

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ
БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**ЕР УСТИ ТРАНСПОРТ ТИЗИМЛАРИ ВА УЛАРНИНГ
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ (ТРАНСПОРТ ТУРЛАРИ БЎЙИЧА)
йўналиши**

**“ЕУТТ ДВИГАТЕЛЛАРИ ЭНЕРГИЯ
САМАРАДОРЛИГИ ВА
ЭКОЛОГИКЛИГИ”
модули бўйича**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тошкент – 2019

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАҲБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

“ЕУТТ двигателлари энергия самарадорлиги ва экологиклиги”

модули бўйича

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

**Тузувчилар: т.ф.н., проф. Тўлаев Б.Р.,
к.ўқ. Даминов О.О.**

Тошкент – 2019

Мазкур ўқув – услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2019 йил 2 ноябрдаги 1023-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув дастур асосида тайёрланди.

Тузувчилар: ТДТУ, “Энергия машинасозлиги ва касб таълими”
кафедраси профессори, т.ф.н., Б.Р Тўлаев,
ТДТУ, “Энергия машинасозлиги ва касб таълими”
кафедраси катта ўқитувчиси О.О.Даминов

Такризчи: ТАЙЛҚЭИ, т.ф.д., профессор А.А.Шермухамедов

Ишчи ўқув дастур Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2019 йил 24 сентябрдаги 1-сонли йиғилишида кўриб чиқилиб, фойдаланишга тавсия этилди.

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР.....	5
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ	11
III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР.....	154
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ	1044
V. КЕЙСЛАР БАНКИ	1511
VI. ГЛОССАРИЙ.....	1544
VII. ФОЙДАЛАНГАН АДАБИЁТЛАР.....	16464

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли, 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ–2909-сонли Қарорида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади. Дастур мазмуни олий таълимнинг норматив-ҳуқуқий асослари вақонунчилик нормалари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёнида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг касбий компетентлиги ва креативлиги, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимлари ва масофадан ўқитиш усулларини ўзлаштириш бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

Ишчи ўқув дастури ёнилғи-энергетик ресурслар ва улардан фойдаланишнинг барқарор ривожланиши; энергосамарадорлик ва энерготехамкорлик; истиқболли муқобил мотор ёнилғилари; ички ёнилғи двигателларининг энергосамарадорлиги ва энерготехамкорлиги; ички ёнилғи двигателларининг фойдали иш коэффициентини ошириш йўллари; ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозаллиги масалаларининг назарий ва амалий асосларини ўрганишни ўзида қамраб олган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

“ЕУТТ двигателлари энергия самарадорлиги ва экологиклиги” модулининг мақсади ва вазифаси – тингловчиларни ер усти транспорт тизимлари соҳасидаги глобал муаммо транспорт тизимлари энергия самарадорлиги ва экологиклигининг замонавий муаммолари билан таништириш ҳамда бу муаммоларни ечиш бўйича дунёдаги энг замонавий технологиялар бўйича уларда билим ва амалий малакаларни шакллантириш, яъни уларнинг бу соҳадаги компетентлигини шакллантиришдан иборатдир.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

“ЕУТТ двигателлари энергия самарадорлиги ва экологиклиги” модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- ички ёнув двигателларининг экологик кўрсаткичлари;
- ички ёнув двигателларида ишлатилган газлар таркибидаги захарли моддаларнинг ҳосил бўлиш сабаблари ва уларни камайтириш тадбирларининг илмий асослари;
- ички ёнув двигателларининг экологик синов усуллари ва замонавий меъёрий ҳужжатлар талаблари;
- ички ёнув двигателларининг атроф-муҳитга салбий таъсир қилувчи омилларни камайтириш ва йўқотиш асослари;
- ички ёнув двигателларини муқобил мотор ёнилғиларида ишлатиш бўйича меъёрий ҳужжатлар;
- ички ёнув двигателлари энерготежамкорлигини таъминлаш йўллари;
- ички ёнув двигателларини муқобил мотор ёнилғиларига ўтказиш усуллари ва эксплуатация шароитларига мослаштириш бўйича **билимларга эга бўлиши лозим.**

Тингловчи:

- ички ёнув двигателларининг атроф-муҳитга салбий таъсир қилувчи омилларни камайтириш тадбирларини танлаш;
- ички ёнув двигателлари экологик хавфсизлигини таҳлил ва тадқиқ қилиш;
- муқобил мотор ёнилғиларида ишлайдиган ички ёнув двигателларга диагностик ва техник хизмат кўрсатишни ташкил этиш **кўникма ва малакаларини эгаллаши зарур.**

Тингловчи:

- анъанавий ёнилғилардан самарали фойдаланиш;
- альтернатив энергия манбаларидан ўз ўрнида фойдаланиш;
- ички ёнув двигатели кўрсаткичларини, жумладан энергия тежамкорлиги ва экологик кўрсаткичларини яхшилашга оид **компетенцияларига эга бўлиши зарур.**

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“ЕУТТ двигателлари энергия самарадорлиги ва экологиклиги” модули маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, “Блиц ўйини”, “Венн диаграммаси”, “Ақлий

ҳужум”, “Кейс-стади” ва бошқа интерактив таълим усуллари кўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“ЕУТТ двигателлари энергия самарадорлиги ва экологиклиги” модули ўқув режадаги куйидаги фанлар билан боғлиқ: , “ЕУТТ электр жиҳозлари ва электрон бошқаруви”, “Ер усти транспорт тизимлари конструкциялари ва уларнинг ривожланиш истикболи”.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Бугунги кунда дунёда саноат кескин ривожланганлиги, айниқса транспорт тизимларидан кенг фойдаланиш бир қанча экологик ва ижтимоий-иқтисодий муаммоларни келтириб чиқарди. Автотранспорт тизимида бугунги кунда асосий ёнилғи сифатида ишлатиладиган бензин, дизел ёнилғиси ва газсимон ёнилғилар табиий газ ва нефтардан олинади. уларнинг табиий захираси камайиб бормоқда. Иккинчидан, узоқ йиллар давомида транспорт воситаларидан кенг фойдаланиш бир қанча дунё миқёсидаги муаммоларни вужудга келтирди: атмосферада CO_2 кўпайиб кетганлиги туфайли йиллик ўртача ҳаво ҳарорати охириги 30 йил ичида 2⁰га кўтарилди; ҳаво таркибида зарарли моддалар ортиб экологияга ва одамларга сезиларли зарарлар етказмоқда. Экологик тоза ёнилғилардан фойдаланиш, атмосферага зарарли чиқиндилар чиқишини камайтириш, двигателларнинг ёнилғи тежамкорлиги ва самарадорлиги кўрсаткичларини яхшилаш дунё мутахассислари, жумладан Ўзбекистон мутахассислари олдида турган энг долзарб муаммолардан биридир. Модул мақсади малака ошираётган мутахассисларни транспорт тизимлари соҳасидаги глобал муаммо транспорт тизимлари ёнилғи тежамкорлиги ва экологиклигининг замонавий муаммолари билан таништириш ҳамда бу муаммоларни ечиш бўйича дунёдаги энг замонавий технологиялар бўйича уларда билим ва амалий малакаларни шакллантириш, яъни уларнинг бу соҳадаги компетентлигини шакллантириш.

**“ЕУТТ двигателлари энергия самарадорлиги ва экологиклиги”
модули бўйича соатлар тақсимоти**

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юклариси, соат			
		Жами	Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Ёнилғи-энергетик ресурслар ва улардан фойдаланишнинг барқарор ривожланиши. Энергосамарадорлик ва энерготехкорлик. Истикболли муқобил мотор ёнилғилари.	4	2	2	
2.	Ички ёнилғи двигателининг энергосамарадорлиги ва энерготехкорлиги. Ички ёнилғи двигателларининг фойдали иш коэффициентини ошириш йўллари.	4	2	2	
3.	Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозаллиги.	8	2	2	4
	Жами:	16	6	6	4

НАЗАРИЙ МАШЎУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-маву: Ёнилғи-энергетик ресурслар ва улардан фойдаланишнинг барқарор ривожланиши. Энергосамарадорлик ва энерготехкорлик.

Истикболли муқобил мотор ёнилғилари.

Альтернатив мотор ёнилғилари. Ёнилғиларга қўйиладиган асосий талаблар. Альтернатив мотор ёнилғилардан фойдаланиш. Суюқлаштирилган пропан-бутанли (нефтли) газ (СНГ). Сиқилган табиий газ. Суюқлаштирилган табиий газ (СЖПГ). Диметилли эфир (ДМЭ). ДМЭ учун газбаллонларига бўлган талаблар. Водород. Метанол. Этанол. Бутанол. Ёнилғиларнинг умумий солиштирма хоссалари.

2-маву: Ички ёнилғи двигателининг энергосамарадорлиги ва энерготехкорлиги. Ички ёнилғи двигателларининг фойдали иш коэффициентини ошириш йўллари.

Учкун билан ўт олдириладиган двигателларида аралашма ҳосил бўлиши ҳақида умумий маълумотлар. Бензинни пуркаш тизимлари. Ёнилғини пурковчи МРІ тизимининг ишлаши. Ёнилғи узатиш тизими. Электрон бошқариш тизими. Ёнилғини бир вақтда узатиш усули. Ёнилғини синхрон узатиш усули. Пуркалаётган ёнилғи миқдорини бошқариш. Пуркалинаётган ёнилғи миқдорини ҳисоблаш. Бензинни бевосита пуркаш

тизими GDI. GDI тизимли двигателларда аралашма ҳосил қилиш усуллари. Дизелларда ёнилғи узатишнинг аккумуляторли тизими (CommonRail)

3-мавзу: Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозалиги

Умумий маълумотлар. Асосий зарарли моддаларнинг ҳосил бўлиши. Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлардаги зарарли моддалар миқдорини пасайтириш. Дизелларда ишланган газлардаги зарарли моддалар миқдорини пасайтириш. Углерод оксиди (CO). Углеводородлар (CH). Курум ва қаттиқ заррачалар. Азот Оксидлари (NO_x). Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ва дизелларда ишланган газлар таркибида зарарли моддалар миқдорини камайтириш; ёнилғи узатиш ва ўт олдириш тизимларини такомиллаштириш; аралашма ҳосил қилиш ва ёниш жараёнларини такомиллаштириш; ишланган газлар рециркуляцияси; ишланган газларни нейтраллаш; оксидловчи каталитик нейтрализаторлар; учкомпонентли каталитик нейтрализаторлар; ёнилғилар ва присадкалар; заррачалар учун филтлар; двигателни ишга туширишда ва уни қиздиришда СН чиқишини камайтириш; янги ёнилғилар; камбағал аралашмалар ва қатламли зарядлардан фойдаланиш.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: Ёнилғи-энергетик ресурслар ва улардан фойдаланишнинг барқарор ривожланиши. Энергосамадардорлик ва энерготехжамкорлик. Истикболли муқобил мотор ёнилғилари.

Иссиқлик энергиясининг механик энергияга айлантириш такомиллигининг даражаси ёки солиштирма ёнилғи сарфининг энг кичик қиймати ва ишқаланишга сарфларнинг кичиклиги. Литрли қувватнинг юқори қиймати. Солиштирма масса ва габарит ўлчамларининг энг кичик қийматлари. Конструкция элементларининг ишончлилиги ва узоқ муддат хизмат қилиши. Хизмат кўрсатиш қулайлиги ҳамда эксплуатация қилиш ва таъмирлаш арзонлиги. Ишончли ўт олдириш ва ўзгарувчи иш режимларига тез мослашиш.

Альтернатив мотор ёнилғилари. ДМЭнинг бошқа ёнилғилар билан солиштирма кўрсаткичлари. ДМЭ учун газ баллонига бўлган талаблар. Водород, водороднинг афзалликлари. Метанол, метанолнинг техник параметрлари. Этанол, бутанол, бутанолнинг этанолга нисбатан афзалликлари. Суюқлаштирилган пропан-бутанли (нефтли) газ (СНГ). СНГ углеводородларининг физикавий-кимёвий кўрсаткичлари. Тўйинган буғлар босими. Газ ҳажмларини бир шароитдан бошқа шароитга қайта ҳисоблаш учун коэффицентларини аниқлаш.

2-амалий машғулот: Ички ёнилғи двигателининг энергосамадардорлиги ва энерготехжамкорлиги. Ички ёнилғи двигателларининг фойдали иш коэффицентини ошириш йўллари.

Ёнилғини бир вақтда узатиш усули. Ёнилғини синхрон узатиш усули. Пуркалаётган ёнилғи миқдорини бошқариш. Пуркалинаётган ёнилғи

миқдорини ҳисоблаш. GDI тизимли двигателларда аралашма ҳосил қилиш усуллари.

3-амалий машғулот: Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозалиги.

Азот Оксидлари (NO_x) Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлар таркибида зарарли моддалар миқдорини камайтириш. Уч компонентли каталитик нейтраллизаторлар. Двигателни ишга туширишда ва уни қиздиришда СН чиқишини камайтириш. Янги ёнилғилар, камбағал аралашмалар ва қатламли зарядлардан фойдаланиш. Дизеллар ишлаган газларидаги зарарли моддалар миқдорини камайтириш.

КЎЧМА МАШЎУЛОТ МАЗМУНИ

Модулнинг кўчма машғулотларини Тошкент автомобил-йўллар институтининг замонавий техникалар билан жиҳозланган лаборатория хоналарида ҳамда «General Motors Powertrain – Uzbekistan» кўшма корхонасида ўтказилиши кўзда тутилган.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутди.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидан фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот;
- мустақил таълим.

Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра:

- жамоавий;
- гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда);
- якка тартибда.

Жамоавий ишлаш – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

Гуруҳларда ишлаш – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (2 тадан – 8 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳларора шаклга бўлиш мумкин. Бир турдаги гуруҳли иш ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топширик бажаришни назарда тутди.

Якка тартибдаги шаклда – ҳар бир таълим олувчига алоҳида-алоҳида мустақил вазифалар берилади, вазифанинг бажарилиши назорат қилинади.

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

“Венн диаграмма” методи

Методнинг мақсади: Бу метод график тасвир орқали ўқитишни ташкил этиш шакли бўлиб, у иккита ўзаро кесишган айлана тасвири орқали ифодаланади. Мазкур метод турли тушунчалар, асослар, тасавурларнинг анализ ва синтезини икки аспект орқали кўриб чиқиш, уларнинг умумий ва фарқловчи жиҳатларини аниқлаш, таққослаш имконини беради.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;
- навбатдаги босқичда иштирокчилар тўрт кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштирилади ва ҳар бир жуфтлик ўз таҳлили билан гуруҳ аъзоларини таништирадилар;
- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштирадилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

Намуна: Транспорт воситаларида қўлланиладиган ёнилғи турлари бўйича



“Кейс-стади” методи

«Кейс-стади» – инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ҳодиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетида амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очиқ ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қаерда (Where),

Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

“Кейс методи”ни амалга ошириш босқичлари

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
1-босқич: Кейс ва унинг ахборот таъминоти билан таништириш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка тартибдаги аудио-визуал иш; ✓ кейс билан танишиш(матнли, аудио ёки медиа шаклда); ✓ ахборотни умумлаштириш; ✓ ахборот таҳлили; ✓ муаммоларни аниқлаш
2-босқич: Кейсни аниқлаштириш ва ўқув топшириғни белгилаш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муаммоларни долзарблик иерархиясини аниқлаш; ✓ асосий муаммоли вазиятни белгилаш
3-босқич: Кейсдаги асосий муаммони таҳлил этиш орқали ўқув топшириғининг ечимини излаш, ҳал этиш йўллари ишлаб чиқиш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил ечим йўллари ишлаб чиқиш; ✓ ҳар бир ечимнинг имкониятлари ва тўсиқларни таҳлил қилиш; ✓ муқобил ечимларни танлаш
4-босқич: Кейс ечимини ечимини шакллантириш ва асослаш, тақдимот.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш; ✓ ижодий-лойиҳа тақдимотини тайёрлаш; ✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспектларини ёритиш

Кейс. Ички ёнув двигателлари учун қўлланила бошланган баъзи алтернатив ёнилғилар мотор ўт олиши ва аланганинг тарқалишига салбий таъсир қилмоқда ҳамда зарарли моддалар ва заррачалар чиқишини кўпайтирмоқда.

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгилаш (индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Зарарли моддалар ва заррачалар ажралиб чиқишини камайитириш тадбирлари вариантларини муҳокама қилиш (жуфтликлардаги иш).

“Блиц-ўйин” методи

Методнинг мақсади: ўқувчиларда тезлик, ахборотлар тизмини таҳлил қилиш, режалаштириш, прогнозлаш кўникмаларини шакллантиришдан

иборат. Мазкур методни баҳолаш ва мустаҳкамлаш мақсадида қўллаш самарали натижаларни беради.

Методни амалга ошириш босқичлари:

1. Дастлаб иштирокчиларга белгиланган мавзу юзасидан тайёрланган топшириқ, яъни тарқатма материалларни алоҳида-алоҳида берилади ва улардан материални синчиклаб ўрганиш талаб этилади. Шундан сўнг, иштирокчиларга тўғри жавоблар тарқатмадаги «якка баҳо» колонкасига белгилаш кераклиги тушунтирилади. Бу босқичда вазифа якка тартибда бажарилади.

2. Навбатдаги босқичда тренер-ўқитувчи иштирокчиларга уч кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштиради ва гуруҳ аъзоларини ўз фикрлари билан гуруҳдошларини таништириб, баҳслашиб, бир-бирига таъсир ўтказиб, ўз фикрларига ишонтириш, келишган ҳолда бир тўхтама келиб, жавобларини «гуруҳ баҳоси» бўлимига рақамлар билан белгилаб чиқишни топширади. Бу вазифа учун 15 дақиқа вақт берилади.

3. Барча кичик гуруҳлар ўз ишларини тугатгач, тўғри ҳаракатлар кетма-кетлиги тренер-ўқитувчи томонидан ўқиб эшиттирилади, ва ўқувчилардан бу жавобларни «тўғри жавоб» бўлимига ёзиш сўралади.

4. «Тўғри жавоб» бўлимида берилган рақамлардан «якка баҳо» бўлимида берилган рақамлар таққосланиб, фарқ булса «0», мос келса «1» балл қуйиш сўралади. Шундан сўнг «якка хато» бўлимидаги фарқлар юқоридан пастга қараб қўшиб чиқилиб, умумий йиғинди ҳисобланади.

5. Худди шу тартибда «тўғри жавоб» ва «гуруҳ баҳоси» ўртасидаги фарқ чиқарилади ва баллар «гуруҳ хатоси» бўлимига ёзиб, юқоридан пастга қараб қўшилади ва умумий йиғинди келтириб чиқарилади.

6. Тренер-ўқитувчи якка ва гуруҳ хатоларини тўпланган умумий йиғинди бўйича алоҳида-алоҳида шарҳлаб беради.

7. Иштирокчиларга олган баҳоларига қараб, уларнинг мавзу бўйича ўзлаштириш даражалари аниқланади.

Гуруҳ баҳоси	Гуруҳ хатоси	Тўғри жавоб	Якка хато	Якка баҳо	Таъминлаш тизимининг
		6			Мойловчи присадкалар (лубрикаторлар «Лубризол» ёки бошқа мойловчи материаллар)ни қўллаш билан қўзғалувчи бирикмалар элементлари ейилишини камайтириш.
		5			ДМЭ буғларини ТНВД картери ва форсункалар тўкиш линиясидан дизелнинг киритиш трубасига олиб кетиш;

		3			Паст босим линиясида босим 15 баргача бўлган диапазонда ушлаб турилади, бу адаптирлашган ёнилғи ҳайдовчи насослар ва филтрлар билан таъминланади;
		1			ДМЭ ёнилғи насосига суёқ фазада тўйинган буғлар босимдан юқори босимда узатилиши;
		2			ДМЭ форсункаларга тахминан 300 бар босим остида узатилиши, бунда юқори босим линиясидаги қолдиқ босим форсункадаги тўйинган буғлар босимида катта бўлиши;
		4			Юқори босим линиясида буғ пробкаларининг бўлмаслиги, буғ иккиланган ҳайдовчи клапан ТНВДда ва пуркагичлар ўтиш кесимларининг катталаштирилиши билан таъминланади;

НАТИЖАНИ БАҲОЛАШ.

8 та тўғри жавоб учун	“Аъло”
6-7 та тўғри жавоб учун	“Яхши”
4-5 та тўғри жавоб учун	“Қониқарли”

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: Ёнилғи-энергетик ресурслар ва улардан фойдаланишнинг барқарор ривожланиши. Энергосамадарлик ва энерготежамкорлик. Истикболли муқобил мотор ёнилғилари

Режа:

1. Ёнилғи-энергетик ресурслар
2. Ёнилғиларга қўйиладиган асосий талаблар
3. Альтернатив мотор ёнилғилардан фойдаланиш
4. Автомобиллар учун ёнилғининг альтернатив турлари

Таянч сўз ва иборалар: альтернатив мотор ёнилғиси, ёнилғининг иссиқлик чиқариш қобилияти, ёнилғи-ҳаво аралашмаси, табиий газ, суюқлаштирилган нефт гази, метанол, бутанол, диметилли эфир, водород.

1.1 Ёнилғи-энергетик ресурслар

Замонавий поршенли ички ёнув двигателларига қуйидаги асосий талаблар қўйилади: атроф-муҳитга салбий таъсир қилишнинг энг кам даражаси; иссиқлик энергиясининг механик энергияга айлантириш такомиллигининг даражаси ёки солиштирма ёнилғи сарфининг энг кичик қиймати ва ишқаланишга сарфларнинг кичиклиги; буровчи момент ва қувватлар максимал қийматларининг кенг диапазони; литрли қувватнинг юқори қиймати; солиштирма масса ва габарит ўлчамларининг энг кичик қийматлари; конструкция элементларининг ишончлилиги ва узоқ муддат хизмат қилиши; конструкция соддалиги; хизмат кўрсатиш қулайлиги ҳамда эксплуатация қилиш ва таъмирлаш арзонлиги; ишончли ўт олдириш ва ўзгарувчи иш режимларига тез мослашиш; конструкциянинг ёнилғининг ҳар хил турларида ишлаши ва истикболлиги; конструкциянинг модернизациялашга имкон бериши; тўлиқ ҳаётий циклидан сўнг рециклирлашнинг юқори даражаси.

Юқорида қайд этилган талаблар кўп жиҳатдан фойдаланиладиган нефтдан олинган мотор ёнилғиларининг турига боғлиқ, улар чекланган ресурсга эга.

Ёнилғи-энергетик ресурсларни тежаш (ТЭР) – базавий, эталон қиймати билан солиштириганди ТЭРни маҳсулотни ишлаб чиқариш, жамият талабларига мос равишда экологик ва бошқа чекланишларни бузмасдан ўрнатилган сифатдаги ишларни бажариш ва хизмат кўрсатишга қиёсий истеъмол қилиш.

ТЭР тежалганлигини ТЭР истеъмоли бўйича эмас, балки сарфлашнинг солиштирма қисқариши орқали аниқлашади, у муайян энергия истеъмол қилаётган объект (буюм, жараён, иш ва хизмат кўрсатиш) ёнилғи-энергетик балансининг сарф қисми билан кординацияланади.

ТЭР сарфининг эталон қийматлари норматив, техник, технологик, методик ҳужжатларда белгиланади ва ваколатли орган томонидан текширилаётган шароитлар ва фаолият натижаларига қўллаши учун тасдиқланади.

Энергия тежамкорлиги – бу ТЭРдан самарали (рационал) фойдаланиш (ва тежамли сарфлаш) ва хўжалик ишига қайта тикланадиган энергия манбаларини жалб қилишга йўналган ҳуқуқий, ташкилий, илмий, ишлаб чиқариш, техникавий ва иқтисодий тадбирларни реализация қилишдир.

1.1-жадвалда 2010 ... 2050 йиллар учун дунёнинг башорат қилинган ёнилғи-энергетик баланси келтирилган.

