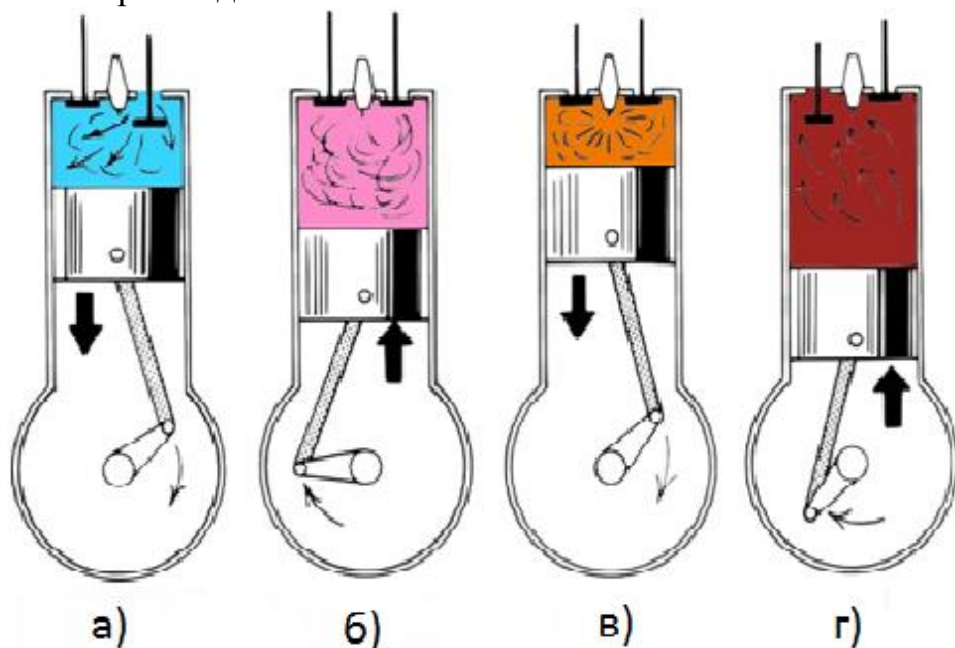
Поршеньді ІЖҚ, кезеңдік әрекет ету машиналары бола отырып (олардың камераларындағы жұмыс процестері бір - бірін ауыстырады), ең алдымен тактілік бойынша жіктеледі (такт-бұл поршеньдің бір қозғалысы (жоғары немесе төмен), уақыт бойынша ол иінді біліктің жарты-айналымын алады). Такті санына байланысты екі, төрт, алты тактілі поршеньді ІЖҚ деп бөлінеді. Екі тактілі көбіне массасы аз қондырғыларда қолданылады. Ал алты тактілі бұрындары теміржол саласында пайдаланылған болатын және тиімділігі мен пайдасының төмендігінен олар ары қарай дамымады. Қазіргі кезде ең көп қолданысқа иесі төрт тактілі болып есептеледі.

Төрт тактілі іштен жанатын поршеньді қозғалтқыштардың жұмыс істеу принципі келесі реттілікте өтетін процестерге негізделген (2.2 сурет). Цилиндр ішінде поршень қайтымды-ілгерімелі қозғалыста. Цилиндр ішінде оның қозғалуына байланысты әртүрлі құбылыстар пайда болады. Цилиндр үсті

цилиндр баласы арқылы бекітілген, ал ол соратын, шығаратын клапандар арқылы сыртпен байланысады. Келесі кезекте поршеньнің жүрісін кезегімен қарастырайық.

Поршень жоғарыдан төмен қарай жылжиды, яғни оның үстіндегі кеңістік ұлғаяды. Сәйкесінше оның ішіндегі газ қысымы азайып, вакуум пайда болады. Сонда соратын клапан ашылады да сырқы жақтан жану қоспасы кіреді. Бұндай процесті – сору процесі деп атаймыз (2.2а сурет). Ол процесс поршень төмен түскенге дейін созылады.

Поршеньнің келесі жүрісі төменнен жоғары қарай бағыттала бастайды (2.2б сурет). Дәл сол сәтте клапандар жабық болғандықтан, цилиндр ішіндегі газ қысылады, сәйкесінше көлемі азаяды. Бұл процесті – қысу процесі деп аталады. Қысылған газ қасиеті бойынша оның көлемі азая отырып, температурасы жоғарылайды.



2.2 Сурет – Төрт тактілі қозғалқыштың жұмыс сұлбасы:
а – сору; б – қысу; в – ұлғаю; г – шығару.

Поршень жоғары жеткен кезде (2.2в сурет) қызып тұрған, қысылып тұрған жану қоспасына электр ұшқынын бере отырып тұтандырады немесе қызып тұрған ауаға жанар май шашылу арқылы ол тұтанып жанады. Яғни қысу процесінің соңында жану процесі жүзеге асады.

Жанған газ өте үлкен жылу бөліп шығарады да сол газдың температурасы жоғарылайды, сәйкесінше температура жоғарыласа, оның қысымы да арта түседі. Сосын сол қысым поршеньді төмен қарай итереді. Бұны – ұлғаю процесі деп атайды. Бұл ұлғаю процесі де поршень төмен түскенге дейін созылады (2.2г сурет).

Жанған газ үлкейіп біткеннен соң поршень төменнен жоғарыға қозғала бастайды. Осы кезде шығаратын клапан ашылады да жанған газ сыртқа қарай поршеньмен итеріліп шығарылады. Бұл процесті – шығару процесі деп аталады. Ары қарата осы процестер қайталана береді [7].

2.2 Қозғалтқыштың техникалық деңгей көрсеткіштері

ҚБМ-дағы поршеннің ілгерімелі қозғалысы кезінде жасалатын жұмыс түсірілген күш F пен орын ауыстыру S көбейтіндісіне тең.

$$A = F \cdot \Delta L, \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.1)$$

Ал қысымы аудан бірлігіне түсетін қалыпты күшке тең

$$P = \frac{F}{S}, \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} (\text{Па}). \quad (2.2)$$

Поршеньге әсер ететін күш мынадай формула бойынша анықталады

$$F = P \cdot S,$$

осыдан механикалық жұмысты табуға болады:

$$A = P \cdot S \cdot \Delta L = P \cdot \Delta V = P \cdot V_h, \quad (2.3)$$

мұндағы V_h – цилиндрдің жұмыс көлемі.

Поршеньді ІЖҚ үшін жұмыс

$$A = P \cdot iV_h, \quad (2.4)$$

мұндағы i – цилиндрлер саны.

Иінді біліктің айналу бұрышы мен уақыты келесі формулалармен анықталады

$$\varphi = 6n\tau, \quad (2.5)$$

мұндағы n – айналу жиілігі, мин^{-1} .

Төрт тактілі қозғалтқыштың айналымын уақыт

$$\tau = \frac{\varphi}{6n} = \frac{720^\circ}{6n} = \frac{120}{n}, \quad (2.6)$$

Қозғалтқыштың тиімді қуатын мына формула бойынша анықтауға болады

$$N_T = \frac{P_T \cdot iV_h \cdot n}{120} = \frac{P_T \cdot iV_h \cdot n}{30m}, \quad (2.7)$$

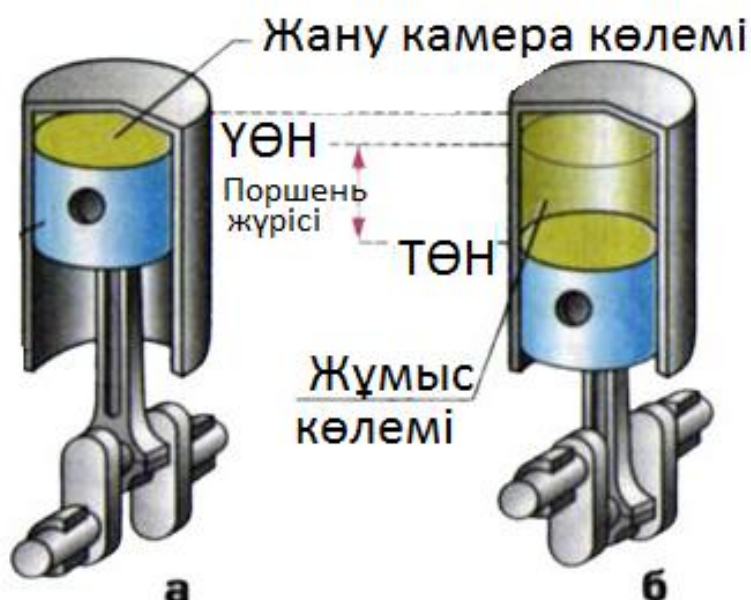
мұндағы m – қозғалтқыш тактілігі (төрт тактілі – 4, екі тактілі – 2).