МАГАТЭ, ОПЕК, БМТ саноат ривожланиши департаменти маълумотлари ва Жаҳон Энергетика Агентлиги (ЖЭА) башорати бўйича 2030 йилда жаҳон энергия балансида нефтнинг улуши 40 %, газники – 27 %, кўмирники – 24 %, бошқаларники – 9 % ни ташкил қилади.

Ҳозирги пайтда дунёда 1 йилда тахминан 5 млрд. тонна, Россияда – 0,5 млрд. тонна, Ўзбекистонда – 6 млн. тонна нефт қазиб олинмоқда. Шунини қайд этиш лозимки, АҚШда 1 йилда 19 млн. баррел (2,9 млн. тонна) нефтдан фойдаланилади ва Америка нефт институти маълумотлари бўйича 43 % нефт маҳсулотларидан автомобиллар учун енгил ёнилғи сифатида, 11% – дизел ёнилғиси сифатида, 9 % – авиация ёнилғиси сифатида, 16 % – мой, гудрон, пластик сифатида, 4 % – печ ёнилғиси сифатида, 5 % – оғир ёнилғиси ва 12 % – турли ёнилғи сифатида фойдаланилади¹.

1.1-жадвал

Энергия манбаларининг турлари	2010 й.	2020 й.	2050 й.
Нефт	35...39	30	28...29
Табиий газ	24...25	29	28...30
Кўмир	18...19	17	22...24
Бошқалар	13...14	24	20

Бундай тенденция бирламчи энергия ресурслари истеъмоли билан доим шуғулланиши талаб қилади (1.2-жадвал).

¹ Richard Folkson, *Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance*. Woodhead Publishing Limited, 2015. 17 p.

Дунёда бирламчи энергоресурсларни истеъмол қилиш башорати

Энергоресурслар турлари	2001 й.		2025 й.	
	156,5	38,7	240,7	37,6
Нефт	156,5	38,7	240,7	37,6
Табиий газ	93,1	23,1	181,8	28,4
Кўмир	95,9	23,7	139,0	21,7
Ядро ёнилғиси	26,4	6,5	28,6	4,5
Гидроэнергия ва энергоресурсларнинг бошқа турлари	32,2	8,0	50,0	7,8
ЖАМИ	404,1	100,0	640,1	100,0

* BTU – British thermal unit (британия иссиқлик бирлиги)

Нефт маҳсулотларидан фойдаланишнинг бундай динамикаси уларни алмаштирувчиларни – альтернатив мотор ёнилғиларини излашга мажбур қилади.

Шу муносабат билан деярли ҳамма юқори ривожланган мамлакатларда ёнилғи-энергетик ресурслар балансини рационаллаштириш ҳамда иқтисодийнинг энергияни энг кўп истеъмол қилувчи соҳаси сифатида транспортнинг ҳар хил турлари учун альтернатив ёнилғилар билан боғлиқ бўлган илмий-амалий ишлар олиб борилмоқда.

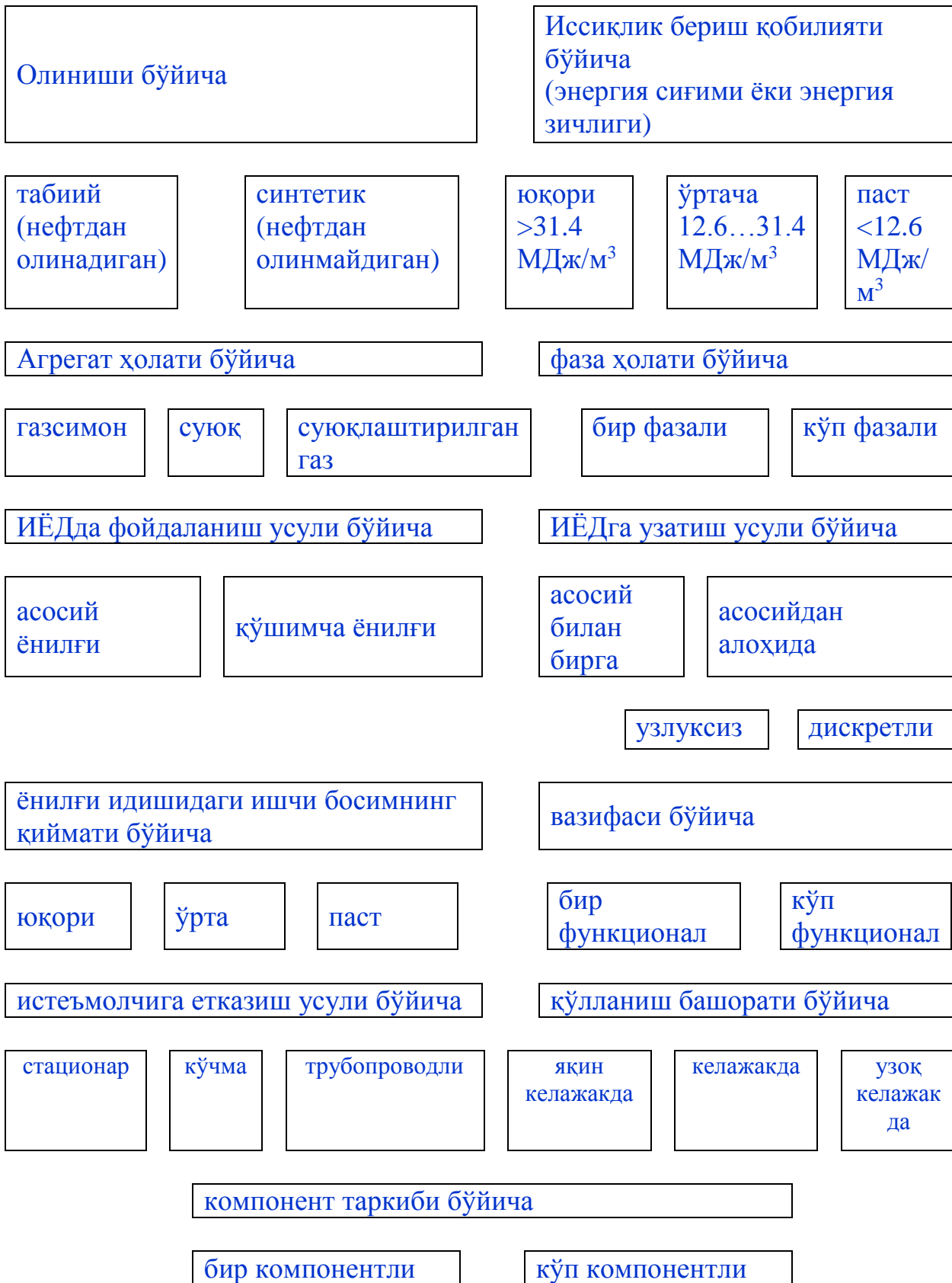
Маълумки, қуйидагилар альтернатив ёнилғи сафига киради: кўмирдан олинган синтетик бензин, ёнувчи сланец, торф, табиий газ; бензонометанол ва бензоноэтанол аралашмалари; водород; суюқлаштирилган нефтли пропан бутан газлари (СНГ); сиқилган табиий газ (СПГ) ёки суюқлаштирилган табиий газ (СЖПГ); газогенератор, домен, пласт газлари; биогазлар; газоконденсат ёнилғилари; аммиак; сув-ёнилғи эмулсиялари ва б.

Юқорида баён қилинганларга кўра альтернатив ёнилғиларни уларнинг қатор характерли белгилари бўйича классификация қилиш мумкин. (1.1-расм)¹.

Бундан ташқари улар маҳаллий, истиқболли ва бошқа альтернатив ёнилғиларга бўлиниши мумкин.

¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 12-14 pp.

Альтернатив мотор ёнилгилари



1.1-расм. Альтернатив мотор ёнилгиларининг классификацияси

1.2 Ёнилғиларга кўйиладиган асосий талаблар

Автомобил бензинларига кўйиладиган асосий талаблар ички ёнув двигателлари (ИЁД)нинг зарурий кўрсаткичлари ва характеристикаларини таъминлашдан келиб чиқиб шакллантирилади. Ёнилғининг детонацион чидамлилиги, фракцион таркиби, ёнишда ажралиб чиқадиган иссиқлик, коррозия активлик ва бошқалар уларнинг асосий кўрсаткичлари ҳисобланади.

Поршенли двигателларда альтернатив ёнилғилардан фойдаланиш базавий таъминлаш тизимидаги мос конструктив ўзгаришлар билан ёки принципно янги конструкциялар яратилиши билан шартланади.

Лекин двигателга ёнилғининг ҳар хил турларини узатиш масаласини уларнинг қуйидаги хоссаларини таҳлил қилмасдан ва ҳисобга олмасдан ечиш мумкин эмас:

- *физикавий-кимёвий хоссалари*, улар одатда двигател ишини ҳамда ёнилғи узатиш ёки таъминлаш тизимининг конструктив хусусиятларини белгилайди;
- *энергетик (иссиқлик-техник) хоссалари*, улар ёниш жараёни боришининг ва двигател ишчи жараёнининг сифати ва характерини белгилайди;
- *газодинамик ва технологик-ишлаб чиқариш хоссалари*, улар ёнилғиларни олиш, транспортировка қилиш, заправка қилиш ва сақлаш билан боғланган;
- *заҳарлилик хоссалари*, улар атроф-муҳитга таъсирни белгилайди.

Риккардо биринчи бўлиб учқундан ўт олдириладиган ИЁДлар ривожланишини чекловчи омил детонация эканлигини кўрсатди ва максимал фойдали сиқиш даражаси (МФСД) тушунчасини киритди, у муайян двигателда маълум шароитларда ёнилғининг кўрсаткичи бўлиб ҳисобланади. Двигател бир хил бензинда ҳар хил шароитларда ишлаганда детонациянинг вужудга келиши кўп омилларга (иш режими, ёниш камераси конструкцияси ва клапанлар ва свечалар жойлашиши, ўт олдириш илгарилиги бурчаги ва б.) ва двигателнинг асосий конструктив параметри – сиқиш даражаси (ε) га боғлиқ¹.

Ўртача эффектив босим ва ёнилғининг минимал солиштирма сарфи қийматларини тахминий аниқлаш учун қуйидаги боғланишлар мавжуд

$$p_{e_{max}} \approx 2,2\sqrt[3]{\varepsilon^2}, \quad \text{кГс/см}^2 \quad (1.1)$$

$$g_{e_{min}} \approx 460/\sqrt[3]{\varepsilon}, \quad \text{г/л.с.} \cdot \text{ч.} \quad (1.2)$$

Бензиннинг маълум маркасида двигател иши жараёнида руҳсат этилган чегарагача сиқиш даражаси ортганда ёниш ҳарорати кўтарилади, ёниш жараёни давомийлиги қисқаради, ёнишда иссиқлик йўқотилиши камаяди, ёниш маҳсулотларининг кенгайиш даражаси ортади, ишланган газлар ҳарорати пасаяди, циклнинг максимал ва ўртача босими кўтарилади.

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 26 p.

1.3-жадвалда турли энергия манбаларининг энергетик эквивалентлари келтирилган.

1.3-Жадвал

Турли энергия манбаларининг энергетик эквивалентлари					
№	Энергия манбалари	Ёниш иссиқлиги, МДж/кг (МДж/м ³)	Ўтказиш коэффициенти		Изох
			шартли ёнилғи	нефт эквиваленти	
1	Нефт	41,9	1,43	10,0	1 кВт·с=123 г у.т.=860 ккал=3,6 МДж
2	Тошқўмир	27,6	0,94	0,67	
3	Табиий газ	(34,3)	1,17	0,83	
4	Электроэнергия (1 кВт·с учун)	3,6	0,123	0,086	
5	Уран	475000	16,2	11,33	
6	Сланец смоласи	40	1,37	0,95	

Шундай қилиб, ички ёнув двигателлари учун ёнилғилар қуйидаги талабларга мос келиш керак:

- яхши алангаланиш, олинган аралашманинг нормал ва тўлиқ ёниши;
- талаб қилинган таркибдаги ёнувчи аралашманинг ҳосил бўлиши;
- таъминлаш тизимига ёнилғининг бетўхтов узатилишининг таъминланиши;
- коррозиянинг ва двигател деталларига коррозия таъсирининг йўқлиги;
- таъминлаш, киритиш ва чиқариш тизими деталлари ва элементларида ёпишма қатламлар кам ҳосил бўлиши;
- сақлашда, бир идишдан бошқа идишга қуйилганда ва транспортировка қилинганда сифатининг сақланиши;
- ишланган газлар таркибида заҳарли моддалар минимал миқдорда ҳосил бўлиши;
- ишланган газлар заҳарлилигини камайтирувчи тизимлар билан мослиги;
- заҳарликни камайтириш тизими, кислород датчигининг ишчи юзаларида ёпишма қатламлар бўлмаслиги;
- етарли даражада юқори табиий ресурслар;
- истеъмолчиларга минимал руҳсат этилган салбий таъсир;
- базавий таъминлаш тизими билан энергетик ва технологик мослиги.

1.3. Альтернатив мотор ёнилғиларидан фойдаланиш

Суёқлаштирилган пропан-бутанли (нефтли) газ (СНГ)

Суёқлаштирилган углеводородли нефт газлари деб шундай газларга

айтиладики, улар газсимон ҳолатдан суюқ ҳолатга нормал ҳароратда (қўшимча совитилмасдан) ва нисбатан юқори бўлмаган босимда ўтади.

СНГнинг асосий компонентлари – асосан пропан ва бутан ҳамда этан, этилен ва бошқа компонентлар, улар газли ёнилғининг физикавий-кимёвий ва эксплуатацион хоссаларни шакллантириш имконини беради. Пропан қўлланилганда газли аралашмада тўйинган буғларнинг оптимал босимини таъминлаш мумкин, бу ҳар хил иқлим шароитларида ва йилнинг ҳар хил даврида газбаллонли автомобилларни эксплуатация қилиш учун жуда муҳим. Шу сабабли пропан СНГнинг истилинадиган компоненти ҳисобланади. Бутан СНГнинг ёниш иссиқлиги юқори бўлган ва осон суюқлаштириладиган компоненти ҳисобланади. Лекин бутан тўйинган буғларининг босими паст бўлганлиги сабабли ундан йилнинг иссиқ пайтида фойдаланиш мақсадга мувофиқ.

СНГ таркиби стабиллигига ниҳоятда қаттиқ талаблар қўйилади, чунки уларни ҳосил қилувчиларнинг (метан, этан, этилен, бутилен, пентанлар ва ш.к.) асосий физикавий-кимёвий хоссалари сезиларли даражада бир-бирдан фарқланади.

Фойдаланилаётган СНГ таркибида уларнинг суммар миқдори 5...6 % дан ортмайди.

СНГ ҳаводан оғирроқ, бу унинг паст жойларда тўпланиш қобилиятини тавсифлайди, бу газ баллонли автомобилларнинг хавфсиз эксплуатация қилинишини таъминлаш бўйича тадбирлар тизимида ҳисобга олиниши керак.

Газлар асосий компонентларининг кўпчилиги учун октан сони 90...120 оралиғида бўлади, яъни автомобил бензинларининг энг яхши сортларига қараганда каттароқ бўлади.

Газли ёнилғиларининг детонацион чидамлилиги метан сони бўйича аниқлаш мумкин. Эталон аралашманинг компонентларидан бири сифатида метандан фойдаланилади, у автомобил транспортида фойдаланиладиган углеводородларининг ҳаммасига нисбатан энг юқори детонацион чидамликка эга, энгил детонацияладиган компонент – водород. Фойдаланилаётган газнинг метан сони эталон аралашамада метаннинг водород билан ҳажмий миқдорига (процентда) мос келади, у махсус газли двигател танланган режимларда ишлаганда синалаётган газли ёнилғи каби детонацияланади.

Газ баллонли автомобилларни эксплуатация қилиш тажрибаси шуни кўрсатдики, газ баллонли двигателларнинг энг яхши кўрсаткичлари (биринчи навбатда экологик кўрсаткичлари), мотор ёнилғиси сифатида фойдаланилаётган СНГнинг компонент таркиби фақат қатъий регламентланганда олиниши мумкин.

Углеводородли СНГларнинг физикавий-кимёвий кўрсаткичлари 1.4-жадвалда келтирилган нормалар ва талабларга мос бўлиши керак.

СНГ таркибига кирувчи пропилен ва бутилен олефинли гуруҳ вакили ҳисобланади, улар учун юқори кимёвий активлик характерли, бу активлик

автомобил двигателининг таъминлаш тизимида смолалар ҳосил бўлишига сабабчи бўлади. Бу эса газ аппаратурасининг резинотехник элементлари бузилишига сабабчи бўлади. Бундан ташқари бу компонентларнинг октан сони нисбатан юқори эмас. Тўйинмаган углеводородларнинг камайиши СНГ октан сони ортишига сабабчи бўлади.

СНГ ўтдан ва портлашдан хавфли. Инсон организмига таъсирининг даражаси бўйича 4 – классга киради.

Санитар нормалари ва қоидалари бўйича ишчи зона ҳавосида пропаннинг руҳсат этилган концентрацияси (углерод бўйича ҳисобланганда) 300 мг/м^3 , СНГ таркибидаги тўйинмаган углеводородларнинг концентрацияси 100 мг/м^3 ўрнатилган. Ишчи зона ҳавосидаги табиий газ углеводородларининг руҳсат этилган концентрацияси углеводга қайта ҳисобланганда 300 мг/м^3 ортмаслиги керак.

1.4-жадвал

СНГ углеводородларининг физикавий-кимёвий кўрсаткичлари		
Кўрсаткич	Марка	
	ПА	ПБА
Компонентларнинг массавий улуши, %:		
метан ва этан	Нормаланмайди	
пропан	90±10	50±10
углеводородлар C4 (ва ундан юқори)	Нормаланмайди	
тўйинмаган углеводородлар, кўп эмас	6	
Суюқ колдикнинг ҳажмий улуши +40 °C да	Мавжуд эмас	
Тўйинган буғларнинг ортикча босими, МПа:		
+45 °C да, дан ортик эмас	1,6	
-35 °C да, дан кам эмас	0,07	–
-20 °C да, дан кам эмас	–	0,07
Олтингургурт ва олтингургурт бирикмаларининг массавий улуши, %, дан ортик эмас	0,01	
жумладан олтингургурт водородларининг, дан ортик эмас	0,003	
Эркин сув ва ишқор миқдори	Мавжуд эмас	

1.5-жадвалда СНГ алоҳида ташкил этувчиларининг асосий физикавий-кимёвий хоссалари келтирилган.

Тўйинган буғлар босими – СНГ суюқ фазалари бор бўлганда буғларнинг босими, улар тўйинган қайнаётган суюқликни ифодалайди. Суюқ фаза устида эркин юза бор бўлганда доим «суюқлик – буғ» икки фазали тизими вужудга келади. СНГ буғларининг босими суюқ фаза ҳароратига қараб ўзгаради. СНГ қайнаш ҳароратида тўйинган буғлар босими атмосфера босимига тенг бўлади. Ташқи муҳитнинг ҳарорати газ компонентларининг критик ҳароратига тенг бўлган ҳароратгача кўтарилганда тўйинган буғлар босими кескин кўтарилади.

Тўйинган буғлар босими маълум бўлганда ташқи муҳитнинг маълум максимал ҳароратида СНГ эгаллаши мумкин бўлган ҳажми тўғри ҳисоблаш ҳамда двигател таъминлаш тизимига суюқ ва газли фазаларнинг узатилишини таъминлаш мумкин.

СНГ алоҳида ташкил этувчиларининг асосий физикавий-кимёвий хоссалари

Кўрсаткич	Пропилен	Бутан	Пропан	Бензин
Кимёвий формула	C_3H_6	C_4H_{10}	C_3H_8	C_8H_{18}
Молекуляр масса	42,08	58,12	44,10	114,5
Зичлиги, г/см ³ :				
суюқ фазанинг 15 °С ва 0,1 МПа да	0,522	0,582	0,509	0,720
газли фазанинг 0 °С ва 0,1 МПа да	1,915	2,703	2,019	5,08
Газли фазанинг нисбий зичлиги (ҳаво зичлиги 1 деб қабул қилинган)	1,481	2,091	1,562	3,940
Қайнаш ҳарорати, °С	-47,7	-0,50	-42,1	35,0 дан кам эмас
1 л суюқлик бугланганда бугларнинг ҳажми, м ³	0,287	0,235	0,269	0,148
Ёнишнинг қуйи иссиқлиги, МДж/кг	45,650	45,431	45,973	43,995
Алангаланиш ҳарорати, °С	475...550	475...550	510...580	470...530
Ҳаволи аралашмада алангаланиш чегараси, %:				
қуйи	2,00	1,80	2,4	1,50
юқори	11,1	8,40	9,5	6,0

Изоҳ: Келтирилган параметрлар газ ҳарорати 15 °С бўлганда олинган.

Сиқилган табиий газ

Газларнинг эксплуатацион хоссалари ва қўлланилиш соҳалари уларнинг таркиби билан белгиланади. Таркиби бўйича газлар углеводородли газларга (табиий, йўлдош, нефт саноатли, суюқлаштирилган – балласт миқдори кам бўлган; шахтали, биогаз – балласт миқдори кўп бўлган) ва углеводородсиз (коксли, полукоксли, сувли, парокислородли, техник водород – балласт миқдори кам бўлган; аралашмали генераторли, ҳаволи, доменли – балласт миқдори кўп бўлган; вагранкали, сувли газ генераторлари ҳаволи пуркаладиган – балласт миқдори жуда кўп бўлган).

Газга бўлган эҳтиёж ва унинг транспортабеллиги кўп даражада ёниш иссиқлигига боғлиқ. Ёниш иссиқлиги катта бўлган газлар узоқ масофаларга транспортировка қилинади, паст бўлгани эса ишлаб чиқарилган жойдан яқин жойда ишлатилади.

Ёниш иссиқлиги бўйича газлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади¹:

- ёниш иссиқлиги жуда юқори бўлган (25000 кДж/м³ дан юқори) – суюқлаштирилган, нефт билан бирга чиқадиган, табиий;
- ёниш иссиқлиги юқори бўлган (12000...25000 кДж/м³) – коксли, биогаз, шахтали, қўмирли қатламлар дегазация қилиш йўли билан олинган карбюрацияланган сувли;
- ёниш иссиқлиги ўртача бўлган (5000...12000 кДж/м³) – сувли, парокислородли, коксодоменли, битуминозли ёнилғидан олинган аралашма генераторли;
- ёниш иссиқлиги қуйи бўлган (3000...5000 кДж/м³) – унумсиз ёнилғидан олинган аралашма генераторли, ҳаволи доменли;

¹ Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). 29p

– ёниш иссиқлиги жуда кичик бўлган (3000 кДж/м^3 дан кам) – вагранкали, сув гази генераторлари ҳаво билан пуркаладиган, кўмир шахталарининг вентиляциясида олинадиган.

Табий газ ёниш маҳсулотлари физик иссиқлиги ва газсимон ёнилғини қўллашнинг бошқа прогрессив методларидан комплексли-поғонали фойдаланиш тажрибаси маблағларни тежаб сарфлашнинг кенг имкониятларини очади, улар ёнилғини қазиб олиш ва транспортировка қилиш талаб қиладиган ҳаражатлардан анча кам бўлади.

Табий газ нефтдан олинган ёки бошқа альтернатив ёнилғиларга нисбатан фарқли физикавий-кимёвий ва эксплуатацион хоссаларга эга (1.6-жадвал).

Метан табиатда кенг тарқалган, чунки у ҳидсиз ва кам миқдорда бошқа газлар таркибида мавжуд бўлади.

Газ ёнилғиси ёнилғининг бошқа турларига нисбатан қатор муҳим афзалликларга эга. У ёнганда кул ҳосил бўлмайди. Газни тутун, қурум ва чала ёнишнинг бошқа маҳсулотларини ҳосил қилмасдан ёқиш мумкин. Газни олтингугуртли бирикмалардан нисбатан осонлик билан тозалаш ва юқори малакали истеъмолчиларни олтингугуртсиз ёнилғи билан таъминлаш мумкин, уни ёққанда SO_2 ва SO_3 ҳосил бўлмайди¹.