(2.7) формуласына қарап отырсақ, тұрақты жұмыс көлемінде iV_h , n және P_T мәндерін жоғарылату арқылы тиімді қуатты N_T арттыруға болады. P_T – бір тактіде(поршень жүрісі), цилиндрде бір циклде жұмыс жасаған ауыспалы қысыммен бірдей жұмыс жасайтын орташа тиімді қысым.

Өлі нүктелер. Цилиндрде поршень жүрус жасағанда оның екі шеткі жағдайы ажыратылады: иінді біліктің осінен ең алыс (2.3 сурет) – жоғарғы өлі нүкте (ЖӨН) және иінді біліктің осіне ең жақын – төменгі өлі нүкте (ТӨН). Өлі нүктелерде поршень біраз уақыт қозғалмайды, дегенмен иінді білік айнала береді.

Поршень жүрісі S – поршеннің ЖӨН-нен ТӨН-не дейін немесе кері жүріп өткен жолы. Қалыпты қосиінді-бұлғақты механизм үшін поршень жүрісі иінді біліктің айналысының жартысына сәйкес келеді.

Қозғалтқыш литрі – барлық цилиндрлердің жұмыс көлемдерінің қосындысы [8].



2.3 Сурет – Поршеннің орналасуы: а – ЖӨН; б – ТӨН.

3 Гибридті күш қондырғыларының негізгі компоненттері

Электр қозғалтқышы – бұл электр машинасы, оның көмегімен қозғалысқа түрлі механизмдерді орнату үшін электр энергиясы механикалық энергияға айналады. Қазіргі заманғы автомобиль жасау технологиялары электр қозғалтқышты күш қозғалтқышы ретінде де, тежелу кезінде энергия генераторы ретінде де пайдалануға мүмкіндік береді, яғни электр моторы аккумуляторлық батареялардан қоректеніп автомобильді тездетуге қабілетті, немесе батарея энергиясының толуын қамтамасыз ете отырып, автомобиль тежелуі не биіктен түсу кезінде генеративтік режимде жұмыс істей алады. Гибридті күш қондырғыларында тұрақты тоқта жұмыс жасайтын асинхронды электр қозғалтқыштар қолданылады.

Инвертор. Жоғары вольтты аккумулятордан келген токты электр қозғалтқышы үшін айнымалы үш фазалы токқа түрлендіреді, энергия таралуын реттейді;

Жанармай бағы. Гибридтегі жанармай бағы ІЖҚ жұмысы үшін бензинді сақтау құрылғысы болып табылады.

Генератор. Өз жұмысының механизмі бойынша генератор күштік электрқозғалтқышымен ұқсас, алайда гибридті автомобильде ол электр энергиясын өндіру үшін ғана қолданылады.

Аккумуляторлық батареялар - гибридті автомобильдің электр қозғалтқышының жұмысына арналған энергияны сақтау құрылғылары. Бензин қозғалтқышы үшін жанармай бағынан бензинді пайдалану ғана тән болса, гибридті автомобильдің электр қозғалтқышы батареялардың энергиясын да пайдалана алады, сондай-ақ оны рекуперативті тежеу механизмі арқылы қуаттайды.

Гибридті күш қондырғыларында, әдетте, электромобильдерге қарағанда, ықшам және жеңіл аккумуляторлық батареялар қолданылады.

Берілісті ауыстырып қосу қорабы гибридті автомобильде бензин қозғалтқышы сияқты функцияны орындайды, сонымен қатар ІЖҚ және электр қозғалтқыштарының жұмысын бақылайды.

Генератор, батарея және электр қозғалтқыш арасындағы энергия ағынын бақылау үшін энергияны басқару блогы және ауыстырып қосудың жартылай өткізгіш құрылғысы қолданылады [9].