Газни шаҳар ва завод ичида ташиш қаттиқ ва суyoқ ёнилғини ташишга нисбатан анча қулай ва арзон. Таркибида балласт кам бўлган газ енгил ўт олади. Двигател гада ишлаганида уни ўт олдириш ва ёнилғидан фойдаланадиган қурилмаларга хизмат кўрсатиш анча енгиллашади.

Газсимон ёнилғининг теплотехник характеристикалари одатда 1 м^3 газ учун нормал шароитларда, яъни босим 760 мм сим. уст. ва ҳарорат $0 \text{ }^\circ\text{C}$ бўлганда ўтказилади. Газнинг нормал шароитлари билан бир қаторда унинг стандарт шароитларини ҳам фарқлашади, уларга босим 760 мм рт. ст. ва ҳарорат $20 \text{ }^\circ\text{C}$ мос келади. Чет эл техникавий адабиётида босим 760 мм рт. ст. ва ҳарорат $15 \text{ }^\circ\text{C}$ да ҳам газнинг характеристикалари келтирилади.

¹ Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). 30 p

1.6-жадвал

Турли ёнилғиларнинг физикавий-кимёвий ва эксплуатацион хоссалари

Кўрсаткич	Нефт ёнилғилари		Метанол	Этанол	Суюлтирилган нефт газ	Табий газ		Водород		Аммиак (суюлтирилган)	Ацетил ен (газсимон)
	Бензинлар	Дизел ёнилғилари				газсимон	суюлтирилган	газсимон	суюлтирилган		
Зичлиги, кг/м ³	710...760	820...870	795	790	542	0,71	420	0,09	71	680	1,173
Қайнаш ҳарорати, °С:	35...195	180...360	64,7	78,0	-42	-162		-250,76	–	-33	-83,8
Қотиш ҳарорати	-60...80	-10...60	-97,8	-114,6	-187	-182		-259,2	–	-78	–
Тўйинган буғлар босими 38 °С да, кПа	65...92	0,3...0,35	12,6	17,0	160	–		–	–	–	–
Буғланиш иссиқлиги, кДж/кг	289...306	210...250	1173	920	412	511		–	–	1370	–
Стехиометрик коэффициент, кг/кг	14,5...15,0	14,1...14,3	6,51	9,06	15,2	16,8...17,4		34,8	–	6,15	13,14
Ёниш ҳарорати, К	2336	2289	2185	2235	2149	2065		2449	–	1956	2610
Энергия сизими, МДж/кг	44,0	43,43...43,51	19,98	26,9	46,0	48,94...50,15		120,0	–	18,65	47,82
Энергия зичлиги, МДж/л	32,56	36,55	15,88	21,25	24,93	33,27...34,1	20,92	10,8	8,52	12,68	56,05
Стехиометрик аралашманинг ёниш иссиқлиги:											
кДж/кг	2782...2811	2715...2790	2660	2674	2840	2740...2749		3381	–	2605	3320
кДж/м ³	3524...3553	3405...3418	3632	3685	3520	3121...3126		2992	–	2874	3830
αбўйича двигателнинг барқарор ишлаши чегаралари	0,7...1,1	0,9...5,0	0,7...1,4	0,7...1,25	0,7...1,2	0,7...1,3		0,6...5,0	–	0,9...1,2	1,3...2,5
Октан сони: мотор методи	65...85	–	88...94	92	90...94	100...105		30...40	–	110	–
таджикот методи	75...95	–	102...111	108	93...113	110...115		45...90	–	130	–
Цетан сони	8...14	45...55	3	8	18..22	–	–	–	–	–	–
Ўт олиш ва портлаш ҳавфи	–	–	–	ўрта	–	–	–	юқори	–	паст	юқори
ПДК _{р.з.} , мг/м ³	100	300	5,0	1000	1800	–	–	–	–	20	–
Автомобилда сақлаш шароитлари (босим, ҳарорат)	–	нормал	–	–	16 МПа	20...40 МПа	-165 °С	20...40 МПа	-255 °С	0,6...0,7 МПа	1,5...2,5 МПа

1.7-жадвалда газ ҳажмларини бир шароитдан иккинчи шароитга қайта ҳисоблаш учун коэффицентлар келтирилган.

1.7-жадвал

Газ ҳажмларини бир шароитдан бошқа шароитга қайта ҳисоблаш учун коэффицентлар			
Газ ҳарорати, °C	Қайта ҳисоблаш ҳарорати учун коэффицент		
	0 °C	15 °C	20 °C
0	1	1,055	1,073
15	0,948	–	1,019
20	0,932	0,983	1

Ҳозирги пайтда дунёда мотор ёнилғиси сифатида табиий газдан фойдаланадиган 20 млн.га яқин транспорт воситаси мавжуд. Чет элда ўтказилган газ баллонли автомобиллар заҳарлилигини тадқиқот қилиш натижаларининг таҳлили шуни кўрсатадики, бензиннинг ўрнига табиий газ ишлатилганда заҳарли ташкил этувчиларнинг атроф муҳитга чиқарилиши (г/км), ўртача, углеводород оксиди бўйича 8 марта, углеводородлар бўйича – 3 марта, азот оксидлари бўйича – 2 марта, ПАУ бўйича – 10 марта, тутунлиги бўйича – 9 марта камаяр экан¹.

Табиий газ (ПГ)нинг уникал физикавий-кимёвий хоссалари, уларнинг сезиларли даражадаги табиий заҳиралари, магистралли газопроводлар бўйича уларни қазиб олиш жойидан етказиладиган жойгача етказиш тармоғининг ривожланганлиги ҳамда ёнилғининг анъанавий турларига нисбатан экологик афзалликлари ПГга XXI асрнинг энг истиқболли ва универсал мотор ёнилғиси сифатида қараш имконини беради.

Мотор ёнилғиси сифатида табиий газдан фойдаланиш – интенсив ривожланаётган йўналиш бўлиб, у яқин келажакда газ саноатининг мустақил юқори рентабелли нимсоҳасига айланади. 7...10 йилдан кейин ПГ дан автомобил транспортда фойдаланишнинг йиллик ҳажми 5...6 млрд.м³ га етиши, узоқ келажакда эса 20...25 млрд.м³ дан ортиши учун ҳамма асослар мавжуд.

Ёнилғининг газсимон турларидан фойдаланишда намоён бўладиган асосий афзаллик – бу автотрактор техникаси эксплуатациясининг

¹ Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). 31 p

тежамкорлигидир. Бунинг сабаблари: уларнинг нарҳи ёнилғининг нефтдан олинадиган турларига нисбатан арзонлиги; двигател хизмат муддатининг, ўт олдириш свечаси ва мой алмаштирилиши муддатларининг узайиши, ёнилғи октан сонининг юқорилиги ва ёнишда қурум ҳосил бўлмаслиги.

1991 йилдан бошлаб табиий газни Ўзбекистонда ишлаб чиқариш 41,9 млрд. м³ дан 1997 йилда 50,4 млрд. м³ га ва 2013 йилда 60 млрд. м³ га етказилди, бу эса мамлакатимизни дунё бўйича газ олиш ҳажми бўйича саккизинчи ўринга олиб чиқди. Энг бой газли минтақа — Устюрт, унинг территориясининг 60 % Ўзбекистонда. Газни олиш асосан 12 та конга асосланади, улар асосан мамлакатимизнинг жанубий шарқ ҳудудида жойлашган.

Таркибида 83...96 % метан бўлган сиқилган табиий газ массаси бўйича 25 % водороддан таркиб топган ва юқори октан сонига эга (ОЧМ=130 гача) ва шу сабабли $\varepsilon=13$ бўлганда детонациясиз ёниши мумкин, бу эса эффе́ктив фойдали иш коэффициентини $\eta_e=0,36$ га етказиш имконини беради.

СПГ ёнганда бензин ёнганига нисбатан ўртача СН 40 % кам, СО эса 75 % кам, СО₂ эса 25 % кам ҳосил бўлади, бундан ташқари дизел ёнилғиси ёнганига нисбатан СН+NO_x 80 % кам ва СО эса 50 % кам ҳосил бўлади.

Ivesco фирмасида ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, 8469.21 дизели базасида яратилган газли двигателда азот оксидларини чиқариш 0,44...14,0 г/км га, углеводородларни чиқариш 0,8...1,9 г/км га ва углерод оксидларини чиқариш 2,8...11,6 г/км га камайган (EVRO-1)¹.

Амалда дизелда ишлайдиган ғилдиракли техника ва стационар қурилмаларнинг ҳамма турлари СПГ билан таъминлашга ўтказилиши мумкин. Лекин техникани СПГга ўтказиш асосан мамлакатимиз ичида ишлайдиган қуйидаги вазифаларга эга бўлган техникани ўтказишни инобатга олиш керак:

- шаҳар ичи ва шаҳарлараро йўловчи ташайдиган автобуслар;
- шаҳар коммунал хўжаликларининг автомобиллари;
- маршрут микроавтобуслари;
- шаҳарда ишлайдиган юк автомобилларининг ҳамма турлари;
- мос инфраструктурага эга бўлган қишлоқ хўжалик ва йўл қурилиш техникаси ва стационар қурилмалар;
- усти берк иморатлар ва складларда ишлайдиган автопогрузчиклар.

Ёнилғини узатиш газли тизимлари ёки газ баллонли жиҳоз (ГБО), мураккаб техникавий тизим сифатида турли мезонлар бўйича мос классларга бўлинади. Авлодлар конструктив мураккаблигининг даражаси бўйича классларга бўлишга умумлашган ёндашувлар ҳам мавжуд, улар дозировка қилиш, ёнилғини узатишни ва газ ёнилғисини ёндиришни бошқариш усуллари билан ҳамда двигателни ўт олдириш ва қизитиш билан боғланган. ГБО нинг охириги авлодлари (3, 4 ва 5) олдинги авлодлардан дозаланадиган газнинг ишчи босими ва бошқариладиган датчиклар комплекси ва ижрочи

¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 18 p.

қурилмалар мавжудлиги билан фарқланади, улар бошқаришнинг электрон блокига (ЭБУ) киритилган дастурга мувофиқ газли двигателнинг режимини назорат қилиш имконини беради. 3-авлоддан бошлаб ГБОУлардан фойдаланиш газсимон ёнилғининг сарфини сезиларли камайтириш, аниқроқ дозалаш ва сифатлироқ аралашма ҳосил қилиш ҳисобига замонавий экологик талабларни қондириш имконини беради. Газни марказий узатиш (ГБОУнинг 3-авлоди) тақсимланган пуркаш (ГБОУнинг 4-авлоди)га нисбатан газни узатишни бошқаришнинг анча содда усули ҳисобланади, у ерда баъзи датчиклар мавжуд эмас ҳамда улар эксплуатация қилинадиган наддувли двигателларда қўллаш учун анча афзалликларга эга.

Ишлаб чиқарилаётган ёки эксплуатация қилинаётган дизеллар базасида газли двигателларни яратиш сиқиш даражасининг мос қийматини ҳамда ёниш камераси геометриясини ва унинг ўт олдириш свечасига нисбатан жойлашишини танлаш билан боғлиқ, бу двигател цилиндрида содир бўладиган иссиқлик-масса алмашинуви жараёнига таъсир қилади. Шунини қайд этиш лозимки, муаллифлар ўтказган тадқиқотлари натижалари бўйича двигател иш режимига боғланган ҳолда заряд турбулизация даражасини бошқариш мақсадга мувофиқлиги аниқланган.

Заряд турбулентлиги даражасини баҳоловчи мезонлардан бири – сиқишда поршен усти зонасидан ёниш камерасига сиқиб ўтказилган аралашма миқдори ҳисобланади, у поршен туби юзалари (сиқиб чиқариш юзаси) ва цилиндр кўндаланг кесим юзасининг нисбати билан аниқланади.

1.8-жадвал

Газли автобуснинг техник кўрсатмалари					
№	Номи	Автобуслар			
		HYUNDAI		DAEWOO	
		Дизел	Газли	Дизел	Газли
1	Автобус модели	Aero City 540		BH 116	
2	Двигател модели	D6AB	C6AB (TC1)	DE12T	GE12T1
3	Номинал режимдаги максимал кувват, <i>о.к.</i> (<i>кВт</i>)/ <i>мин</i> ⁻¹	300 (220)/2200	290 (213)/2200	340 (250)/2100	310 (228)/2100
4	Максимал буровчи момент, <i>Н·м/мин</i> ⁻¹	1100/1400	1100/1400	1450/1100	1250/1260
5	Двигател ҳажми, <i>л</i>	11,0	11,149	10,914	11,050
6	Цилиндр диаметри ва поршен йўли, <i>мм</i>	130x140	130x140	130x140	130x140
7	Сиқиш даражаси	16,5	10,5	17,1	10,5
8	Цилиндрларнинг ишлаш тартиби	1-5-3-6-2-4		1-5-3-6-2-4	
9	Ёнилғи бакларининг ҳажми, <i>л</i>	200	800	200	800

Суюқлаштирилган табиий газ

Табиий газ кригоен техника асосида, масалан, компрессорли-детандерли машиналар ёрдамида, суюлтирилади, улар 163 °С (112 К)

ҳароратда газтурбинали ва бошқа двигателлар билан ҳаракатга келтирилади, бунда суюқлаштирилган газнинг ҳажми унинг газсимон ҳолатдаги ҳажмига нисбатан 640 марта кичиклашади (газнинг солиштирма иссиқлик чиқариш қобилияти 55 МДж/кг (12000 ккал/кг) ёки 39,0 МДж/м³ бўлганда). Суюқлаштиришга энергиянинг солиштирма сарфи 2,7...3,3 кВт/кг ни ташкил қилади.

Юк автомобили учун СПГ ва СЖПГларнинг солиштирма кўрсаткичлари жадвал кўринишида келтирилган (1.9-жадвал).

Стирлинг криоген машиналари ёрдамида ўзининг функционал вазифаси ва жойлашиши бўйича газ билан заправка қилиш станцияларини яратиш технологияси маълум. Масалан, унумдорлиги суюқлаштирилган табиий газ бўйича 14...40 л/ч бўлган ҳаво тақсимловчи қурилмалар ЗИФ – 700, ЗИФ – 2002, КГМ – 900/80, улар СЖПГ билан 20...30 та юк автомобиллари ва автобусларини заправка қилишни таъминлайди. Чет эл фирмалари “Филипс”, “Веркспур” 300...400 нм³/ч табиий газни суюқлаштиришга қобил бўлган қурилмаларни чиқаришмоқда¹.

Мавжуд талабларга биноан баллондаги СЖПГ ҳарорати –163°С бўлиши ва 24 соатдан 5 суткагача сақланиши керак, бунда буғланиш ҳисобига газ босими 0,5 МПа га етиши мумкин. Шу сабабли СЖПГни заправка ва транспортировка қилиш учун идишни изоляция қилишга алоҳида талаблар қўйилади (вакуумли изоляция, толали, порошоксимон иссиқлик изоляцияси ва б.).

1.9-жадвал.

Турли газ баллонларнинг кўрсаткичлари

№	Кўрсаткичлар	Ўлчам бирликлари	СПГ	СЖПГ	Бензин
1	Ёнилғи захираси	кг	75	75	75
2	Баллонлар (баклар) сони	дона	8	1	1
3	Баллонлар сиғими	л	400	175	80
4	Ишчи босим	МПа	20	0,15	0,1
5	Баллонларни жойлаштириш учун ҳажм	м ³	1,4	0,6	0,4
6	Баллонлар массаси	кг	740	85	30
7	Солиштирма метал сиғим	кг масса/кг газга	10	1,15	0,9
8	Иссиқлик чиқариш қобилияти	кДж/л	6800	21400	32000
9	Углерод оксидини чиқариш	кг/год	400	400	1200

¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 15 p.

Учқатламли пенополиуретанли изоляцияли зичлиги 0,04...0,25 г/см² бўлган берк ячейкали структурали енгил газ билан тўлдирилган пластмассали баллонлар маълум (1.10-жадвал).

1.10-жадвал

Пенополиуретанли изоляцияли учқатламли газ баллонларининг техник маълумотлари				
Ҳажм, л	Масса, кг	Габарит ўлчамлари, мм		Нархи, у.е.
		Узунлиги	Диаметр	
250	110	1950	600	2500
100	65	1100	450	1400
50	40	850	340	1000

Диметилли эфир

XX аср охирида альтернатив мотор ёнилғилари қаторида янги ёнилғи – диметилли эфир (СН₃ОСН₃) пайдо бўлди, у узок вақт метанол (СН₃ОН)ни синтез қилишда қўшимча маҳсулот ҳисобланди.

Охирги йилларда кўп мутахассислар, ишлаб чиқарувчилар ва тадқиқотчилар (Мицубиси, Тое Инжиниринг, Хитачи, НКК (Япония), Холди Топсе (Дания), Бритиш Петролеум (Буюк британия), Лурчи (Германия), РФН Нефт Химияси Синтези институти, ФГУП НАМИ, ФГУП НИИД ва б.) диметилли эфир (ДМЭ)ни олиш, транспортировка қилиш, сақлаш ва ундан фойдаланиш технологияларини такомиллаштириш устида ишлар олиб бормоқдалар.

Диметилли эфир куйидаги афзалликларга эга:

- яхши алангаланиши, цетан сони юқори 55...60, дизел ёнилғисиники эса 45...50;
- тежамкорликнинг яхшиланиши;
- ишланган газлар таркибида захарли моддалар миқдори СО бўйича 6 мартадан кўп, СН ва қурум бўйича 4 марта, NO_x бўйича 20 % камаяди;
- манфий ҳароратларда двигателни ўт олдириш осонлашади;
- дизел ёнилғиси ва бензинга нисбатан кам зарарли.

Двигател ДМЭда ишлаганида таъминлаш тизими куйидагиларни таъминлаши керак:

- ДМЭ ёнилғи насосига суёқ фазада тўйинган буғлар босимидан юқори босимда узатилиши;

- ДМЭ форсункаларга тахминан 300 бар босим остида узатилиши, бунда юқори босим линиясидаги қолдиқ босим форсункадаги тўйинган буғлар босимида катта бўлиши;
- паст босим линиясида босим 15 баргача бўлган диапазонда ушлаб турилади, бу адаптирлашган ёнилғи ҳайдовчи насослар ва филтрлар билан таъминланади;
- юқори босим линиясида буғ пробкаларининг бўлмаслиги, буғ иккиланган ҳайдовчи клапан ТНВДда ва пуркагичлар ўтиш кесимларининг катталаштирилиши билан таъминланади;
- ДМЭ буғларини ТНВД картери ва форсункалар тўқиш линиясидан дизелнинг киритиш трубасига олиб кетиш;
- мойловчи присадкалар (лубрикаторлар «Лубризол» ёки бошқа мойловчи материаллар)ни қўллаш билан қўзғалувчи бирикмалар элементлари йийилишини камайтириш.

1.11-жадвал

ДМЭнинг бошқа ёнилғилар билан солиштирма кўрсаткичлари

№	Кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	ДМЭ	Пропан	Бутан	Метан	Метанол	Дизел ёнилғиси
1	Кимёвий формуласи	–	CH ₃ OCH ₃	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CH ₄	CH ₃ OH	C ₁₅ H ₃₂
2	Иссиқлик чиқариш қобиляти	ккал/кг	6880	11100	10930	12000	4800	10000
		ккал/л	4596	5439	6230	5180	3770	8530
		ккал/м ³	14200	21800	28300	8600	–	–
3	Қайнаш ҳарорати	°C	-25	-42	-0,5	-163	65	180...380
4	Зичлиги	г/см ³	0,67	0,49	0,57	–	0,80	0,84
5	Стехиометрик таркиби	% ҳажм	3,4...18,0	2,1...9,5	1,9...8,5	5...15	5,5...36	0,6...6,5
6	13 – цикли Япониядаги синашлар бўйича зарарли моддалар чиқиши	г/кВт·с						
		NO _x	2,479	–	–	–	–	3,148
		СН	0,222	–	–	–	–	0,432
		СО	0,117	–	–	–	–	0,203
		Қурум	0,0102	–	–	–	–	0,0197

Саноат масшбада диметилли эфирни табиий газни ҳаво кислороди зозаланган-чекланганлик билан синтез-газга конверсиялаш йўли билан олишади, у углерод оксиди ва водороддан таркиб топади сўнгра метанол (CH₃OH) ҳосил бўлади – ҳосил бўлиш муҳити ҳарорат 200...300 °C (473...573 К) ва босим 5...8 МПа да сув буғининг мис – руҳ – алюминли катализаторлар муҳитида. Сўнгра метанол диметилли эфирга дегидратация (конденсация) қилинади.

ДМЭ учун газ баллонига бўлган талаблар. ДМЭ учун идишга талаблар қўйилади, улар поддон билан жиҳозланган бўлиши ва ДМЭнинг ҳарорати 50 °C дан кўтарилишига йўл қўймайдиган иссиқликдан изоляциясига эга бўлиши керак.

Бу талаблар саноат стационар идишларига таълуқли, уларда ДМЭ суюқ фазасининг ҳажми 100 % гача бўлиши руҳсат этилади.

Лекин транспорт воситалари (автомобиллар, тракторлар ва б.) учун ДМЭ узатилиши суюқлаштирилган нефт (пропан-бутан) гази (СНГ) учун мўлжалланган газ баллони билан таъминланади, бу ҳолда заправка қилинган

ДМЭнинг суюқ фазасининг ҳажми 80 % дан ортмаслиги керак, у мультиклапанли қурилманинг бўлувчи клапани билан чекланади (1.1-расм).



1.1-расм. ДМЭ учун СНГ газ баллонинг компонентлари ДМЭ: 1 – газ баллони; 2 – мультиклапан пластмассали (резинали) поплавок билан; 3 – мультиклапан қопқоғи йиғмаси; 4 – алмаштириладиган пластмассали (резинали) поплавок; 5 – ДМЭ учун ўрнатиладиган металл поплавок

Мультиклапаннинг пластмассали (резинали) поплавоги ўрнига металл поплавокдан фойдаланиш тавсия этилади, чунки ДМЭ – бу эритувчи, унда базавий (пластмассали) поплавоклар эриб кетиши мумкин.

ДМЭ газ баллонини биринчи мартта заправка қилишдан олдин уни газсимон азот билан продувка қилиш зарур.

СНГ учун газ баллони шундай конструкцияланган ва эксплуатация қилинадигани, унда газ подушкеси доим мавжуд бўлади. Газ подушкеси (ҳажми газ баллони умумий ҳажмининг 20 % дан кам эмас) атроф муҳит ҳароратига қараб суюқ фазанинг ҳажмий кенгайишини ҳисобга олиш учун хизмат қилади.

Газ баллони датчиклари ва ёнилғи сатҳини кўрсаткичлари режалаштирилган техникавий хизмат оралиғидаги даврда унинг тўлиқ герметиклигини таъминлаши керак. Газ баллонининг қулфловчи-олдини олувчи арматураси транспорт ҳаракати йўналиши бўйича фақат ўнг томондан жойлаштирилган бўлиши керак.

Газ баллонининг қулфловчи-олдини олувчи арматураси ёки газ сатҳини магнитли кўрсатувчи мультиклапан конструкцияси суюқ ва газли фазалар

вентилларидан; тўлдирувчи ва олдини олувчи клапанлардан; магнитлардан, стрелкалардан, поршендан, ричагли поплавокдан таркиб топган.

Дизелларни ДМЭ ёнилғиси билан таъминлашга ўтказиш икки усул билан амалга оширилиши мумкин:

1. Дизел ёнилғисини ДМЭ билан қисман алмаштириш.

Бу усулни, ўз навбатида, ҳар хил йўллар билан амалга ошириш мумкин: дизел ёнилғисига ДМЭни қўшиш; ДМЭни киритиш трубопроводидан ҳаво билан аралаштириш ва цилиндрга узатиш; ДМЭ ни дизел ёнилғисини узатиш чизиғида дизел ёнилғиси билан пуркашдан олдин аралаштириш ва б.

Бу усулда 70 % гача бўлган дизел ёнилғиси ДМЭ билан алмаштирилади.

2. Дизел ёнилғисини ДМЭ билан тўлиқ алмаштириш.

Бу вариантда ёнилғи узатиш тизими реконструкция қилинади (ТНВД плунжер ўлчамлари, форсункадаги тешиklar диаметри) ва регулировкакалаб ўзгартирилади (ТНВД рейкасининг ҳолати, ёнилғи пуркалиши бошланиши бурчаги ва ҳ.к.).

Бу конструктив-технологик ўзгартиришларнинг ҳаммаси ёнишнинг қуйи иссиқлигини (тахминан 1,5 марта камайтириш, яъни 42,5 МДж/кг ўрнига 28,9 МДж/кг) ва қовушқоқликни (2,5 сСт ўрнига 0,25 сСт) дизел ёнилғисига нисбатан ДМЭ да компенсация қилиш мақсадида бажарилади.

Водород

Водород – бу юқори эффективли ва экологик тоза ёнилғи. Водород ёнганда фақат сув ҳосил бўлади, унинг ёниш иссиқлиги эса 143 кДж/г, яъни углеводородларга (29 кДж/г) нисбатан 5 марта юқори. Водород – борлиқда энг кенг тарқалган модда (мутахассисларнинг баҳосига қараганда у юлдузлар массасининг ярмини ва юлдузлараро газнинг катта қисмини ташкил қилади), лекин ер юзида эркин кўринишда у деярли йўқ. Вулқонлар водороднинг оз миқдорини чиқаради, лекин бу газ шу даражада енгилки, унинг молекулалари атмосферада космик масофага жуда тез учиб кетади. Очиғини айтганда, водород энергия манбаи эмас, у фақат унинг ташувчиси холос. Водороддан ёнилғи сифатида фойдаланиш учун, уни бошқа моддадан олиш керак. Бугунги кунда водороддан кенг масштабда фойдаланиш саноат кимёвий жараёнларида ва ракета техникасида ўзлаштирилган.

Дунёда водородни ишлаб чиқариш 1 йилда 50 млн. тоннадан ортди ва ортиб бормоқда. Ривожланиш давомида бу энергия ташувчиси электр ва иссиқликни локал ишлаб чиқариш, маиший энергия таъминоти учун энергия манбаи ҳамда транспорт учун, жумладан автомашиналарни заправка қилиш учун, энергияни аккумулятиролат қилиш учун хизмат қилиши мумкин. Ривожланаётган инсон жамиятини экологик тоза энергия билан таъминлаш йўллариини ўрганиш шуни кўрсатадики, бу глобал муаммони кардинал ечишни қуёш энергетикасида нафақат электр энергияси ва иссиқликни, балки водородни ишлаб чиқаришни ва ундан инсоннинг ҳар хил эҳтиёжлари

учун фойдаланиш бўйича йирик масшабли ишлаб чиқаришни назарда тутувчи концепцияни ишлаб чиқиш ва амалга ошириш билан боғлаш зарур¹.

Водороднинг афзалликлари:

- водородни олиш учун чекланмаган миқдорда хом ашё (сув) мавжуд;
- водород – фойдаланиш ва транспортировка қилиш учун яхши энергия ташувчи;
- энергия олиш учун водороддан фойдаланиш атроф муҳитни ифлослантормайди;
- водород – кимёвий реагент, у саноат учун катта миқдорда зарур;
- водород энергияни аккумуляловать қилиш имконини беради.

Электрокимёвий генераторда (ЭКГ) водород кислород билан бирлашганда кимёвий энергиянинг электр энергиясига тўғридан-тўғри ўзгариши содир бўлади, бунда фойдали иш коэффициентини юқори бўлади.

Водородни тоза кислородда ёққанда ҳосил бўладиган ягона маҳсулот – юқори потенциалли иссиқлик ва сувдир. Водород ҳавода ёнганида минерал ёнилғи ёндирилганига нисбатан ҳавони булғовчилар миқдори жуда камаяди.

Лекин тадқиқотчилар, ишлаб чиқувчилар, саноат ва инвесторларнинг диққат эътиборини ўзига ёнилғи элементлари жалб этади. Ёнилғи элементлари (электрокимёвий генераторлар – ЭКГ) – бу технологияларнинг тури бўлиб, у мембранли электрокимёвий жараёнда водород оксидланиши реакциясидан фойдаланади, у электр ва иссиқлик энергиясини ва сувни ҳосил қилади. Автомобиллар ва автобуслар юритмалари учун иссиқлик элементлари (ТЭ) транспорт воситаларининг кейинги авлодлари учун муваффақиятли ишланмоқда. Қаттиқ полимерли (ТП) ТЭлар техник даражаси бўйича коммерциализациялаш оstonасида турибди. Лекин ҳозирги пайтда уларнинг юқори қиймати (энергоқурилма – 104 долл./кВт) сезиларли даражада бу жараёни секинлаштирмоқда. Кўп компаниялар қаттиқ полимерли ТЭ энергоқурилмаларининг нархи улар оммавий ишлаб чиқилганда кескин арзонлашишини башорат қилишмоқда. Автотранспортда ТЭ ларни оммавий қўллаш учун уларнинг нархи 50...100 долл./кВт гача пасайиши керак. Яқин келажакда зарарли газлар чиқишига стандартлар қатъийлаштирилиши натижасида, бензин нархи кўтарилиши ва ТЭларнинг нархи пасайиши натижасида конъюнктуранинг қуввати 100...300 кВт ли қаттиқ полимерли ТЭли автомобиллар ва автоном энергоқурилмалар фойдасига ўзгариши кутилмоқда. АҚШ, Германия, Япония, Канадада тажрибавий водородли автозаправка станциялари яратилди ва эксплуатация қилинмоқда².

Потенциали бўйича водородни гидридларда сақлаш самарали ҳисобланади. Гидридлар – водороднинг бошқа кимёвий элементлари билан кимёвий бирикмасидир. Ҳозирги пайтда магний гидридлари асосида сақлаш тизимлари ишланмоқда. Баъзи магний-никел, магний-мис туридаги металл

¹ Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). 29 p

² Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 30 p.

қотишмалар ва темиртитанли қотишмалар водородни нисбатан катта миқдорда ютишади ва уни қизиганда озод қилишади. Лекин гидридлархранят водородни оғир бирлигига нисбатан катта бўлмаган зичликда сақлайди, уларни заправка қилиш ниҳоят даражада секин боради. Ҳозирги пайтда ўтказилаётган тадқиқотларнинг мақсади – водороднинг кўп миқдорини энергиянинг юқори зичлигида запас қилиш, уни осон озод қилиш ва рентабелли бўлишдир. Шу нуқтаи назардан водород ташувчи кимёвий бирикмалар – аммиак, метанол ва баъзи бошқаларни синтез қилиш технологияси кўп тоннали кимёда ўзлаштирилган, бу водородни даставка ва заправка қилишнинг зарурий инфраструктурасига бўлган харажатларни камайтириш, уни бортда сақлашнинг оптимал тизимдан фойдаланиш имконини беради. Водородни сақлашдаги ҳажмий зичлик бўйича метанол суюқ водородга нисбатан 1,5 марта устунроқ. Диметилли эфир (ДМЭ) ҳам бундай тизимлар қаторига киради, у дизел ёнилғиси ўрнига автотранспортда қўллаш учун металондан ҳосил қилинади.

Шу муносабат билан водородни бевосита у ишлаб чиқариладиган жойларда қўллаш концепцияси мавжуд, бу жойдан они олиш учун зарурий шароитлар ва хом ашё ресурслари бўлади.

Водородни олишнинг асосий манбалари – сув – у электролиз қилинганда ёки углеводородли ёнилғилар (кўмир, табиий газ) ёки юқорида келтирилган бошқа манбалар (кремний ва б.).

Водород – қайта тикланувчи бой энергия манбаи бўлиб, ундан транспорт воситаларини ҳаракатга келтиришда фойдаланилиш мумкин. Водородли автомобиллар прототиби бир неча йиллар давомида мавжуд бўлган ва фақат яқиндагина уларнинг донғи чиқди, BMW ва Honda каби автомобил ишлаб чиқарувчилар водородли транспорт воситаларини савдога чиқаришди¹.

Уларда водородли технологияларнинг икки тури мавжуд. Битта технология бензинли двигателга ўхшаш ички ёнув двигатели (ICE) дан фойдаланади. Технологиянинг иккинчи тури – водородли ёнилғи элемент (HFC). У электродвигателни ҳаракатга келтириш учун водород ва кислородни мембранада бирлаштириб электр ишлаб чиқаради. ICE нинг афзаллиги шундаки, у водород ва бензинни истеъмол қилувчи BMW 745h седан каби икки хил ёнилғида ишлаши мумкин. Водород билан заправка қиладиган станциялар ишламаган пайтда, автомобил бензинда ишлаши мумкин. Бундай технологиянинг камчилиги – FCV назоратига нисбатан унинг самарадорлиги паст ва азот оксиди бунда ҳосил бўлади, HFC нинг камчилиги юқори ҳарорат каби энергиянинг катта қисми бекорга сарфланади.

Иккала технологияда ҳам умумий камчилик бор, бунинг сабаби бугунги кунда у жуда қиммат эмас, у камёб ҳам эмас, лекин уни ишлаб чиқариш, сақлашнинг анча мураккаблигида, унга сиқилган табиий газ сақланадиган баклари каби йирик баклар ёки суюқлаштирилган табиий газ

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 45 p.

криоген (жуда совук) суюкклиги сақланадигани каби изоляция қилинган баклар комплекси керак.

Бундан ташқари, ҳозирги кунда водород табиий газдан ишлаб чиқилмоқда; демак у ишлаб чиқариш жараёнида углерод микроразрачаларни атмосферага чиқаради ва энг асосийси у қайта тикланмайди. Бу шуни билдирадики, водородни ишлаб чиқаришнинг энг арзон ва энг самарали жараёни у электролиз каби бошқа воситалардан эмас, балки қазиб олинадиган ёнилғидан олинишидир; электролиз сувни унинг асосий компоненти водород ва кислородга ажратиш учун қуёш ёки шамол каби қайта тикланадиган манбалардан олинадиган электрдан фойдаланади, демак ёнилғидан олинадиган водород атроф-муҳитга катта зарарли таъсир қилади.

Водород ёнилғиси бензинга қарши:

Бозорга чиқарилаётган нефтнинг камайиши ва унга бўлган талабнинг ортиб бориши бензин нарҳини оширмоқда. 2008 йилнинг биринчи ярмида газнинг ўртача нарҳи бир галлон учун 3,13\$ ни ташкил этди, баъзан унинг нарҳи 4\$ гача кўтарилди. “*Энергетик Мустақилликда Ҳавфли Янглишиш Фонтанланувчи Ёлгон скважен*” муаллифи Роберт Брайс “бозорга чиқарилаётган нефт камайиши, унга бўлган талабнинг ортиши билан биз учрашмоқдамиз” дейди¹.

Водородга келсак, энергетика Вазирлиги (DOE) шуни эълон қилдики, етказиб бериладиган ва солиқсиз водород ёнилғисининг нарҳи 2010 йилда тахминан \$2,00-3.00/gge (бензин галлонига эквивалент)ни ташкил қилади. Бу табиий газдан ишлаб чиқилган ва тақсимланган водородга асосланган. Водород ҳажми бўйича эмас, балки оғирлиги бўйича сотилган. DOE амалга ошираётган стратегия шундан иборатки, эквивалент энергетик асосда водород бензиндан қиммат бўлмаслиги керак. Автомобиллар учун ёнилғи сифатида сотилган водороднинг кўп қисми, агар ҳаммаси бўлмаса, қазиб олинадиган ёнилғидан ишлаб чиқилган. Водород нарҳи қазиб олинадиган ёнилғи нарҳига боғлиқ.

Ички ёнув двигатели ёнилғи элементига қарши:

BMW Водород 7

- 191 кВт / 260 о.к.
- 290 фунто фут 4300 айл/мин
- Максимал тезлик соатига 143 мил
- Умумий босиб ўтилган йўл 435 мил (125 мил водородда ва 300 мил бензинда)

Водородли ЛЕД

HondaFCX

- 100 кВт / 134 о.к.
- 189 в фунто фут 0-3056 айл/мин
- Максимал тезлик соатига 100 мил
- Умумий босиб ўтилган йўл 280 мил

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 49-50 p.

- Водородли ёнилғи элементи¹

Метанол

Метанол бошқа спиртлар орасида хом ашё ресурслари позициясидан ва бошқа техникавий-иктисодий омиллар бўйича бензин учун энг истиқболли компонент ҳисобланади.

Метанол бензин билан яхши аралашади, лекин оз миқдорда бўлса ҳам сувнинг тушиши аралашмани қатламларга ажратади, бу баъзи юқори молекула спиртлар ёрдамида сезиларли даражада стабиллаштирилиши мумкин. 1.12-жадвалда метанолнинг техник параметрлари келтирилган. У юқори детонацион чидамлилиққа эга, буғланувчанлиги қониқарли минимал қатламлар ҳосил қилади ва ёниш маҳсулотлари таркибида зарарли газлар кам миқдорда бўлади.

1.12-жадвал

Метанолнинг техник параметрлари

Кўрсаткич номи	Марка А	Марка Б
Ташқи кўриниши	Рангсиз шаффоф суюқлик эримайдиган кўшимчаларсиз	
Зичлиги 20 °С да, г/см ³	0,791...0,792	
Сув билан аралашishi	Хиралашishi ва опалесценция изларисиз сув билан аралашади	
Ҳароратий чегаралар:		
Қайнаш чегараси, °С	64,0...65,5	
99 % маҳсулот ... оралиқда ҳайдалади, °С дан ортиқ эмас	0,8	1,0
Сувнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,05	0,08
Чумоли кислотасига қайта ҳисобланганда эркин кислоталарнинг массавий улуши % дан ортиқ эмас	0,0015	
Ацетонга қайта ҳисобланганда алдегидлар ва кетонларнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,003	0,008
Темирга қайта ҳисобланганда темир учувчи бирикмаларининг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,00001	0,0005
Калий перманганати билан синаш, мин, дан кам эмас	60	30
Аммиакка қайта ҳисобланганда аммиак ва аминок бирикмаларнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,00001	–
Хлорнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,0001	0,001
Олтингургуртнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,0001	0,001
Буғлангандан кейин буғланмайдиган қолдиқнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,001	0,002
Этилли спиртнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,01	–
Платина-кобальтли шкала бўйича ранги, Хазен бирлиги, дан ортиқ эмас	5	–

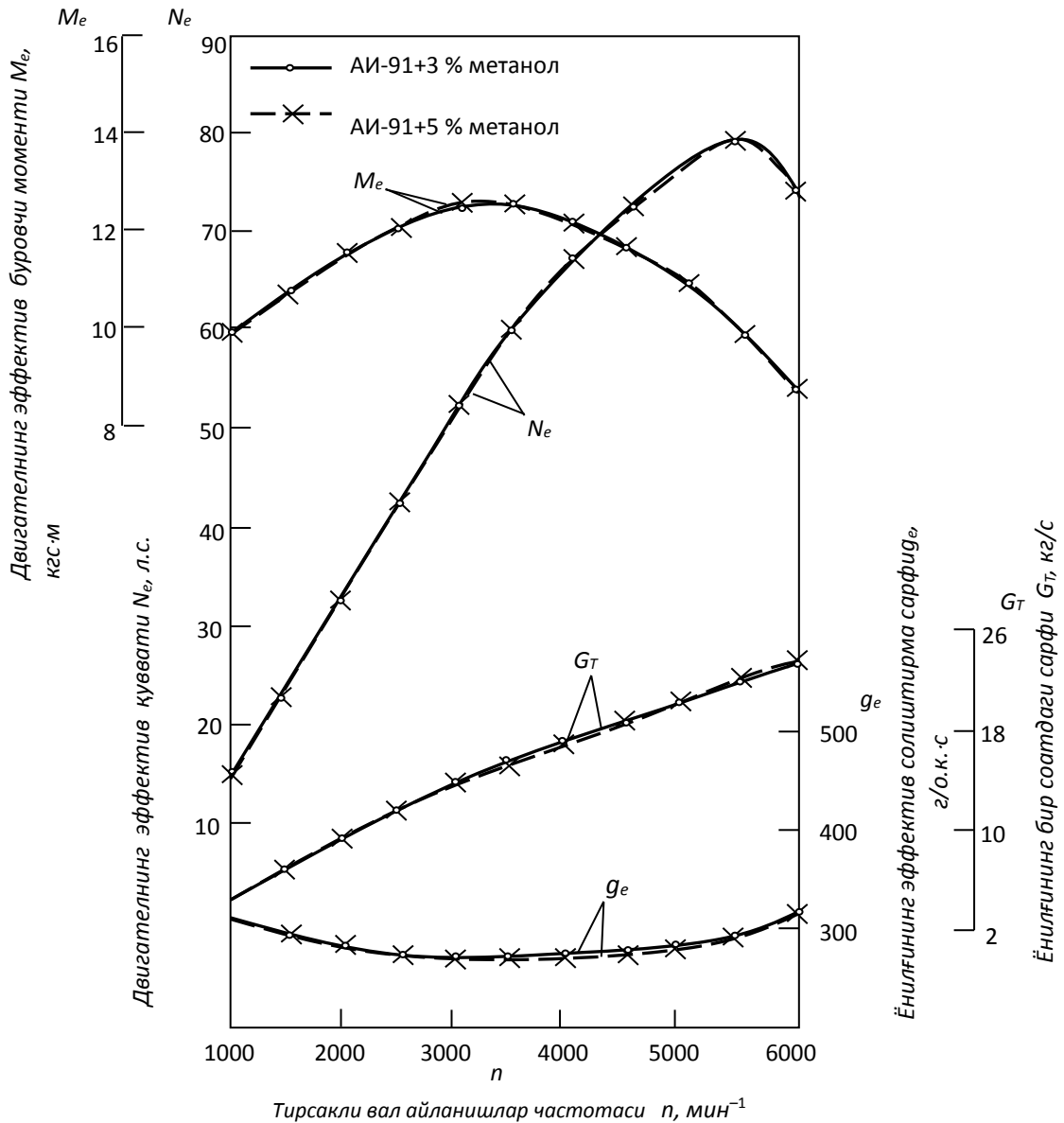
Буғланишнинг юқори иссиқлиги ёнувчи аралашма ҳароратини пасайтириш ва шу билан тўлдириш коэффициентини ошириш ва двигател қувватини кўпайтириш имконини беради. Лекин буғланишнинг юқори иссиқлиги двигател ўт олишини ёмонлаштиради ва метанолдан тоза

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 51 p.

кўринишда фойдаланишга қийинчиликлар туғдиради, бундан ташқари двигател метанолда ишлаганда атмосферага формальдегид 3...5 марта кўпроқ чиқарилади, у эса коррозия-актив модда ҳисобланади.

Метанол миқдори ёнилғида 10 % бўлганда ёниш иссиқлиги кам бўлганлиги туфайли тежамкорлик 2...7 % ёмонлашади. Таркибида 5 % метанол бўлган бензин-метанол аралашмасидан автотранспорт эксплуатация қилингандаги ўтказилган кенг тажриба маълумотлари маълум.

1.2-расмда таркибида метанол миқдори 3 ва 5 % бўлган АИ-91 бензин базасидаги композицион ёнилғида ишлаётган NEXIA DONC автомобилнинг А15VФ двигателининг ташқи тезлик характеристикаси келтирилган.



1.2-расм. Таркибида 3% ва 5% бўлган АИ-80 ва АИ-91 бензинларда ишлаётган А15VФ двигателнинг ташқи тезлик характеристикаси

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, таркибида 3 ва 5 % метанол бўлган АИ-91 бензинида ишлаган двигателнинг қуввати, метанолсиз АИ-91

бензинида ишлаганидек ўзгармасдан қолади. Бунда ёнилғининг солиштирма сарфи тахминан 2,5% камайиши кузатилган.

Ишланган газлар таркибида углерод оксиди (CO) ва углеводородлар (CH) миқдорини ўлчаш (базавий бензинда ишлаганига қараганда 40...45 % дан кўпроқ) уларнинг камайишини кўрсатди.

Бундан шундай хулоса чиқриш мумкин: спирт асосидаги композицион ёнилғиларда ишлаётган ички ёнув двигателларининг кўрсаткичларини баҳолаш лаборатория, стенд (мотор) ва пробегли цикллардан таркиб топган комплекс тадқиқотлар натижалари бўйича ўтказилиши керак.

Бензинга қўшимча сифатида спиртларнинг асосий афзалликлари – буғланувчанлик (ўт олдириш хоссалари)нинг яхшиланиши, қурумлар ҳосил бўлишининг камайиши, ишланган газлар таркибида атмосферага углерод оксиди (CO) ва углеводородлар (CH) чиқарилишининг камайиши, антидетонацион қўшимча сифатида ҳам улар шундай кўрсаткичларга эга.

Тадқиқотлар олинган натижаларининг таҳлили қуйидагиларни кўрсатади:

1. Спиртлар, бензинга қўшимча сифатида, олинаётган композицион ёнилғиларнинг эксплуатацион хоссалари яхшиланишини таъминлайди.

2. Композицион ёнилғилар фракцион таркибини тадқиқот қилиш натижаларининг таҳлили бўйича келажак тадқиқотларга бензинга қўшимча сифатида 5 % метанол ва 20 % бутанол қўшиш тавсия қилинади.

3. Олинган композицион ёнилғилардан базавий бензинга нисбатан қўшилган ҳар 10% бутанолга октан сонининг 1,0...2,5 бирликка ортиши кузатилади.

4. АИ-91 бензин, 5 % метанол ва 20 % бутанолдан таркиб топган композицион ёнилғида ишлаётган двигателнинг қуввати бензинда ишлаётган двигателнинг қувватидек бўлади.

Этанол

Етакчи мутахассислар ХХІ асрда тўрт таянч технологияларни ажратишади – булар нано- ва биотехнологиялар, информацион технологиялар ва когнитив технологиялар (онг технологияси).

Юқорида қайд этилган технологиялар орасида биотехнология алоҳида ўринга эга, у ҳам энергетик ва ҳам иқтисодий муаммоларга боғланган.

Дунёнинг қатор мамлакатларида хом ашёнинг қата тикланадиган турларидан ишланадиган биоёнилғиларни ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш кенг тарқалган. Биоёнилғининг афзалликлари: хом ашёнинг қайта тикланадиган турларидан фойдаланиш; экологик нисбатан тоза ёнилғини олиш имконияти (анъанавий нефт ёнилғиларига нисбатан зарарли моддаларнинг чиқиши деярли икки марта камаяди); қимматлашиб бораётган нефт импортига боғлиқликнинг камайиши. Биоёнилғилар яхши эксплуатацион характеристикалар билан фарқланадилар; улардан анъанавий ёнилғилар билан аралашмаларда фойдаланиш ёнилғи истеъмол қилиш инфраструктурасига ўзгаришларни деярли талаб қилмайди. Биоёнилғиларни

ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш муаммоларининг вужудга келиши куйидагиларга боғланган:

- қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришининг янада ривожланиши имконияти;
- нефт ва газ импорт қилинишига боғлиқ бўлган мамлакатларнинг энергетик хавфсизликка эга бўлиш.