4 Рекуперативті тежеу

Гибридті күш қондырғысы жұмыс істейтін ең қызықты сәттердің бірі – тежеу кезінде болады. Автомобильдің электрондық «миы» қашан гидравликалық тежеу жүйесін іске қосу керегін қашан рекуперативті тежеуді қолдану керегін, соңғысына артықшылық бере отырып, өздері шешеді. Яғни тежегіш педалін басқан кезде олар электр қозғалтқыштарын "генераторлық" жұмыс режиміне ауыстырады, және электр энергиясын өндіреді және энергетикалық орталық арқылы аккумуляторлық батареяны қоректендіре отырып, дөңгелектерге тежегіш сәт жасайды. Бұл "гибридті күш қондырғыларының" ерекшелігі.

Кері қосумен, қозғалтқыштардың тежелуі айналмалы моменті, айналуының кері бағытына әсер ететіндей оның орамдарын ауыстырып қосумен жүзеге асырылады. Бұл ретте машина генераторлық режимде жұмыс істейді, ал оның ЭҚК-сы желі кернеуімен бағыттас және оның тогы:

$$I_a = \frac{E + U}{r_a} \quad (4.1)$$

Егер білікке жүктеме моменті бар айналмалы қозғалтқышта ағынды немесе бұрыштық жылдамдықты ЭҚК желінің кернеуіне тең болатындай етіп ұлғайтса, онда қозғалтқышқа көп жүк түседі де ол бос айнала бастайды. ЭҚК ($E > U$) одан әрі ұлғайған жағдайда машина генераторлық режимге ауысады және оның білігінде тежегіштік электромагниттік момент пайда болады. Бұл ретте параллель қозу қозғалтқыштарында схеманы ауыстырып қосу талап етілмейді, тежеу энергиясы желіге беріледі және пайдаға асырылады. Мұндай тежеу рекуперативті деп аталады және жоғарыда айтылған барлық түрлері мен тежеу тәсілдерінің ең үнемді және тиімдісі болып табылады.

Тежелу энергиясын рекуперациялау жүйелерін қолдану автомобильдердің қуатты қондырғысының отын тиімділігін жақсартады. Мұндай жүйелерде қозғалыс жылдамдығын төмендету үшін көлік құралының трансмиссиясына қосылған электр қозғалтқышы қолданылады. Тежеу кезінде электрқозғалтқышы генераторлық режимде жұмыс істей бастайды, қозғалтқыш білігінде тежегіш моменті пайда болады және аккумуляторлық батареяда жиналатын электр энергиясы өндіріледі. Осылайша алынған энергия автомобиль қозғалысы үшін қолданылады.

Гибридті көлік құралдарында тежеу кезінде тартқыш электр қозғалтқышы дөңгелектердегі айналмалы моментті және энергия жинағыштарын қамтамасыз ете отырып, генератор ретінде пайдаланылады. Рекуперация процесінде алынған энергия автомобильді жеделдету үшін немесе сыртқы және ішкі тұтынушыларды қоректендіру үшін пайдаланылуы мүмкін. Автомобильдің ең тиімді рекуперативті тежеу, алдыңғы білікке тиесілі және тежеу кезінде пайда болған кинетикалық энергияның 70% - ға дейін осы алдыңғы білікке тиеді.

Қалалық жағдайда автомобильді пайдалану кезінде үнемі тоқтау және тежеуге тура келеді. Үдеу кезінде ІЖҚ қуаты жылдамдықты арттыруға жұмсалады, ал тежелу кезінде жанған автомобильдің кинетикалық энергиясы (15-тен 60% - ға дейін) жай ғана жоғалады. Жоғалған энергия көлемі автомобиль түріне және қозғалыс түріне (қала, тас жол) байланысты. Зерттеушілер математикалық үлгілердің көмегімен осы энергияның бірнеше пайызын пайдаланған кезде, қалалық жағдайда қозғалыс кезінде жанармайды тұтыну 20-30% - ға төмендейтінін айтты.