Биоёнилғини ишлаб чиқариш ва истеъмол қилиш муаммоларининг хусусиятлари шундаки, улар истеъмолчилар билан эмас ва иқтисодиёт билан эмас, балки ижтимоий ва сиёсий мотивлар билан шартланган, улар орасида бир тарафдан «ресурсли миллатчилик» деб аталадиган мамлакатлар – нефт ва газнинг кўп ресурсларининг эгалари, иккинчи тарафдан эса углеводородларнинг истеъмолчилари бўлган мамлакатларнинг энергетик мустақилликка интилиши. Жаҳон ривожланишининг бошқа қатор муаммоларидан шарт равишда, биомаҳсулотлар муаммоси “бозор суриб чиқариши” эмас, балки кенг сиёсий қўллаб қувватланишга эга. Биоёнилғиларнинг юритувчи кучлари ва муаммолари мамлакатга қараб ўзгаради, бу уларнинг нефт ёнилғисига бўлган таъсирини тушунишда муҳим аспект ҳисобланади. Амалга оширилаётган қишлоқ хўжалиги, углеводород, биотехнология ва кимёвий соҳаларнинг конвергенцияси глобал, лекин энг муҳими, баъзи мамлакатлар учун энергетика ва кимёвий маҳсулотлар бозорларига ўзига хос таъсир ўтказди.

Биоёнилғиларнинг асосий турлари – биоэтанол (АҚШда асосан жўхоридан, Бразилияда шакар тростнигидан, Европа мамлакатларида шакар қизил лавлагисидан олинади) ва биодизел (соя, рапс, клещевина, каби мойли ўсимликлар асосида ҳамда пальма мойи ва озуқа ёғларини ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган чиқиндилардан олинади).

Биоэтанолни ишлаб чиқиш бўйича лидерлар: АҚШ (2006 йилда 13,5 млн. т ишлаб чиқилган), Бразилия (12,3 млн. т), Европа Иттифоқи мамлакатлари страны (2,2 млн. т), Хитой (2,7 млн. т), Ҳиндистон (1,4 млн. т), Франция (1,1 млн. т), Германия (1,1 млн. т), Россия (1 млн. т). Биодизелни ишлаб чиқариш бўйича лидерлар: Германия (1,7 млн. т 2006 й.), Франция (0,5 млн. т), Италия (0,4 млн. т), Чехия (0,14 млн. т), Польша (0,1 млн. т), АҚШ (0,9 млн. т) ва қатор бошқа мамлакатлар. Буюкбритания, Нидерландия ва Норвегияда биодизелни ишлаб чиқариш бўйича заводлар қурилмоқда. Биоэтанолни дунё бўйича суммар ишлаб чиқариш 2006 йилда тахминан 32 млн. т, биодизелни 6 млн. т. дан кўп ташкил қилди.

АҚШда 2006 йилда нефтдан олинадиган анъанавий мотор ёнилғиларига 3,5% биоёнилғилар қўшилди, ОУ ишлаб чиққан дастур бўйича АҚШда биоёнилғини ишлаб чиқиш 2017 йилда 35 млрд. галл., яъни тахминан 100 млн. т.ни ташкил қилиши керак. Мотор ёнилғилари (автобензин ва дизел ёнилғиси)га бўлган талабнинг прогнозларининг битта вариантыга мувофиқ АҚШда 2030 йилда эҳтиёж 635 млн. т. ни ташкил қилади, яъни биоёнилғининг улуши 15 % дан ортади.

Хитой, Ҳиндистон, Малайзия ва катор бошқа мамлакатларда биоёнилғиларни ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш миллий дастурлари қабул қилинган. Бразилия биоэтанолни ишлаб чиқариш бўйича жаҳон лидери ролига даъволик қилмоқда, бунинг учун шакар тарстигини етиштириш бўйича майдонни бир неча мартага оширишга тайёр.

Этанол – мамлакат ичида олиш мумкин бўлган қайта тикланадиган энергия манбаи бўлиб, у дон ва шакар тростниги каби умумий донли экинлардан ишлаб чиқилади. У – алкохол ичимликларида (этил спирти) да топилган алкохолнинг туридир, ундан транспорт сектори учун биоёнилғи сифатида фойдаланиш мумкин.

Этанол этилланмаган бензинга кўшилиши мумкин. Транспорт воситаларининг кўп моделлари E10 дан фойдаланиши мумкин, унинг таркиби 10% ва 90% бензин, бу двигател конструкцияси ҳеч қандай ўзгартиришлар бўлишини талаб қилмайди. Бунга ўхшаш E20 ва E30 каби бошқа аралашмалар мос равишда 20% ва 30% этанолдан таркиб топган. Фақат мослашувчан ёнилғида ишлайдиган транспорт воситалари (FFV) да фойдаланиладиган E85 ёнилғи аралашмаси 85% этанол ва 15% бензиндан таркиб топган. Этанолни ишлаб чиқишнинг ҳар хил методлари мавжуд. Бу методларнинг ҳаммаси ҳосил ёки биомассани крахмалга ва шакарга айлантиради, сўнгра алкохол ҳосил бўлиши учун, улар ачитилади. Одатда фойдаланиладиган метод – бу қуруқ майдалаш жараёнидир. Крахмал шакарга айланади, у ачиганда этанол ҳосил бўлади. Этанолнинг нам унга айлантирувчи жараёни этанолни ҳосил қилиш учун ҳамма толалар, оксиллар ва микробларни ҳосилдан ажратади ва крахмал ачитилади – этанол ҳосил бўлади. Бугунги кунда тадқиқот объекти ҳисобланган бошқа метод целюлёзали этанолни ишлаб чиқаради. Целюлёзали этанол – бу ўша этанолнинг ўзи, фақат у ишлаб чиқариш учун хом ашё ўрнига биомассадан фойдаланади. Чунки биомасса мураккаб шакардан таркиб топган, мураккаб шакарни оддий шакарга айлантириш ва уни ачитиб этанолга айлантириш учун кислотали гидролиз ёки ферментатив гидролиздан фойдаланилади.

Этанол – 100% қайта тикланадиган энергия манбаи, лекин унинг салбий тарафи ҳам бор, унинг атроф муҳитга келтирадиган фойдасидан зарари кўп. Оғир машинасозлик этанолни ишлаб чиқариш жараёнида атмосферага кўп углерод оксидини чиқаради. Агар этанолни ишлаб чиқаришда фойдаланадиган жихозлар атмосферага кам миқдорда микрозаррачаларни чиқарса ва қайта тикланадиган ёнилғидан фойдаланса, у ҳолда этанол экологияга дўстлашиши мумкин. Донли ўсимликлар карбонат ангидридни атмосферадан ютади, этанолни ишлаб чиқариш жараёнида эса CO₂ атмосферага қайтади, демак умуман олганда углерод оксидининг атмосферага чиқиши нолга тенг бўлади¹.

ЕРА ва бошқа экологик агентликларнинг ўтказишган тадқиқотлари шуни кўрсатдики, бензин ва этанол аралашмаси карбонат-ангидрид гази атмосферага чиқишини, озон қатлами ифлосланишини камайтиради ва

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 38-39 p.

бензин сарфини тежамкор қилади. Озон қатлами камайишининг асосий сабаби – карбонат-ангидрид газининг чиқишидир, шу сабабли озондаги ўзгаришлар суммаси бир йилда атмосфера ифлосланиши даражасидан кўпроқ бўлмоқда. 2004 йил январ ойида Нью-Йорк штатида E10дан фойдаланилди. 2006 йилда бир йилда ўртача бир кунлик ифлосланишлар даражасидан озон камайиши 5,5 ни ташкил қилди. 2004 йилга нисбатан, унда ўртача камайиш 21,5 ни ташкил қилган, йил давомида бир кунлик ифлосланиш даражасидан ортиқ бўлган, Калифорния ҳам 2004 йилда E6 ни қабул қилган. California Air Resource Board (CARB)нинг 2005 йилдаги маълумотлари 22 % қисқариш 2003 йилдаги денгиз бўйидаги ифлосланишлар кунлари даражасидан катта бўлган, бунда озоннинг бир соатли стандартидан фойдаланилган. Этанол аралашмасидан фойдаланган Коннектикут, Денвер, Мичиган ва кўп бошқа штатларда ҳам бундай қисқариш кузатилган.

EPA ўтказган тадқиқотлари шуни кўрсатдики, этанолдан фойдаланадиган транспорт воситалари гибридли электрик, олдинга силжиган бензинли, дизелли транспорт воситалари ва водородга нисбатан парник газлари чиқишини камайтиришга кучлироқ таъсир қилар экан.

Агар умумий мураккабликда 5та клинлар (юқорида қайд этилгандек, клин – 1 GtC/у углерод қисқартмасини ҳосил қилувчи ҳаракат/фаолият) бирлаштирилган бўлса, 13- *a, b, c* расмда кўрсатилгани натижага эришилади. “5та клинга эришадиган тизимли ёндашувга учта мисол. Мисол (a): 2050 йилга келиб гибридли автомобиллар, гибридларни қўшиб ҳисоблаганда кўпчиликни ташкил қилади. Мисол (b): 2050 йилда E85 транспорт воситалари йўл босишининг деярли ярмини ўзига олади, у этанолнинг 90миллиард галлонига эквивалент бўлади. Мисол (c): у ёнилғи сифатида электр (электромобиллар, гибридлар)ни ва водород (ёнилғи элементининг транспорт воситаси)ни истеъмол қилувчи технологияларда ишлайди”.

Транспорт воситасининг чиқиндини чиқариш даражаси EPA ва CARBлар томонидан таснифланган, EPA ахлат челаги қаторига ўтиб қолади, ваҳоланки CARB бу пайтда транспорт воситасининг юқорида баён қилинган моделларидан фойдаланишга ўтади.

Этанол бензинга қарши

2000 йил апрел ойида бир галлон E85 нархи 1,80\$ эди ва 2008 йил январ ойида унинг нархи 3,55\$гача кўтарилди. Бензинга келсак, 2000 йил апрел ойида унинг нархи 1,52\$ эди ва 2008 йил январ ойига келиб нархи 2,98\$ га кўтарилди. Бундан ташқари, этанол нархи уни ишлаб чиқарувчи объектдан то дистрибьюторгача бўлган масофага боғлиқ. Демак, этанолни ишлаб чиқарувчи объектдан то дистрибьюторгача бўлган масофага қанча узоқ бўлса, унинг нархи ҳам шунчалик қимматлашади. E85нинг энергетик самаралилиги бензинга нисбатан анча паст¹.

Шундай қилиб, E85 галлони транспорт воситасига оддий бензин каби тушмайди. FFV 1998 йилда FordTaurus билан бензин нусхасини солиштирган. 20-расмда FFV бир мил масофа учун бензинли двигателли

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 39-42 p.

автомобилга нисбатан кўпроқ ёнилғи сарфланиши кўрсатилган. Этанолнинг афзаллиги шундаки, 21-расмда кўрсатилганидек у CO₂ нинг атмосферага чиқишини камайтиради, солиштириш учун 19-расмга қаранг.

Чиқиндилар ЕРА ҳар бир транспорт воситасини текшириш федерал процедурасида бажарилган иккиланган тестдан фойдаланиб ўлчанди¹.

Бутанол

Ҳозирги пайтда бутанолдан, асосан, саноат эритгичи сифатида фойдаланилади. Бу маҳсулотнинг жаҳон бозори йилига 350 млн. галлон миқдорида баҳоланади, улардан 220 млн. галлони АҚШ улушига киради.

Бутанол бензинни ёнилғи сифатида ҳатто этанолга нисбатан ҳам кўпроқ даражада алмаштириши мумкин, бунинг сабаблари: физик хоссалари, тежамкорлиги, хавфсизлиги ҳамда ундан фойдаланилганда автомобил двигатели конструкцияси ўзгартиришлар талаб қилмаслигидир.

Охирги пайтгача бутанолдан альтернатив ёнилғи сифатида ҳеч ким билмаслигининг сабаби шундаки, бу маҳсулотни ишлаб чиқариш ҳеч қачон иқтисодий мақсадга мувофиқ маҳсулот деб ҳисобланмаганлигидир. Юқорида қайд этилганидек, бу маҳсулотдан асосан саноат эритгичи сифатида фойдаланилган, унинг нархи газ нархидан тахминан уч марта қиммат. Ферментациянинг анъанавий жараёни бир бушел дондан (35 фунт шакар) фақат 1,3 галлон бутанол, 0,7 галлон ацетон, 0,33 галлон этанол ва 0,62 фунт водород беради. бутанолни бундай ишлаб чиқариш этанолни ишлаб чиқариш технологияси билан рақобат қила олмайди, этанол бир бушелдан 2,85 галлон маҳсулот беради. Биотехнология соҳасидаги прогресс жўхори ва бошқа биомассани биобутанолнинг етарли даражада тежамли манбаига айлантириш имконини берди, лекин саноат ишлаб чиқаришининг бошланиши бир неча муаммоларни ечишга боғланган².

Этанолга нисбатан бутанол бензин билан анча юқори пропорцияларда аралаштирилиши мумкин ва мавжуд автомобилларда ҳаво-ёнилғи аралашмасини шакллантириш тизимини модификация қилмасдан фойдаланиш мумкин.

Бутанол бир ишчи циклдан тоза энергияни этанол ёки метанолга нисбатан кўп ва бензинга нисбатан тахминан 10 % кўп ажратади.

Биобутанолни ишлаб чиқаришнинг янги юқори тежамкорли технологиялари олинди. Ҳозирги пайтда дондан олинадиган бутанол уни ёнилғи сифатида қўллаш учун мутахассисларнинг эътиборини тоборо кўпроқ ўзига жалб қилмоқда. Яқин 10...15 йил ичида этанол биринчиликини бутанолга бериши имконияти мавжуд.

Бутанолнинг этанолга нисбатан афзалликлари:

1. Бутанол этанолга нисбатан 25% кўп энергияни ўзида сақлайди: бир галлон этанолга 84 минг ВТУга нисбатан бир галлон бутанолга 110 минг ВТУ тўғри келади. Бир галлон бензинда тахминан 115 минг ВТУ бор.

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 43 p.

² Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 32 p.

2. Бутанол фойдаланишда хавфсизроқ, чунки этанолга нисбатан олти марта кам буғланади ва бензинга нисбатан учувчанлиги 13,5 марта кам. Рейд бўйича бутанол буғларининг эластиклиги 0,33 фунт/кв. дюйм, бензинда 4,5 фунт/кв дюйм, этанолда 2,0 фунт/кв. дюймни ташкил қилади. Бу бутанолни ундан оксигенат сифатида хавфсизроқ қилади ва қишда ва ёзда фойдаланишда аралашма пропорцияларининг нисбати алоҳида ўзгартирилишини талаб қилмайди. Ҳозирги пайтда ундан Аризона, Калифорния ва бошқа штатларда оксигенат сифатида фойдаланишади.

3. Бутанол – этанолга нисбатан агрессивлиги анча кам бўлган модда, шу сабабли у мавжуд ёнилғи трубопроводлари бўйича транспортировка қилиниши мумкин, ваҳоланки этанол темир йўл ёки сув транспортида транспортировка қилиниши керак.

4. Бутанолни бензин билан аралаштириш мумкин.

5. Бутанол бензинни тўлиқ алмаштириши мумкин, ваҳоланки этанолдан фақат бензинга кўшимча сифатида фойдаланиш мумкин, бунда ҳам двигател конструкциясида сезиларли ўзгартиришлар қилиниши керак бўлади. Ҳозирги пайтда дунёда таркибида 10% бўлган этанолли аралашмадан фойдаланишади.

6. Бутанолни ишлаб чиқариш водород билан таъминлаш инфраструктураси билан боғлиқ бўлган муаммони ечишда ёрдам беради.

7. Бутанолда энергия (10 Вт·ч/г) этанолга нисбатан (8 Вт·ч/г) кўпроқ чиқади.

8. Бутанол ёнганда олтингугурт ёки азот окисларини ҳосил қилмайди, бу экология нуқтаи-назаридан сезиларли кўшимча афзалликларни беради.

Хулоса қилиб айтганда биобутанол этанолнинг бензин билан аралашмасига қараганда анча тежамлироқ, у автомобилнинг ёнилғи эффективлигини яхшилайти ва ёнилғининг бир бирлигига юрадиган йўлини узайтиради. Биобутанол ҳам ўша хом-ашёлар – жўхори, шакар лавлаги, сорго, маниоки, шакар тростниги, жўхори поялари ва бошқа биомассалардан олинади, лекин бензинни тенг ҳажмда алмаштириши мумкин.

1.13-жадвалда ёнилғиларнинг умумий қиёсий хоссалари келтирилган.

1.13-жадвал

Ёнилғиларнинг умумий қиёсий хоссалари

Ёнилғи	Энергия зичлиги, МДж/л	Хаво-ёнилғи сони	Ўзига хос энергия, МДж/кг	Буғланиш иссиқлиги, МДж/кг	Октан сони	
Бензин	32	14,6	2,9	0,36	91...99	81...89
Бутанол	29,2	11,2	3,2	0,43	96	78
Этанол	19,6	9,0	3,0	0,92	130	96
Метанол	16	6,5	3,1	1,2	136	104

1.4. Автомобиллар учун ёнилғининг альтернатив турлари

Нефт қазиб олиш саноати¹

Ушбу тадқиқотда тақдим этилган маълумот 2008 йил Халқаро Энергетик Истиқболлар ва Энергиядан Фойдаланиш Самарадорлиги ва Қайта тикланувчи Энергия резюмеси бўлиб, бу иккала бўлим/бўлинма Америка Энергетика Вазирлигидир. 2008 йил Халқаро Энергетик Истиқболлар энергетика маълумотлари бўйича Бошқарманинг СЎНГГИ ИЗОҲИ/ЭСЛАТМАСИни ишлаб чиқди (www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html), у Америка Энергетика Вазирлигида мустақил статик ва аналитик агентлиги ҳисобланади.

Алтернатив ёнилғини, графаларни ва маълумот/далилларни қидиришга ундовчи/олиб келувчи Нефтнинг нархи кўтарилиши ва экологик муаммоларни тушунтиришлар ҳисоботдан ва якуний натижалардан бевосита олинган. Резюме асосан Қўшма Штатларга ва унинг транспорт секторига таалуқли бўлган анализни ўз ичига олади. Нефтга бўлган юқори нархни тақдим этиш ва сиёсий безовталиқ Халқаро Энергетик Истиқболларининг 1 Бобида “Жаҳон Энергия Истеъмоли ва Иқтисодий истиқболлар” 2008 йил яқунларида олинди.

Нефт қазувчи саноатнинг вужудга келиши ва тарихи

Нефт қудуқлари очилишидан аввал мой ҳайвонлардан, сабзавотлардан ва кўмирдан олинар эди ва асосан ёритиш ва иситиш учун фойдаланилар эди. Транспорт воситаларининг янги турлари, жумладан локомотивнинг барча турлари, нефтнинг энг кўп миқдорини сарфлардилар. Нефт қудуқлари 1859 йилда Пенсильванияда Эдвин Дрейк томонидан топилди, ундан кунига камида 15 баррельгача нефт олинарди. Қўшма Штатлар нефтнинг энг катта миқдорини экспорт қилиб, иқтисодиёти бўйича кучли ҳукмронликни қўлга киритган мамлакатга айланди. Кўп йиллар давомида нефтни қазиб олиш ва истеъмол қилиш қудуқларнинг битишига олиб келгандан сўнг, АҚШ нефтни импорт қилишга мажбур бўлди. Бунинг оқибати бугунги кунда жуда ёмон, чунки энди ер юзи Нефт тиғизи/чўққисида турибди, ушбу ибора нефтдан қазиб олиш ва уни тозалаш қиймати нефтнинг ўзининг қийматидан катта ёки тенглигидан далолат беради. Бу шуни билдирадики, қазиб олинган ва такомиллаштирилган нефтнинг бир баррели учун ҳаражатлар бир баррель нефтнинг бозордаги қийматига тенг келмоқда, бундай иқтисод яшай олмайди. Нефтдан, маълумки, қадимдан тиббиёт ва қурилиш мақсадлари учун фойдаланилган, лекин ҳозирги кунда нефтдан кўп соҳаларда, айниқса транспорт саноатида фойдаланилмоқда. Автомобиль жуда ҳам оммабоп бўлиб қолди ва у билан ёнилғи сарфи охириги ўн йилликда экспонент бўйича кўтарилди, бунда карбонат ангидрид гази ва бир оксид эмиссияси экологик муаммога айланди².

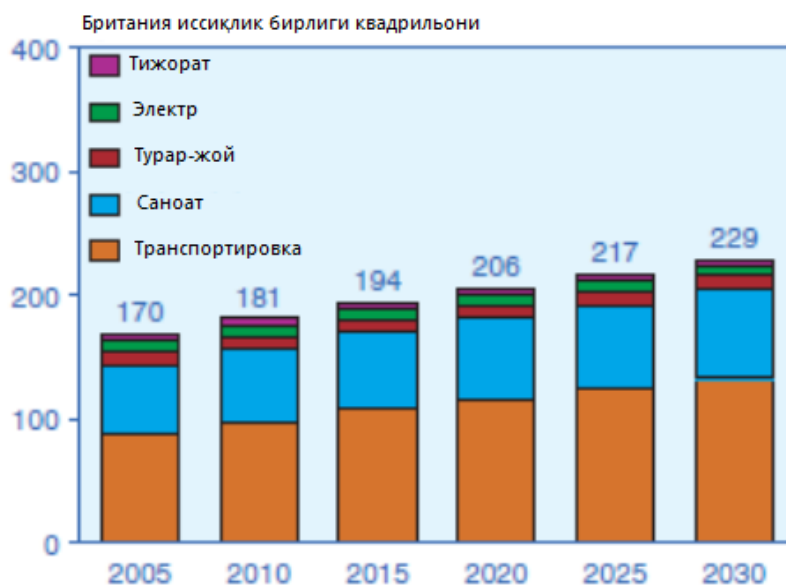
¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 15 p.

² Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 15 p.

Нефт ва АҚШ

Юқорида қайд этилганидек, нефт транспорт саноатини ишга тушириш учун зарур бўлганлиги туфайли жаҳон иқтисодиёти учун жуда муҳим бўлиб қолди. Жаҳон аҳолиси экспонента бўйича ортиб бораётганлиги туфайли нефтга бўлган эҳтиёж ҳам шундай ортиб бормоқда. Қўшма Штатларда нефт қудуқлари ўз имкониятини тугатгандан сўнг, АҚШ нефтни импорт қилишга мажбур бўлди, бу ўзининг эҳтиёжларини қондириш учун бошқа мамлакатларга қарам қилиб қўйди. Бу муаммони ечиш учун АҚШ Бензин Гибриди, тўла электрик, водород, этанол каби ва кўп бошқа альтернатив технологик тадқиқотларга капитал/сармоя сарф қилди¹.

Ўтган ўн йиллик давомида нефтдан фойдаланиш ҳисобига, айниқса юқорида қайд этилгандек транспорт сектори учун, нефт жаҳон иқтисодиётида муҳим бўлиб қолди. Бу, ёнилғининг суяқ турларидан фойдаланиш 2005 йилда кунига 84 миллион баррелидан 2030 йилда 113 миллион баррелгача ўсишини лойиҳалаштирди. 2005 йилдан 2030 йилгача транспорт сектори 74 фоизга ўсишни ташкил қилади, чунки энергия самарадорлигини ва барқарорликни ошириш мақсадида янги қурилиш/иморат лойиҳаланди.



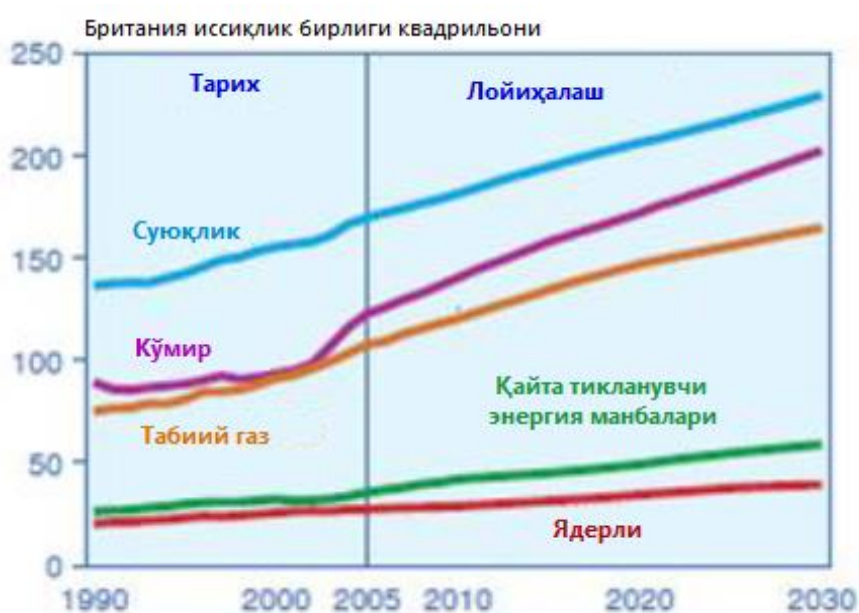
1-расм. 2005 – 2030-йилларда секторлар бўйича ер юзида ёнилғи сарфи

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 16 p.