Гибридті автомобильдің рекуперативті тежелу жүйесін қарастырайық. Қалыпты режимде қозғалғанда, қосалқы ІЖҚ генераторды айналдырады. Тартқыш электр қозғалтқыштары одан қуат беретін кернеуді алады және дөңгелектерді айналдырады. Автомобильді тежеу кезінде генератор сөніп қалады, содан кейін дөңгелектер қозғалтқышты айналдыра бастайды, ал олар генератор ретінде жұмыс істей бастайды және аккумуляторда жинақталған электр энергиясын өндіреді. Осылайша, рекуперация процесінде тежеу энергиясы электр энергиясына айналады. Рекуперативті тежелу жүйелерін қолдану тек гибридті автомобильде ғана тән емес. Жеделдету кезінде генератор жұмыс істемейтін модельдер бар, бұл ішкі жану қозғалтқышына жүктемені азайтады және отын шығынын азайтады. Ал жүргізуші тежеу процесін бастаған кезде генератор қосылып, батареяны зарядтай бастайды. Батареяны зарядтау үшін көлік құралын тежеу кезінде алынған энергияны қолданудың бұл әдісі дәстүрлі болып табылады. Жоғарыда айтылғандай, бұл ІЖҚ қуатын тек қозғалыс үшін пайдалану арқылы жанармай үнемдеуге және динамикалық өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, автоөндірушілер тежелу процесінде энергияны тиімді пайдалану үшін басқа да әдістерді қолданады.

Автомобильдегі энергияны үнемдеу бағыттарының бірі рекуперациялаумен «бастау-тоқтау» жүйесі болып табылады. Бұл жүйенің мақсаты – отынды үнемдеу, бірақ көбінесе ол тежеу энергиясын рекуперациялау режимімен бірге жұмыс істейді. Зерттеулерге сәйкес, уақыттың отыз пайызына дейін ІЖҚ бос жүрісте жұмыс істейді. Бұл қала жағдайында көлік қозғалысының ерекшеліктеріне байланысты. Қозғалыс тығыз ағымында автомобиль бағдаршамдарда, жаяу жүргіншілер өткелдерінде жиі тоқтайды, ал ірі қалаларда үлкен тығындар пайда болады және қозғалысқа басқа да кедергілер бар. Мұндай жағдайда «бастау-тоқтау» режимі қолданылады. Бұл режим мынадай түрде іске асырылады – тоқтаған кезде (тығында, бағдаршамда және т.б.) жылу қозғалтқышы өшіріледі (тоқтау), ал қажет болған жағдайда қозғалысты бастау (бастау) іске қосылады. Барлық осы операцияларды қозғалтқыштың жұмыс режимін сипаттайтын және жүргізуші орындайтын басқару әрекеттерін сипаттайтын датчиктердің көрсеткіштерін талдайтын күрделі электрондық жүйелер орындайды. Кейбір жағдайларда бұл процесс рекуперативті тежеумен толықтырылады, бұл батареяны қосымша зарядтауға мүмкіндік береді [10].

4.1 Рекуперативті тежеу кезінде өндірілген жұмыс

Рекуперативті тежелу генератор және батарея қатысуымен болатын екі сатылы процесс болып табылады. Бастапқы кинетикалық энергия генератордың көмегімен электр энергиясына айналады және содан кейін батареядан химиялық энергияға айналады. Осы жерде жұмыс жасаған генератордың пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) мынаған тең

$$\eta_{\text{ген}} = \frac{W_{\text{сырт}}}{W_{\text{іш}}} \quad (4.2)$$

мұндағы $W_{\text{сырт}}$ – генератор шығаратын жұмыс, $W_{\text{іш}}$ – генератордағы жұмыс.

Генератордағы жұмыс дегеніміз автомобиль тежелген кездегі кинетикалық энергия, ал генератор шығаратын жұмыс деп генератор өңдеп шығарған электр энергиясы. Осы талдаулардан кейін генератор шығарған энергияны табуға болады

$$E_{\text{ген}} = \frac{\eta_{\text{ген}} m v^2}{2 \Delta t} \quad (4.3)$$

мұндағы Δt – автомобильді тежеу уақыты; m – автомобиль массасы v – автомобильді тежеу кезіндегі алғашқы жылдамдық.

Батарея тиімділігін, яғни ПӘК-ін былай жазуға болады

$$\eta_{\text{бат}} = \frac{P_{\text{сырт}}}{P_{\text{іш}}} \quad (4.4)$$

яғни бұдан

$$P_{\text{іш}} = P_{\text{ген}} \quad (4.5)$$

$$P_{\text{сырт}} = \frac{W_{\text{сырт}}}{\Delta t} \quad (4.6)$$

Жоғарыдағы формулаларды қорыта отырып батареяға келген энергия рекуперативті тежеу кезінде алынған энергияға тең, яғни рекуперативті тежеу кезінде өндірілген жұмыс

$$W_{\text{сырт}} = \frac{\eta_{\text{ген}} \eta_{\text{бат}} m v^2}{2} \quad (4.7)$$

Бұдан шығар қорытынды генератормен батареяның пайдалы әсер коэффициенті жоғары болған сайын тежеу кезіндегі кинетикалық энергияның көптеген бөлігін электр энергиясы ретінде қайтарып алуға болады [11].