2-расм. 1980 – 2030-йилларда жаҳон бозорида энергиядан фойдаланиш

Энергетик Ахборот Бошқаруви (ЭАБ) томонидан қилинган тадқиқот шуни кўрсатдики, сиёсий муаммолар вужудга келса 2030 йилга келиб энергиядан дунё бўйича фойдаланиш 50-фоизга кўтарилишини, башорат қилди/лойиҳалади¹.



3-расм. 1990 – 2030-йилларда жаҳон бозорида ёнилғи тури бўйича энергиядан фойдаланиш

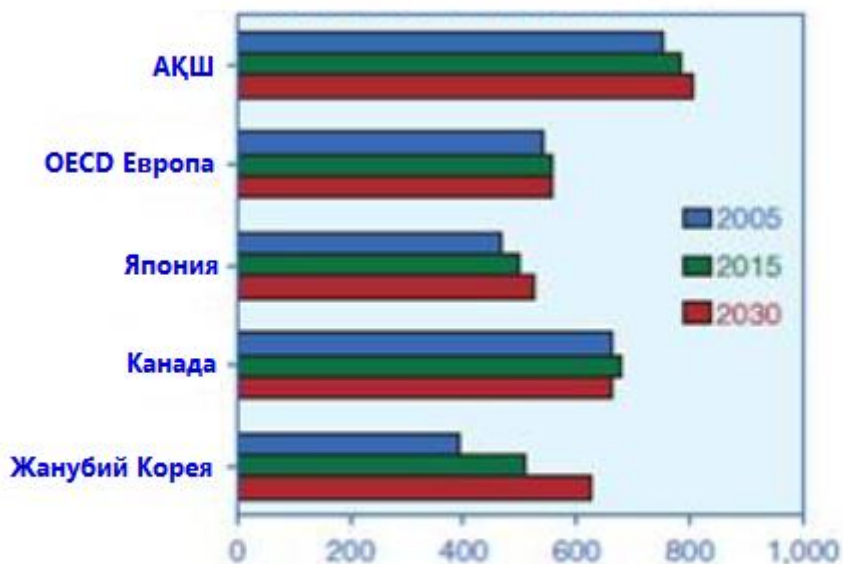
Кўмир ва қайта тикланадиган энергия – истеъмоли энг тез ўсиб бораётган энергия манбаи бўлиб, ундан фойдаланиш 2,0 – 2,1 фоизга ўсиб боради. Бу ўсиш қайта тикланадиган энергия ва экологик муаммо учун ҳукумат рағбатлантириши туфайли рўёбга чиқади, кўмирга келсак у анча

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 16-17 p.

арзонроқ. Юқорида кўрсатилганидек суюқлик энергияси манбалардан бугунги кунда энг кўп фойдаланиладиган турлари – бу нефтдан олинадиган ёнилғи ва этанол ва биодизель, суюқлаштирилган кўмир ва газсимонга айлантирилган суюқлик каби келиб чиқиши нефтдан бўлмаган ёнилғини олиш. Қаттиқ бўлган нефт кокси, суюқлаштирилган табиий газ, ёнилғи сифатида фойдаланиладиган хом нефт ва суюқ водородни ҳам ўзида жамлайди.

Қуйида келтирилган Иқтисодий Ҳамкорлик ва Ривожланиш Ташкилотининг (ИХРТ) мулки бўлган автомашиналар 2005 йилдан 2030 йилгача лойиҳаланган¹.

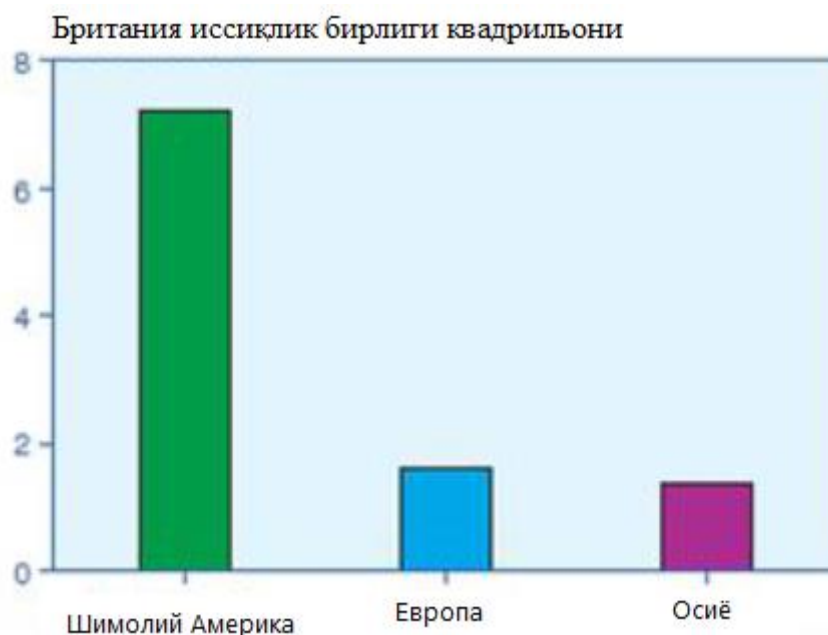
Тенденция ўзининг транспорт воситаларининг ортиб боришига бўлган эътибор ва шубилан бирга айниқса Шимолий Америкада 2005 йилдан 2030 йилгача транспортировка қилиш энергияси учун сарфланаётган суюқ ёнилғи миқдорининг ўзгаришидир. Қўшма Штатлардаги сарф Шимолий Америкада истеъмол қилинадиган суюқ ёнилғини 70 фоизни ташкил қилади.



Мингта одамга тўғри келадиган энгил режимдаги транспорт воситаси

4-расм. 2005, 2015 ва 2030 йилларда ИХРТ мамлакат-аъзоларида автомашиналарга эга бўлишлик

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 18 p.



5-расм. 2005-2030 йилларда ИХРТ жабҳасида транспортировка учун суюқликлардан фойдаланишнинг ўзгариши

Бу энергетик Мустақилликка ва қимматли қоғозлар ҳақидаги Қонунга олиб келди, улар энгил режимдаги транспорт воситалари 2020 йилга келиб бир галлон учун 35 миль ёнилғи тежалишига эришилишини талаб қилмоқда. Бу этанолдан фойдаланиш Америкада 2005 йилда 4,0 миллиард галлондан 2030 йилга келиб 24,3 миллиард галлонгача ўсишини кўрсатади¹.

Назорат саволлари

1. Ёнилғи-энергетик ресурсларига нималар киради?
2. Ёнилғиларга қандай асосий талаблар қўйилади?
3. Альтернатив мотор ёнилғиларидан фойдаланишнинг қандай афзалликлари мавжуд?
4. Суюқлаштирилган пропан-бутанли газ билан суюқлаштирилган табиий газ қандай умумий хоссаларга эга?
5. Сиқилган табиий газ қандай афзаллик ва камчиликларга эга?
6. Ёниш иссиқлиги бўйича газлар қандай гуруҳларга бўлинади?
7. Диметилли эфир қандай ёнилғи ва қандай афзалликларга эга?
8. Водороднинг қандай афзалликлари ва камчиликлари мавжуд?
9. Метанол, этанол ва бутанол бир-биридан қандай хоссалари билан фарқланади?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008.
2. Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. (12-18 pp.)

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 19 p.

3. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. (26-32 pp.)
4. Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). (стр. 29-31, стр. 100)
5. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. -Ташкент: SHAMS ASA, 2014. -189 с. (18-27 сс.)
6. <http://www.fueleconomy.gov>

2-мавзу: Ички ёнилғи двигателининг энергосамарадорлиги ва энерготежамкорлиги. Ички ёнилғи двигателларининг фойдали иш коэффициентини ошириш йўллари (2 соат)

Режа:

- 2.1. Учқун билан ўт олдириладиган двигателларида аралашма ҳосил бўлиши ҳақида умумий маълумотлар
- 2.2. Бензинни пуркаш тизимлари
- 2.3. Ёнилғини пурковчи МРІ тизимининг ишлаши
- 2.4. Бензинни бевосита пурковчи GDI тизими
- 2.5. Дизел яратилиши ва тарихи
- 2.6. Гибридли ёнилғининг пайдо бўлиши ва унинг тарихи
- 2.7. Электромобилларнинг вужудга келиши ва унинг тарихи
- 2.8. Дизеллар ёнилғи узатиш аккумулятор тизими (CommonRail)
- 2.9. Ички ёнув двигателлари фойдали иш коэффициентини ошириш йўллари

Таянч сўз ва иборалар: бензинни пуркаш тизимлари, ёнилғини пуркаш, киритиш трубопроводи, инжектор, марказий пуркаш, тақсимланган пуркаш, бевосита пуркаш, фазаланган пуркаш, аралашма таркиби нотекислигининг даражаси, заряднинг қатламларга бўлиниши, дрессел тўсиғи, таъминлашнинг аккумулятор тизими, форсунка.

2.1 Учқун билан ўт олдириладиган двигателларида аралашма ҳосил бўлиши ҳақида умумий маълумотлар

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда (ДсИЗ) аралашма ҳосил бўлиши деганда ёнилғи ва ҳавони дозалашда, пуркашда, буғланишда ва ёнилғининг ҳаво билан аралашшишидаги ўзаро боғланган жараёнларнинг комплекси тушунилади.

Аралашма ҳосил бўлиши бундан кейин содир бўладиган ёнилғи ёнишига таъсир қилади, чунки ёниш тезлиги ва унинг тўлиқлиги аралашманинг таркиби ва сифатига боғлиқ, уларга эса ёнилғининг буғланиши ва унинг ҳаво билан аралашшиши таъсир қилади.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда аралашма ҳосил бўлиши ва ёниш жараёнларининг бориши режим факторлардан ташқари ёнилғининг физикавий-кимёвий хоссалари ва уни узатиш усули (бензинни пуркаш, карбюрация, газли двигателнинг аралаштиргичи)га боғлиқ.

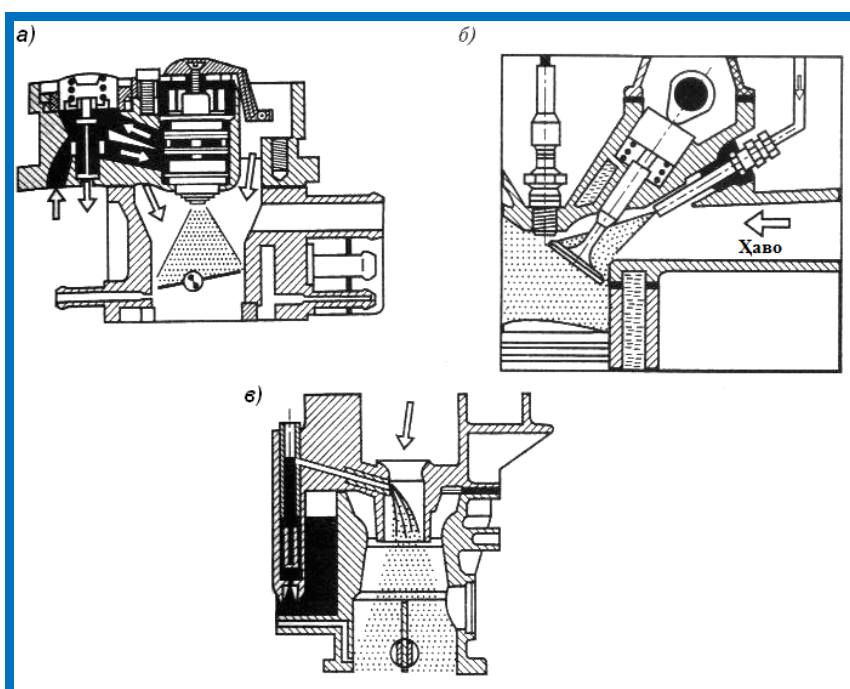
Бензинни пуркаш, карбюрацияга қараганда, двигателнинг анча юқори қувват, тежамкорлик ва экологик кўрсаткичларини олиш имконини беради, шу сабабли бензинни пуркаш тизими карбюраторлиларни деярли сиқиб чиқарди¹.

¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 33 p.

Тўрт тактли двигателларда аралашма ҳосил бўлиши форсункада, карбюраторда ёки газ аралаштиргичида бошланади, киритиш трактида давом этади ва цилиндрда тугайди.

Бензинни марказий пуркашда ва карбюрацияда аралашма ҳосил бўлиш механизми (2.1, а, в-расм) кўп жиҳатдан умумий тавсифга эга, чунки иккала ҳолда ҳам ёнилғи ҳаво оқимига киритиш трактининг битта жойида - киритиш трубопроводи олдида киритилади.

Учкун билан ўт олдириладиган тўрт тактли двигателларда, одатда, аралашма ҳосил бўлиши ташқарида, икки тактли двигателларда эса аралашма ичкарида ҳосил бўлади, бу цилиндрлар продувка қилинганда ёнилғи йўқотилишининг олдини олади. Ҳозирги пайтда тўрт тактли ДсИЗ двигателлари ҳам пайдо бўлди, уларда аралашма ичкарида ҳосил бўлади.



2.1-расм. Ёнилғини марказий (а), тақсимланган (б) пуркашли ва карбюрацияли (в) узатиши

2.2 Бензинни пуркаш тизимлари

ИЁДларнинг ёнилғи тизимлари ёнилғи захирасини сақлаш, циклнинг маълум фазасида уни цилиндрга дозалаб беришларни амалга оширади, бу эса двигателнинг ҳамма иш режимларида, жумладан ўт олдириш режимида ҳам, сифатли аралашма ҳосил бўлишига кўмаклашади.

Бу тизимларнинг асосий афзалликлари:

- ҳаво ва ёнилғини алоҳида дозалаш, натижада ҳаво бир хил дозада берилганда бензин ҳар хил дозада берилиши мумкин;
- кўп омилларни ҳисобга олган ҳолда двигателнинг ҳамма эксплуатацион режимларида ёнилғини аниқ дозалаш;
- тизимнинг диагностикага ва двигателни бошқаришнинг бошқа тизимлари билан (масалан, ўт олдириш, наддув ва ш.к.) яхши

мослашувчанлиги;

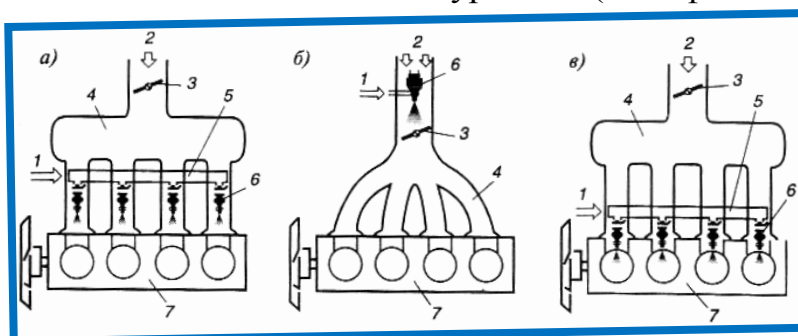
- двигател тежамкорлик, қувват ва экологик кўрсаткичларни яхшиланиши¹.

Бензинни пуркаш тизимини қуйидаги уч асосий белигилар бўйича классификация қилиш мумкин (2.2-расм).

Биринчидан, бензин киритиш трубопроводига (2.2, а, б-расм) ёки бевосита цилиндрга (2.2, в-расм) пуркалиши мумкин.

Иккинчидан бензин тақсимланиб пуркалиши мумкин (2.2, а-расм), бунда форсунка бензинни ҳар бир цилиндрнинг киритиш клапани зонасига пуркайди. Бошқача усул – марказий пуркаш битта форсунка билан амалга оширилади (2.2, б-расм), у киритиш трубопроводига тақалиши бошланишидан олдинги участкага ўрнатилади (яъни карбюратор ўрнига).

Учинчидан тақсимланган пуркаш фазаланган бўлиши мумкин, унда ҳар бир форсунка цилиндр киритиш клапани очилиши билан мувофиқлашган вақтнинг қатъий аниқланган momentiда пуркайди (энг афзалли метод).



2.2-расм. Бензинни пуркаш тизимлари: а – тақсимланган пуркаш; б – марказий пуркаш; в – цилиндрга бевосита пуркаш; 1 – ёнилғи келтирилиши; 2 – ҳаво келтирилиши; 3 – дроссел тўсиғи; 4 – киритиш трубопроводига; 5 – форсункаларга ёнилғини келтириш коллектори; 6 – форсунка; 7 – цилиндрлар қаллаги

2.3 Ёнилғини пурковчи МРЎ тизимининг ишлаши

2.3.1. Ёнилғи узатиш тизими

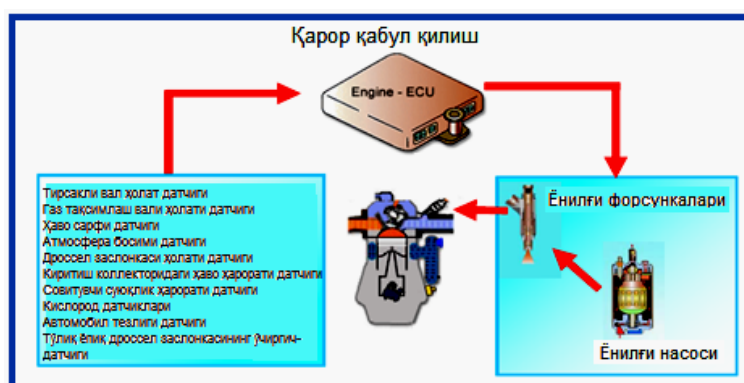
¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 16 p.



Ёнилғини ёнилғи бакидан форсункаларга силжитиш учун керак бўлган ҳамма элементлар ёнилғини узатиш тизимига киради. Автомобилларнинг кўпида рециркуляцион турдаги ёнилғини узатиш тизимидан фойдаланилади.

Ёнилғи бақдан электр ёнилғи насоси билан олинади ва босим остида ёнилғи коллекторига узатилади. Ёнилғи насосининг ишчи босими ва унумдорлиги шундай танланадики, двигателнинг ҳамма иш режимларида унинг ишончли ишлашини таъминласин. Ёнилғи босимининг регулятори ёнилғининг қанчадир миқдорда орқага – ёнилғи бакига қайтаришни таъминлайди, бу ёнилғи форсункалари ишлаши учун зарур бўлган босимни ёнилғи коллекторига ушлаб туриш имконини беради.

2.3.2 Электрон бошқариш тизими



Ёнилғи узатилишини бошқариш циклик жараён бўлиб, у информацияни олиш, информацияни ишлаш (қарор қабул қилиш) ва бошқарувчи таъсирларни амалга ошириш босқичларидан таркиб топган. Датчиклар ёрдамида двигател ишлаш режими ва ҳаракат шароитлари ҳақидаги зарур бўлган информацияни йиғиш амалга оширилади. Олинган маълумотлар таҳлили асосида двигателни бошқаришнинг электрон блоки талаб қилинган

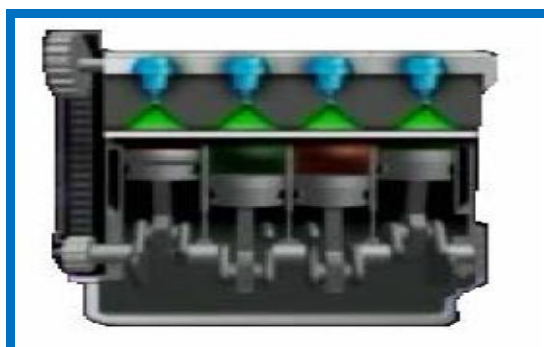
ёнилғи миқдори узатилишини таъминлаш учун форсунканинг чиқувчи параметрлари қийматларини ҳисоблайди.

Двигателни бошқариш блокининг ёнилғини тақсимлаб пуркаш тизимида ёнилғини узатишни бошқариш ҳар бир цилиндрлар бўйича алоҳида амалга оширилади. Бу двигателнинг ҳамма иш режимларида пуркалаётган ёнилғи миқдорини аниқ дозалаш имконини беради, бунинг натижасида зарарли чиқиндилар камайиши билан бирга энг яхши динамика таъминланади.

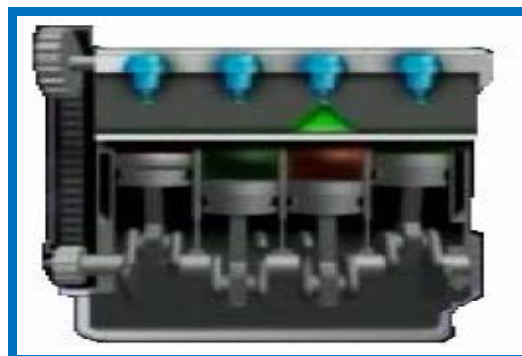
Двигателнинг иш режими	Ҳаво-ёнилғи нисбати
Двигателни ишга тушириш	1-5 (ҳаво) : 1 (ёнилғи)
Салт иш (двигател қизитилаётган пайтда)	11 : 1
Автомобилнинг равон ҳаракати	12 дан 18 : 1
Автомобил разгони	12 дан 13 : 1

Ёнилғи тақсимланиб пуркалиши тизимида ёнилғи узатилишининг уч усули мавжуд:

- **Бирвақтли** (бир вақтда пуркашда, ҳамма ёнилғи форсункалари ёнилғини бир вақтда пуркайди).

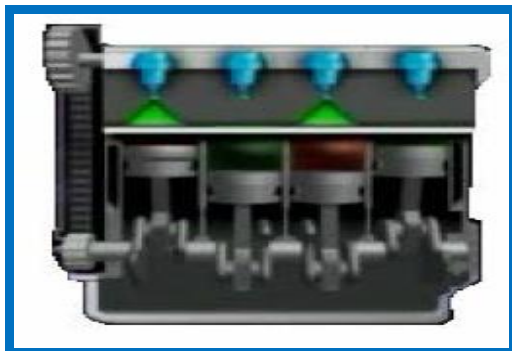


- **Синхронли** (синхронли пуркашда ҳар бир форсунка индивидуал ва цилиндрлар иши тартибига мувофиқ бошқарилади. Ёнилғини узатишнинг бу усули двигател иш режимларининг кўпи учун энг кўп фойдаланилади).



- **Гуруҳий** (автомобилларнинг баъзи моделларида ёнилғини узатишнинг гуруҳий усули қўлланилади. Бу усулда ёнилғи форсункаларининг ҳар бир жуфтлиги (№1 - №3 бир жуфтлик ва №4 - №2

бошқа жуфтлик) бараварига уланади. Бу ҳолда бошқарув тизими соддалашади.



Ёнилғини бир вақтда узатиш усули

Ёнилғини бир вақтда узатиш усулида – двигател тирсакли валининг маълум ҳолатида ёнилғи двигател ҳамма форсункалари билан бир пайтда пуркалади. Пуркаш моментини синхронизациялаш тирсакли вал ҳолатининг датчиги сигнали бўйича амалга оширилади.