5 Гибридті күш қондырғыларының артықшылықтары мен кемшіліктері

Гибридті күш қондырғылары арқылы жасалған автомобиль, автобус, ауыр жүк көліктері әдеттегі автомобильдерге қарағанда отынды 30%-ға азырақ жұмсайды. Бұнымен гибридті күш қондырғыларың артықшылықтары шектелмейді:

- рекуперативті тежелу технологиясы арқасында және ІЖҚ-ның аз жұмыс жасауына байланысты атмосфераға шығаратын зиянды заттар қарапайым автомобильдерге қарағанда аз;

- электр қозғалтқышының арқасында автомобиль бастапқы орнынан тезірек қозғалады;

- үнемді. Гибридті автомобильдерді дамыту үшін көптеген елдердің үкіметі гибридті баламаға ауысқысы келетіндер үшін бірнеше кредит бөледі. Олар сондай-ақ ақылы жолдарда жол жүру төлемінен босатылады және атмосфераға шығарған зиянды заттар үшін төленетін жыл сайынғы салық төлемдері едәуір аз;

- қазбалы отынға аз тәуелділік. Электрқозғалтқыштың көмегімен гибридті күш қондырғысы қазбалы отынның аз мөлшерін қажет етеді, бұл шығарындылардың төмендеуіне және қазбалы отынға тәуелділіктің төмендеуіне әкеледі. Осыған байланысты бензин бағасының төмендеуін күтуге болады;

- қалалық жағдайда бос жүрісте жұмыс істеу тиімді;

- электр қозғалтқыштарына қарағанда алыс жолға аккумуляторды қуаттандырмай-ақ жанармай багы көмегімен жүре беруге болады;

- жұмыс істейтін мотордың шуы төмен.

Ал енді гибридті күш қондырғыларының негізгі кемшіліктеріне келер болсақ:

- пайдаланылған аккумуляторларды утилизациялау қиын;

- аз қуат. Гибридті автомобильдер екі тәуелсіз қозғалтқышты пайдаланады, ал автомобильдерде бензин қозғалтқыш негізгі энергия көзі ретінде әрекет етеді. Бұл дегеніміз гибридті автомобильдегі екі қозғалтқыш бензин қозғалтқышының да, электр қозғалтқышының да әдеттегі бензин немесе электр көлік құралдарындағы сияқты қуатты болмайтынын білдіреді. Нәтижесінде аз қуат алынады, бұл автомобильдерді динамикалық жеделдету үшін жарамсыз етеді.

- қымбат сатып алу. Көптеген адамдар үшін бірінші тежеуші фактор гибридті автомобильдердің жоғары бағасы болып табылады, олардың құны орташа есеппен әдеттегі автомобильдерге қарағанда бес-он мың долларға көп. Дегенмен, бұл ұзақ уақыт бойы өзін ақтайтын бір реттік инвестиция.

- жөндеу жұмыстары қиын әрі қымбат. Бұл автомобильдерді жөндеу және техникалық қызмет көрсету қос қозғалтқышқа, технологиялардың үздіксіз дамуына және техникалық қызмет көрсетудің жоғары шығындарына байланысты қымбат болуы мүмкін. Және де бұл жаңадан пайда болып жатқан технология болғандықтан тәжірибесі бар жетілген маманды табу қиын.