Бу усул ёнилғи тақсимланиб пуркаладиган МРІ тизимида қуйидаги ҳолатларда қўлланилади:

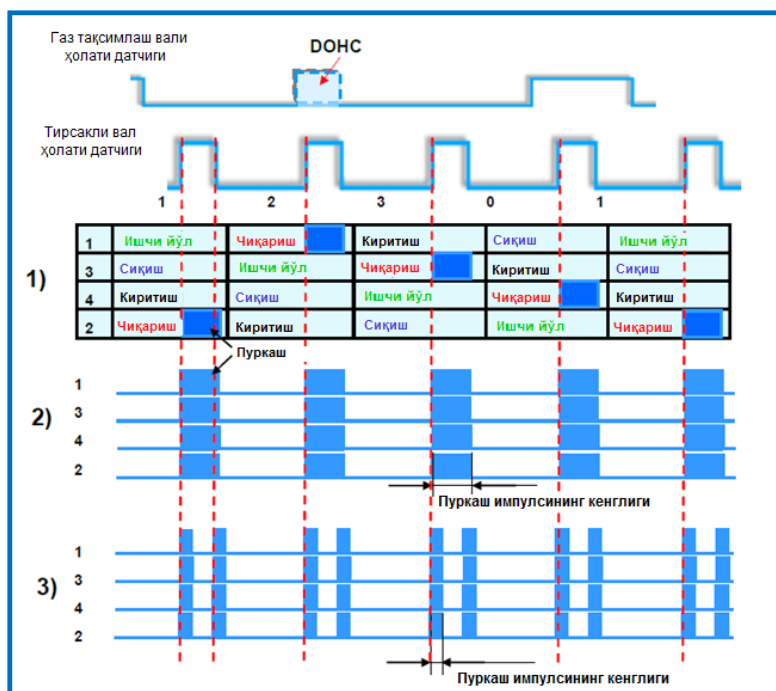
- **Совуқ двигател ишга тушириляётган пайтда.** Совуқ двигател ишга тушириляётган пайтда двигател тирсакли вали ҳолати датчигининг сигналига мувофиқ ёнилғи пуркалиши ҳамма цилиндрларда бир вақтда содир бўлади (2.5-расм). Ёнилғи бундай пуркалишининг сабаби шундаки, совуқ двигател ишга тушириляётган пайтда ёнилғи пуркалиши вақти (ёнилғи-ҳаво аралашмасининг тайёрланиши) двигателнинг бошқа иш режимларида ёнилғи пуркалиши вақтидан анча катта бўлади¹.

- **Носозликлари бўлган двигател ишлаганда (failsafe mode).** Носозликлари бўлган двигател ишлаганда двигателни бошқариш электрон блоки ҳамма ёнилғи форсункалари билан ёнилғи бир вақтда пуркалишини таъминлайди (**failsafe mode**). Масалан, двигател ишлаётган пайтда биринчи цилиндр поршени ЮЧХ датчигидан сигнал йўқолган пайтда (тақсимлаш вали ҳолати датчиги), бу ҳолда двигателни бошқаришнинг электрон блоки двигателни ишчи ҳолатда ушлаб туриш учун ҳамма ёнилғи форсункалариги фаоллаштиради.

Ёнилғини синхрон узатиш усули

Двигател цилиндрлари иш тартиби 1 – 3 – 4 – 2 га мувофиқ тирсакли вал икки марта айланганда форсункалар киритиш коллекторига ёнилғини кетма-кетликда пуркайдилар. Двигателни бошқариш электрон блоки тирсакли вал ҳолати датчиги импульсининг олдинги фронти (одатда 75° гача чиқариш тактининг ЮЧХга)га таяниб ёнилғи форсункасининг ҳар бирини фаоллаштиради.

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 27 p.



- 1) Ёнилғини узатишнинг синхрон усули (двигател ишга тушгандан кейин двигателнинг нормал иши).
- 2) Ёнилғини бир вақтда узатиш усули (двигател ишга туширилаётган пайтда қуйидаги шароитда, ёнилғи пуркалиши импульсининг давомийлиги двигател нормал ишлагандагига қараганда катта бўлганда).
- 3) Ёнилғини бир вақтда узатиш усули (двигател ишга туширилаётган пайтда қуйидаги шароитда, ёнилғи пуркалиши импульсининг давомийлиги двигател нормал ишлагандагига қараганда тенг ёки кичик бўлганда).

Пуркалаётган ёнилғи миқдорини бошқариш

Двигателни бошқариш блоки двигател муайян шароитда ишлаётганда ҳар бир ишчи циклда ёниш учун зарур бўлган ёнилғи миқдорини ҳисоблайди. Ҳар бир цилиндрга ҳисобланган ёнилғи миқдорини узатиш учун электр сигнали шакллантирилади, у мос цилиндрнинг ёнилғи форсункасига келади. Бу сигналнинг давомийлиги ёнилғи форсункаси очилиб турган вақтни аниқлайди (ёнилғини пуркаш давомийлиги).

Бошқарувчи импульс давомийлигини ҳисоблашда бошқаришнинг электрон блоки битта киритиш тактида киритиш коллекторига кирган ҳаво миқдори маълумотлари ҳамда двигател иш режимини характерловчи датчиклардан олган сигналлардан фойдаланади¹.

Битта тактда цилиндрга кирган ҳаво миқдори двигател тирсакли вали айланишлар частотаси датчигидан олинган сигналлар ҳамда ҳаво сарфи

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 28 p.

датчиклари, киритиш коллекторидаги ҳаво ҳарорати датчиги ва атмосфера босими датчиги сигналлари асосида ҳисобланади.

Аниқланган маълум ҳаво миқдори ва талаб қилинаётган ёнилғи-ҳаво аралашмаси таркиби асосида ҳар бир циклда ёниш учун зарур бўлган ёнилғи миқдори аниқланади.

Талаб қилинаётган ёнилғи-ҳаво нисбати кўп шартларга боғлиқ:

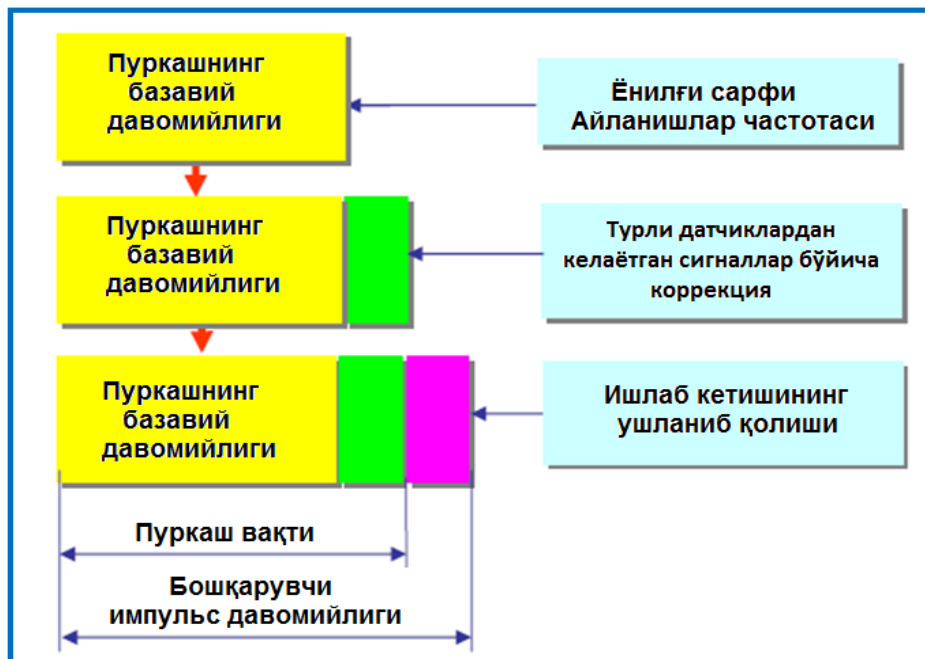
- двигателнинг талаб қилинаётган қуввати ва қабулчанлигини олиш;
- зарарли чиқиндиларни чеклаш;
- ёнилғи кам сарфланишини таъминлаш.

Пуркалинаётган ёнилғи миқдорини ҳисоблаш

Двигателни ишга тушириш режимидан бошқа режимларда ёнилғи (Т) пуркалиши вақти (давомийлиги) қуйидаги омилларни ҳисобга олган ҳолда аниқланади:

- пуркашнинг базавий давомийлиги (Т₁), у ҳаво миқдори ўзгариши билан ўзгаради;
- пуркаш базавий давомийлиги коррекцияловчи коэффициентини (К_с)нинг қиймати;
- форсунка ишлай бошлашининг ушланиб қолиши (Т₂).

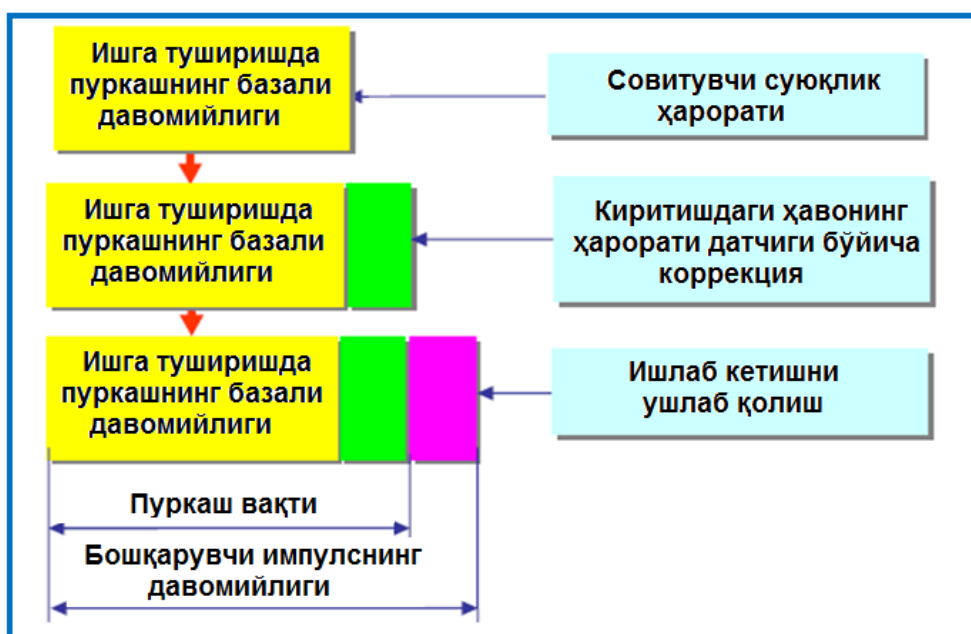
$$T = T_1 \cdot K_c + T_2 \text{ (мс)}$$



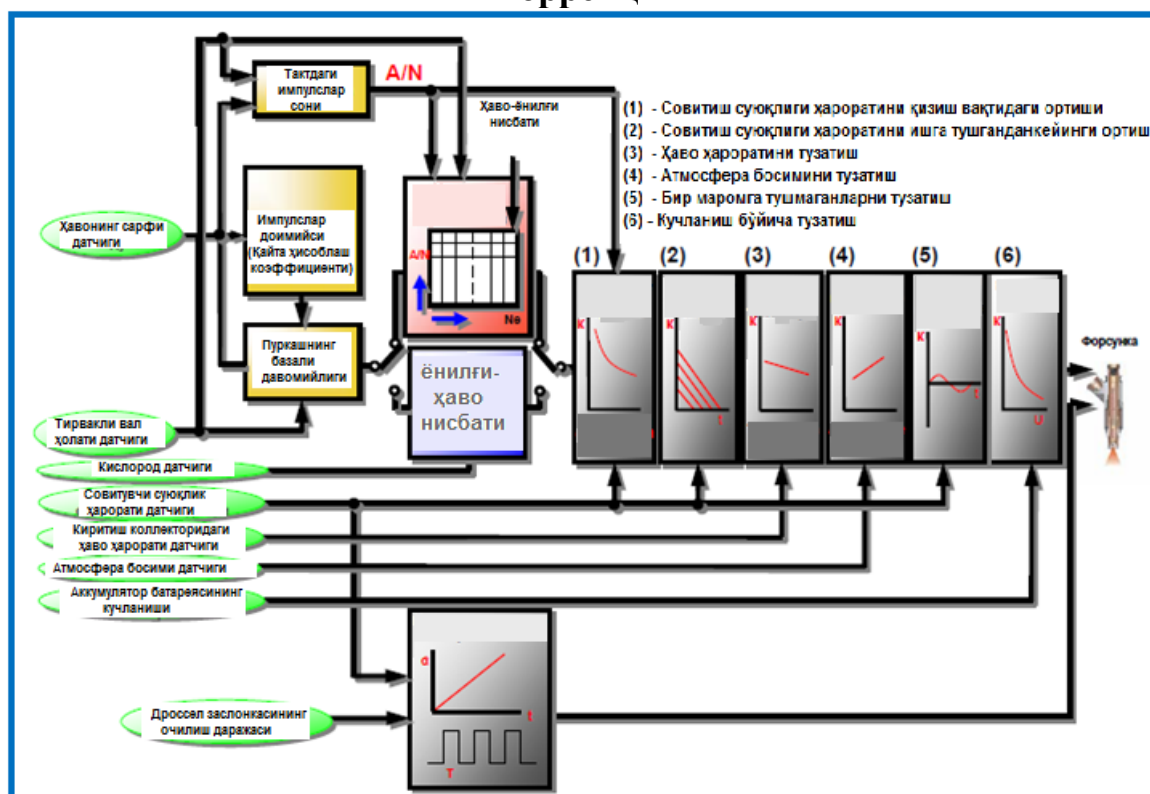
Двигателни ишга тушириш режимда ёнилғи (Т) пуркалиши давомийлиги қуйидаги омилларни ҳисобга олиб аниқланади:

- пуркашнинг базавий давомийлиги (Т₁), бу совитувчи суюқлик ҳароратини ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади;
- сўриб олинаётган ҳаво ҳароратига боғлиқ бўлган коррекцияловчи коэффициент (К_t) қиймати;
- форсунка ишга тушиши давомийлиги (Т₂).

$$T = T_1 \cdot K_f + T_2 \text{ (мс)}$$



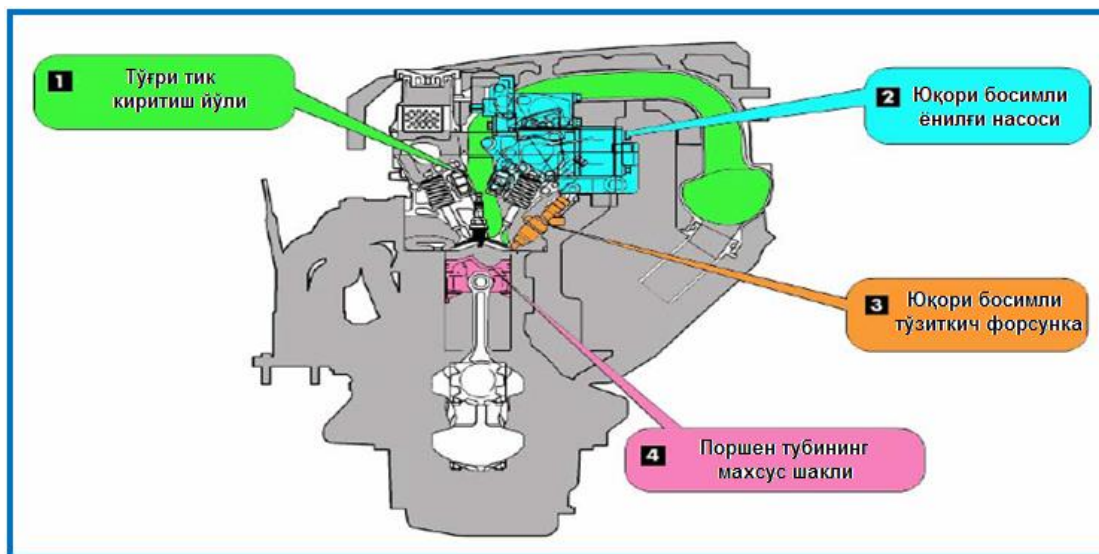
Датчиклар ва бошқа манбалардан олинган информацияга асосланган коррекция



2.4. Бензинни бевосита пуркаш тизими GDI

GDI тизимида двигателларга бензин бевосита цилиндр ичига пуркалади, бу двигателнинг юқори қабулчанлигини, ёнилғи узатилишини бошқаришнинг юқори аниқлигини ва камбағал аралашмалар эффектив

ёнишини таъминлайди. Цилиндрлар яхшироқ тўлиши ва сиқиб даражаси каттароқ бўлгани ҳисобига GDI двигателларнинг термик фойдали иш коэффиценти оддий MPI двигателлариникига нисбатан юқорироқ бўлади. Двигателнинг баъзи иш режимларида (камбағал аралашмаларда ишлаганда) – салт иши, ўзгармас тезликда ҳаракатланиш режимларида GDI двигателлари оддий MPI двигателларига нисбатан сезиларли даражада тежамкорроқ бўлиши мумкин. Лекин двигател катта юк остида ёки катта тезликда ишлаганда уларнинг тежамкорлиги форсировка қилинган моторлар MPI тежамкорлигига яқин бўлади.



GDI фирмасининг двигателлари MPI двигателларига нисбатан (илгари қўлланилмаган) қуйидаги тўрт техник ечимлар ҳисобига яхши кўрсаткичларга эгалар:

1. Киритиш каналлари цилиндр ўқи бўйича йўналган (вертикал каналлар). Бундай каналлар соат стрелкаси бўйича йўналган интенсиф “ҳаво уюрмасини” яратадилар, бу юқори самарадорликни таъминлайди. Бундан ташқари каналларнинг раван профили ва қатъий вертикал шакли цилиндрлар тўлиши кўпайишини таъминлайди, бу айниқса двигател максимал қувват режимида ишлаганда муҳим ҳисобланади (Superior Output Mode).

2. Юқори босимли ёнилғи насоси. Унинг қўлланилиши форсункага ёнилғини зарур бўлган юқори босим остида узатишни таъминлайди.

3. Юқори босимли уюрмали форсункалар. Бундай форсункалар Mitsubishi фирмаси GDI двигателларининг таянч элементи ҳисобланади, улар ҳамма режимларда ишлаш имкониятини таъминлайди. Бунга автомобил ҳаракатланиши шароитларига боғлиқ ҳолда ёнилғи узатилишининг ўзгариши ҳисобига эришилади.

4. Поршен тубининг махсус шакли. Поршен тубида жойлашган сферасимон ёниш камераси соат стрелкаси бўйича йўналган “ҳаво уюрмасини” яратишга кўмаклашади ва ёниш камерасининг марказида жойлашган ўт олдириш свечаси зонасида ёнилғи концентрацияланишига имкон беради.

Ёнилғи бевосита цилиндр ичига пуркалиши ҳисобига ёниш камераси ҳажми бўйича ёнилғи тарқалишини бошқариш имконияти пайдо бўлади.

Вертикал киритиш канали поршен ёниш камерасининг ўзига хос шакли яратадиган ҳаво зарядининг йўналган ҳаракатидан фойдаланиб цилиндр ҳажмида нотекис тақсимланган аралашма ҳосил қилишга эришилади (қатламли аралашма ҳосил қилиш). Бу туфайли ҳаво-ёнилғи нисбати 40:1 гача бўлган нисбатдаги ҳаддан ташқари камбағал аралашмаларнинг барқарор ёниши таъминланади.

Солиштириш учун, МРІ оддий двигателида ҳаво-ёнилғи 15:1 дан катта нисбатда (ишчи диапазон 12,5:1 – 15:1) аралашмаларнинг эффектив ёнишига эришиб бўлмаяпти.

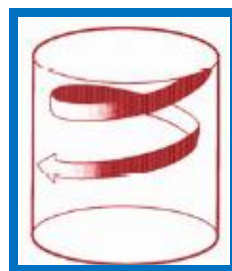
GDI ва MPI двигателларининг асосий фарқлари

Двигател тури	GDI	MPI
Киритиш каналининг шакли	Вертикал киритиш канали	Горизонтал киритиш канали
Поршен туби шакли	Поршен тубининг махсус шакли	Поршен туби текис
Сиқиш даражаси	10-12,5:1	9-10:1
Киритиш коллекторида газ босими	37 кПа (камбағал аралашма)	60 кПа (Galant)
Ҳаво-ёнилғи нисбати	Ўта камбағал аралашма 30-40:1 Камбағал аралашма 20-24:1 Стехиометрик аралашма 14,7:1	Стехиометрик аралашма 14,7:1
Ўт олдириш свечалари электродлари орасидаги тирқиш	05-0,6 мм энг катта қиймати 0,75	1,0-1,1 мм
Ёнилғи босими Паст босим контурида Юқори босим контурида	329 кПа 5 МПа (4G9) ёки 5,5 МПа (4G6)	300-335 кПа
Форсунка Ёнилғи узатилиши Қаршилик	DIM 1000G (4G9) 1000 мл/мин 20 °C да 0,9-1,1 Ом	CDY210 (мисол учун) 2000 мл/мин 20 °C да 13-16 Ом
Форсунканинг очилиш вақти	салт ишида 0,4-0,5 мс	салт ишида 3-5 мс
Пуркаш моменти	Киритиш такти ва сиқиш такти	Чиқариш такти
Форсункани бошқариш импулси	100 В, 20 А	Борт кучланиши, 1А
EGR тизими	Макс. 30% Қадамли электродвигатель	Макс. 10% Электромагнитли клапан
Салт иши оборотларини бошқариш	Регулятор ХХ+ёнилғини узатишни бошқариш, 600 айл/мин	Регулятор ХХ, 750 айл/мин
Каталитик нейтрализатор тури	СН дан фойдаланиб NO _x ни камайтириш учун селектив каталитик нейтраллизатор	Уч компонентли каталитик нейтраллизатор

GDI двигателида ҳаво оқимининг ҳаракати MPI двигателига нисбатан бошқача ташкил қилинган. Вертикал киритувчи канал соат стрелкаси бўйича йўналган юқоридан пастга йўналган ҳаво оқимини шакллантиради (MPI двигателида спиралсимон ҳаво оқими соат стрелкасига қарши йўналган).



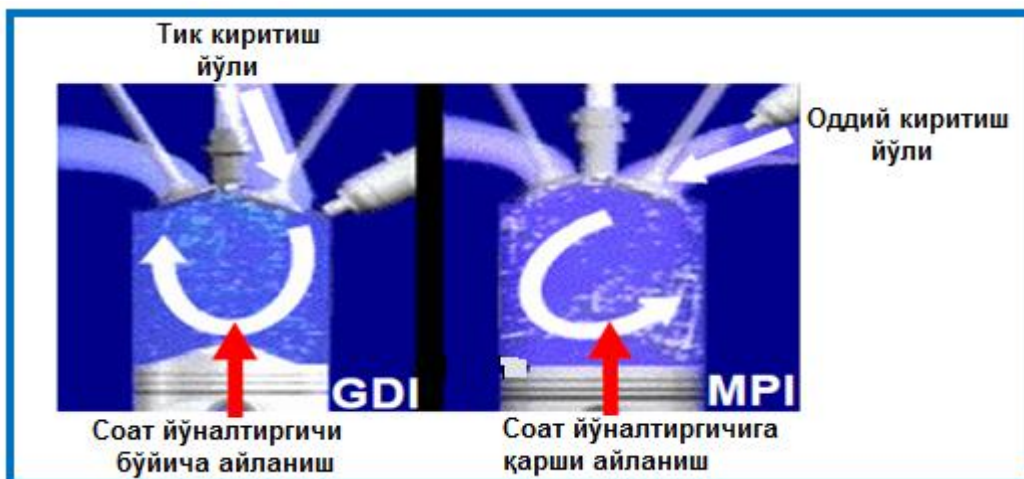
Юқоридан пастга
йўналган оқим GDI



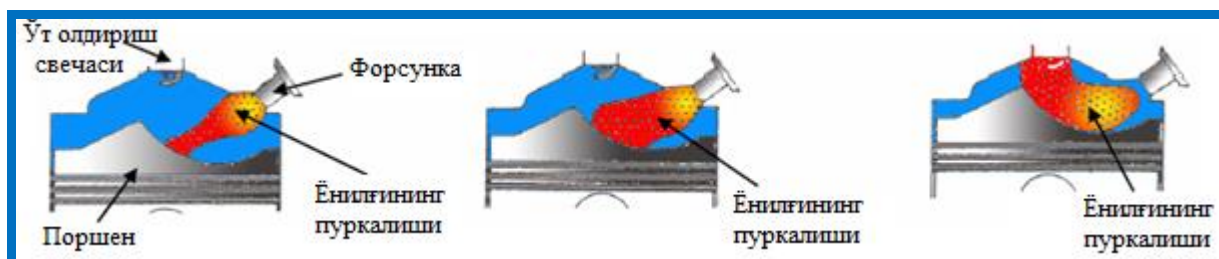
Спиралсимон оқим
MPI

2.2-расм

Ҳаво оқимининг соат стрелкаси бўйича йўналганлиги сиқиш такти охирида узатилган ёнилғини концентрациялаш имконини беради, унинг ёниш камерасининг ҳамма ҳажми бўйича тарқалиб кетишининг олдини олади¹.