– жоғары кернеулі батареялар. Апат болған жағдайда батареялардағы жоғары кернеу өлімге әкелуі мүмкін. Мұндай жоғары кернеудің болуы жолаушылардың электрден қатты зардап шегуі мүмкіндігін арттырады. Сонымен қатар, құтқарушылардың апат кезіндегі жұмысын қиындатады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Сонымен қорытындылай келгенде гибридті күш қондырғылары болашақтың алғашқы сатыларының бірі. Қазіргі таңда жанармай тапшылығы, қымбаттылығы кезеңінде оңтайлы болып табылады. Дипломдық жұмыста жасалған бірнеше талдаулардан кейін гибридті автомобильді пайдалану қарапайым әдеттегі автомобильдерді пайдаланудан арзанға түседі. Электр қозғалтқышының, рекуперативті тежелу арқасында жанармай тұтынушылық та, табиғатқа шығаратын зиянды заттар көлемі де айтарлықтай аз. Сонымен қатар бірнеше мемлекеттер осындай автомобильдермен қозғалатын азаматтарға бірқатар жеңілдіктер қарастырған. Гибридті күш қондырғыларының тағы бір айырмашылығы және артықшылығы олардың жол жүру қашықтығы электрмашиналарына қарағанда едәуір жоғары. Осындай бірнеше артықшылығына қарамастан неліктен барлық автомобиль шығаратын компаниялар осы жүйеге толықтай көшпей жатыр? Оның негізгі себебі автомобиль бөлшектерінің қымбаттылығына байланысты бағасының қымбатқа түсуі. Яғни бағасының қымбаттылығына байланысты кез келген адамның қолы жете бермейді. Бірақ гибридті автомобильді сатып алу болашақта өзін-өзі ақтайтын инвестиция деп қарастырсақта болады. Алғашында қымбатқа алып жүру арзандығы арқасында өтелген өтемді жылдар өте қайтарып алуға болады. Сонымен қатар тағы бір кемшілігі аккумулятордың суыққа шыдамауына байланысты солтүстік суық өңірлерде қолдану қиындық туғызады. Гибридті автомобильдердің кеңінен тарамағанына және құрылысының күрделі болуына байланысты керекті маман табу қиындық тудырады. Осындай кемшіліктеріне қарамастан алдағы жылдарда суыққа төзімді әрі жөндеу жұмысына қолайлы гибридті күш қондырғылары жетілдіріледі деген үміт бар.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://works.doklad.ru/view/2tGhlcMglLI.html>
2. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=4775543>.
3. Обучающая брошюра для специалистов. Двигатель, работающий по циклу Аткинсона-Миллера / ТМК. – Москва, 2010. – 11 с.
4. <https://www.studiplom.ru/Technology-DVS/hybrid.html>
5. https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4341616
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Поршневой_двигатель_внутреннего_сгорания
7. <https://infourok.ru/saba-zhospari-avto-teh-izmet-1203163.html>
8. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1980. – 288 с.
9. <https://www.electra.com.ua/elektroavtomobil/200-printsip-raboty-benzinovo-elektricheskikh-gibridnykh-avtomobilej.html>
10. Способы повышения эффективности использования энергии в транспортных средствах/ А.А. Абабкова/ Курганский государственный университет/ УДК 629.113.
11. https://ru.qwe.wiki/wiki/Regenerative_brake
12. Двигатели внутреннего сгорания: теория поршневых и комбинированных двигателей. 4-е изд. М., 1984; Судовые двигатели внутреннего сгорания. СПб., 1989;
13. Косенков А. А. Устройство автомобилей с двигателями внутреннего сгорания: типы и системы двигателей. Ростов н/Д., 2004; Двигатели внутреннего сгорания / Под ред. В.
14. Н. Луканина, М. Г. Шатрова. 2-е изд. М., 2005. Кн. 1–3; Рогалев В. В. Управляемый рабочий процесс в двигателях внутреннего сгорания. Брянск, 2005. М. Левкевич
15. Butz, J. S. Powerplants — Piston & Turbine. // *Flying Magazine*. — November 1963. — Vol. 73 — No. 5 — P. 33-36, 102—104.
16. Новоселов А.Л., Нечаев Л.В. История развития двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие. – Барнаул: Алт. политехн. ин-т, 1992. – 32 с.
17. Pistoia, G. Electric and hybrid vehicles. Power sources, models, sustainability, infrastructure and the market / G Pistoia. – Oxford: The Netherlands Linacre House, 2010. – 645 p.
18. Введение в специальность: Методические указания к выполнению практических работ / Сост. А.Е. Свистула. – Барнаул: Изд-во АлтГАУ, 2004. – 39 с.
19. Автомобильные и тракторные двигатели / Под ред. И.М. Ленина. – М.: Высшая школа, 1976. – Ч. 1. – 200 с.
20. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. М.: Энергия, 1980.
21. Обучающая брошюра для специалистов. Гибридная система автомобиля Toyota Prius / ТМК. – Москва, 2010. – 49 с.