Поршеннинг профилланган туби ҳаво вихерли ҳаракатининг интенсивлигини кучайтиради ва концентрациялашган ёнилғини ўт олдириш свечасига йўналтириш имконини беради.



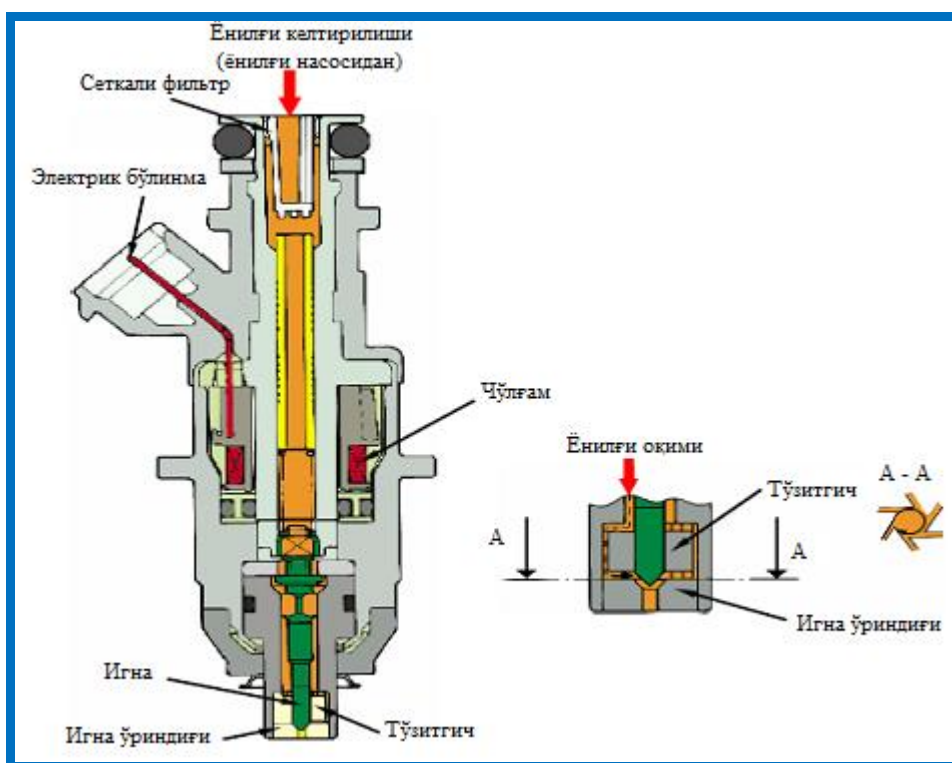
GDI тизимли двигателларда аралашма ҳосил қилиш усуллари
GDI двигателларида двигател буровчи моменти ва қувватига боғлиқ ҳолда аралашма ҳосил қилишнинг ҳар хил усулларидадан фойдаланилади.

¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 37 p.


Двигател кичик ва ўрта юкларда ва айланишлар частотасида ишлаганда (120 км/соат гача бўлган ўзгармас тезликда ҳаракатланиш) қатламли (гетероген) аралашма ҳосил қилишдан фойдаланилади, у ўта камбағал аралашмаларда ишлаш имконини беради (ҳаво-ёнилғи нисбати 30:1-40:1).

Катта юк ва айланишлар частотаси режимида ишлаганда киритиш тактида пуркашдан фойдаланилади ва двигател гомоген (таркиби бир хил) аралашмада ишлайди. Юк ўзгаришига қараб аралашма таркиби кенг ораликда (ҳаво-ёнилғи нисбати 13:1-24:1) ўзгаради. Двигател камбағал, стехиометрик (қайта боғланиш билан) ва бой аралашмаларда ишлаши мумкин¹.

Двигател катта юк ва кичик айланишлар частотаси режимида ишлаганда икки босқичли аралашма ҳосил қилишдан фойдаланилади.



¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 35 p.

Иш режими	Кам сарф	Юқори қувват
Ёнилғи пуркалиши режими	Ўта камбағал аралашма	Тўлиқнинг юқори самаралилиги
	Таркиби бир хил бўлмаган аралашма (қатламли аралашма ҳосил қилиш)	Бир хил таркибли (гомоген) аралашма
Пуркаш моменти	Сиқиш тактида	Киритиш тактида
Пуркаш босими	5 МПа ёки 5,5 МПа	5 МПа ёки 5,5 МПа
Пуркаш моментида цилиндр ичидаги босим	0,5 МПа	Атмосфера босимидан паст
Ҳаво-ёнилғи нисбати	30-40:1	13-24:1
Факел шакли	Компакт сферасимон 	Конуссимон 

2.5 Дизел яратилиши ва тарихи

Дизел двигатели Европада катта муваффақиятга учраганига қарамасдан уни Қўшма Штатлардаги транспорт воситаларини пасажирли сотиб олувчилар асосан қабул қилишмаган. Бу Европада сотиладиган дизелларнинг ярмини ташкил қилади. 1893 йилда Рудольф Дизел номи билан аталган дизел двигатели у пайтда бошқа вариантларга нисбатан революцион ҳисобланган. Бунга унинг юқори фойдали иш коэффициентлари сабаб бўлди, унда ёнилғи сарфи камайди ва двигателнинг чиқувчи қуввати нисбатан ортди. Дизел двигателига нисбатан кўп ёлғон стереотиплар уни қабул қилишга Америкада салбий таъсирини ўтказмоқда. Бу стереотипларнинг кўпчилиги 80-йилларнинг бошидаги салбий тажрибалардан олинган. Эмиссияни бошқаришнинг жиддий воситалари ва двигателни бошқаришнинг илғор блоклари орқали, унинг ишлаши нуқтаи-назаридан, у бензинли двигател билан бемалол рақобат қилади.

Двигателнинг цикли содда. Поршен пастки ҳаракатланаётганида босим камайиши туфайли цилиндрга ҳаво сўрилади, сиқиш жараёнидан кейин ёнилғи пуркалади, ёнилғи ёниши содир бўлади, газ босими кучи поршенни мажбуран пастга силжити, сўнгра ёниш маҳсулотлари атмосферага чиқарилади. Замонавий дизелларда кўпида қайноқ ёниш маҳсулотларининг иссиқлик энергиясидан қайта фойдаланиш учун турбокомпрессор ўрнатилади, у цилиндрларга босим остида ҳаво хайдаб, двигателнинг қувватини оширади. Натижада двигателнинг ўртача эффектив босими ва унинг чиқувчи қуввати ортади. “Турбокомпрессор нафақат цилиндрга кирадиган ҳаво миқдорини орттиради, балки ёниш самарадорлигини яхшилайти, ёниш камерасидаги турбулентликни кўпайтиради”¹.

Бу двигателларда иссиқлик самарадорлиги асосан сиқиш даражаси билан белгиланади.

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 22 p.

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}} \left(\frac{\alpha^{\gamma} - 1}{\gamma(\alpha - 1)} \right)$$

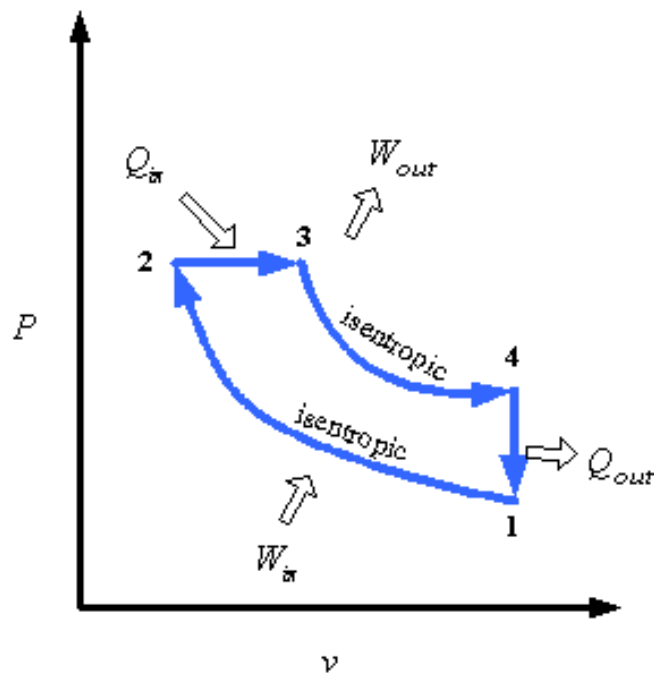
бу ерда η_{th} – иссиқлик самарадорлиги;

α – қисқартириш нисбати (ёниш фазаси учун охириги ва бошланғич ҳажмлар нисбати);

r – сиқиш даражаси;

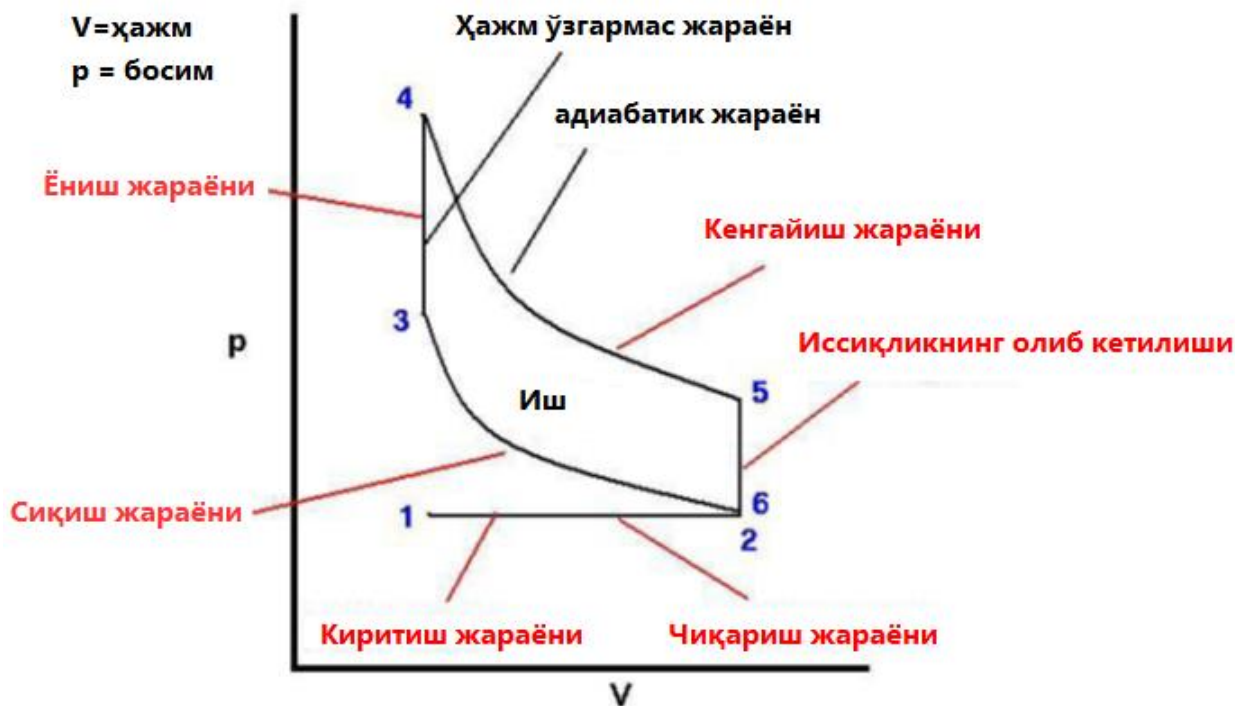
γ – маълум юқори ҳароратлар нисбати (C_p/C_v).

Дизеллар, одатда, бензинга қараганда сиқиш даражаси юқори бўлганда ишлайди, чунки ёнилғи пуркалиши туфайли уни ёқиш учун юқори цилиндрик босим ва ҳарорат талаб қилинади. Кўпгина бензинли двигателларда ёнилғи ёки киритиш коллекторидаги дроссел ёнида ёки замонавий двигателларда цилиндр ичида (дизелдаги каби) аралаштирилади. Бензинли двигателлар нима учун бундай юқори сиқиш даражасига эга бўла олмаслигининг сабаби, дастлабки алангаланиш, ҳаво-ёнилғи аралашмаси ўт олдириш свечалари алангасидан ёна бошлаши, туфайлидир. Бу двигател деталлари учун зарарли ва уларга шикаст етказиши мумкин. Шунинг учун сиқиш даражаси ҳамда иссиқлик самарадорлиги бензинли двигателларда дизеллардаги сиқиш даражасига нисбатан кичик¹.



8-расм. Дизелли циклининг P-V диаграммаси

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 23-24 p.



9-расм. Отто цикли

Дизелли двигателнинг бензинли двигателга нисбатан бир қанча афзалликлари мавжуд. Юқорида қайд этилганидек, дизелли двигателларда сиқиш даражаси бензинли двигателлардагига нисбатан (ажратилмаган ёниш камерали дизелларда 14-18, ажратилган ёниш камерали дизелларда 21-24) анча юқори. Сиқиш даражаси катта бўлганда иссиқликдан фойдаланиш самарадорлиги ҳам ошади. Дизелли двигателларда ёнилғи сарфи наддусиз бензинли механизациялашган транспорт воситаларига нисбатан паст (230-280г/кВч дизелли двигателларда, бензинли двигателларда эса 300-350 г/кВч). Дизелларнинг яна бир афзаллиги – уларнинг кичик айланишлар сониди ишлашидир, бу двигател ишлаш муддатини узайтиради. Дизел ёнилғисининг иссиқлик сиғими ҳам юқори октанли бензинга нисбатан юқори бўлади.

Шаҳар шароитида ишлаганда дизел бош афзалликларидан бири – дроссел пластинасининг йўқлигидир. Бензинли двигателда цилиндрга кирадиган ҳаво (демак ёнилғи) миқдори дроссел пластинаси туфайли чекланади. Дизеллар цилиндрга кирадиган ҳаво миқдори ёниш камерасидаги ҳароратни ошириб бошқарилади (ёнилғи кўпроқ пуркалади), у жараёни тезлаштиради ва ҳавони кўпроқ истеъмол қилишга олиб келади. Дроссел пластинаси чеклашининг мавжудлиги, айниқса салт иши режимида, босимни кескин пасайтиради. Буни насос йўқотишлари дейишади. Двигател, киритиш тизимида тўсиққа эга бўлган ҳолда, ҳавони атмосферадан сўриб олади, шу сабабли иш суюқликда бажарилиши талаб қилинади. Ишдаги бу ўзаро таъсир транспорт воситасининг ёнилғи тежамкорлигини пасайтиради. Салт иши режимида дизел двигател стабил ишлаши учун фақат талаб қилинадиган нарсдан фойдаланади, бензинли двигател эса ҳаво насосига ўхшаб ишлайди.

Шаҳарда ишлаётган дизелнинг *mpgs* га қараб ва уни бензин модели билан солиштириб бу назарияни осонликча сезиш мумкин.

Дизел двигателининг афзалликларига қарамасдан Қўшма Штатлардаги кўпчилик одамлар халигача уларнинг ишидан хадиксирашади. Муаллифнинг фикрича, автомобил журналларининг умумий розилиги каби, жамоатчиликнинг кўпчилиги дизеллар шовқинли, сассиқ, секин ва носамарадор деб ҳисоблайдилар. Бу афсоналар дизеллар билан илгариги пайтда ишлашда ҳосил бўлган ёмон шахсий тажриба туфайли ва нотўғри стереотиплар туфайли содир бўлади. Ўтмишдаги дизеллар бундай идрок қилишни яхшигина тасдиқлаши мумкин эди, лекин дизелларнинг янги моделлари бутунича бошқача.

Дизелларнинг янги моделларида каталитик конверторлар мавжуд, улар карбамид чиқишини сезиларли даражада камайтиради. Дизелларнинг олдинги авлодларига нисбатан фарқли равишда замонавий дизелларнинг чиқариш тизимианча мураккаб ва заҳарли газлар чиқишини кескин камайтиради. Бундан ташқари олтингурут миқдори кескин камайган дизел ёнилғисининг пайдо бўлиши заҳарли газлар чиқишини кескин камайтириб, ишланган газлар таркибини анча тозалади. “Дизелли двигателларда бугунги кунда енгил автомобилларда фойдаланиш индукцияни, пуркашни, ёнишни ва ишлов бериш технологиясини илгарилатди, бунда двигател қуввати, буровчи моменти ва унинг самарадорлигининг хайрон қоларли комбинацияси вужудга келди”, натижада ишланган газларнинг ҳиди камайди, ўзлари эса анча тозаланди. Энди чиқаётган ишланган газлар қора рангли эмас. Қора тутун, одатда, ишланган газлар назоратининг ёмонлиги натижаси эди. Агар замонавий дизел яхши созланган ва мос келмайдиган ёнилғидан фойдаланилаётган бўлса, ундан қора тутун чиқмаслиги керак. Янги моделлардан бирини кўрсангиз ва амалда эшитсангиз дизел шовқин билан ишлайди ва у ёқимли эмас деган афсона ўз-ўзидан йўқолади¹.

Дизелларни баҳолашда асосий моделга қараганда уларнинг ўзига хос хусусиятлари кўп. Бу стандарт бензин модели бўйича дизел намунасининг нарҳни ошириб юборади. Дизел двигателининг нарҳи жиҳозланган бензин модели билан (дизел намунаси ва асосий бензин билан) солиштирилганда уларнинг нарҳи бир хил эмас. Дизел энтузиастлари, дизелларнинг афзалликларини яхши биладиганлар қўйган юқори талаблар сабабли сотиладиган дизелларнинг биринчи гуруҳлари, одатда, дилернинг нарҳни ошириши билан боради. Уч турли дилерларнинг маълумотларига кўра Массачусетсда бу кўтарилиш (Jetta TDI учун) 1 000\$ бўлган. Бу, одатда, ҳукумат томонидан 1 300\$ ҳажмидаги солиқ имтиёзи ҳисобига тўлдирилади. Дизел моделларининг кўп қисми ойна кўтаргич, кулф, кўзгу ва бошқалар сингари барча ҳашаматли хусусиятларга эга бўлади. Бензин модели билан солиштирилганда уларнинг сифати анча юқорироқ бўлиши керак.

Ижрочи дизелларга – двигателнинг сўнгги турларига одатда танловга қарагандек қарашади. Ишончли мисол, ушбу афсонани йўққа чиқариш учун

¹ Kenneth Stafford. *Alternative Fuels for Automobiles*. 2008. 25 p.

Audi R10 TDI муваффақиятларини кузатиш керак. У ўзининг биринчи пойгасида ҳамда 24 соатли LeMans пойгасида ғолибликни қўлга киритди. Шунингдек у американинг LeMans қаторида ҳам рақобатбардош бўлди. У ҳайрон қоларли даража шовқинсиз ишлади, энг кўп товуш фақатгина V12 дизел двигателида ўрнатилган 5.5L иккита турбокомпрессорларда сезилади.

Агар қачондир қора тутун пайдо бўлса, у дизел катта юкда ишлаётганида бироз пайдо бўлиши мумкин, бошқа пайтларда дизелга ўрнатилган катта макрозаррачалар филтрлари уларни тозалайди. Volkswagen ҳам TDIни пойгачиларнинг қатор кубокларида ҳайдовчи-ишкибозларга бироз ўзгартирилган реклама компаниясининг JettaTDI маркасининг чегараларини текшириш имконини берди, бундай тадбирлар дизеллар секин ишловчи деган афсонани бартараф қилишга ёрдам беради. BMWда бир нечта юқори самарали дизелларнинг моделлари мавжуд. Битта муайян модел, 330d “6.1 с.да соатига 60 мил йўл босиб ўтди, у электрон кўринишдаги тезликни соатига кўпи билан 155 милда чеклайди ва европа ҳайдаш циклида бир галлонга 40 мил эквивалентга эришади”. Бошқа мисол, «FiatPowertrainTechnologies»га 1.9L дизели ўрнатилган, унинг қуввати 188 о.к. ва буровчи моменти 295кГм. Бу дизелда тезланиш яхши бўлишини таъминлаш ва қувватларнинг кенг диапазонида эга бўлиш мақсадида икки босқичли турбонаддувдан фойдаланилган¹.

Мотоспортдан ташқари замонавий дизеллар уларни ишлатиш нуқтаи-назаридан ҳам катта йўл босиб ўтишган. VolkswagenJettnинг бешинчи авлодининг ишчи ҳажми 2,0 литр, цилиндрлар сони 4та, турбина ўрнатилган. Унинг қуввати 140 о.к. ва буровчи моменти 236ft-lbs. У Гиннес китобининг Жаҳон рекордлари ҳисоботида 48 мамлакатлар орасида ёнилғининг энг кам сарфи бўйича, бир галлонга 58,82 мил, рекорд ушлаб турибди. “20 кун давомида 48 мамлакатдан йўл босиб ўтган Тейлорс 9 419 мил масофани босиб ўтди, пробег ҳисоботида белгиланган бир нечта этаплардан 60 милга бир галлон ёнилғи сарф қилди ёки бир милга 6,9 цент сарфланди”. Унда ўрнатилган левередж (6 тезликдаги узатма кутиси) нисбатан кичик бўлган 140 о.к.да ҳайрон қоларли даражадаги буровчи моментни берди. Бу – қувват эгри чизиғи остидаги жабҳа ва автомобил силжишини берадиган ўзига хос юритмадир. Дизелларнинг кўпчилиги двигателнинг айланишлар сони кичик бўлганда катта буровчи момент берилишини таъминлайдилар. Дизелларда айланишлар сони бензинли двигателларга нисбатан кичик бўлганлиги туфайли, уларда айланишлар сонини орттириб катта қувват олишнинг имкони йўқ. Mercedes таклиф қилаётган бошқа дизеллар (E320 BlueTEC седан кўрсатган кўрсаткичлардан камроқ) шундай кўрсаткичларни кўрсатишмоқда, бензинли двигател копияси каби соатига 0-60 мил. BMW ҳам бир нечта дизелларнинг моделларини таклиф қилади (асосан Европада), уларнинг ҳаммасининг кўрсаткичларини бензинли двигателлар

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 25-26 p.

моделларининг кўрсаткичлари билан солиштириш мумкин. Ва ниҳоят, дизеллар ўзларининг “Мен”ини сақлаб қолмоқдалар¹.

2.6 Гибридли ёнилғининг пайдо бўлиши ва унинг тарихи

Кўпчилик гибридли технология – бу умуман янги ривожланиш деб ҳисоблашади. Гибридли транспорт воситалари бир асрдан узоқроқ вақтдан бери ишлаб чиқилмоқда. Гибридли автомобили учун биринчи патент талабномаси 1905 йил 23 ноябрда Х. Пайпер томонидан берилган. Унинг базавий конструкцияси бугунги кундаги замонавий гибридли конструкцияларга ўхшаш. Электродвигател бензинли двигател билан бирга “транспорт воситасининг тез тезланишини, одатдаги 30секунд ўрнига 10 секундда тезлиги 40 км/соатга” етказиш мақсадида фойдаланилди. Гибридли технология 1920 йилларда ишлаб чиқилган дизел электр локомотивларида ҳам фойдаланилган. Гибридли технология – электромобиллар XIX асрдан бошлаб ишлаб чиқарила бошланган, демак биринчи гибридли автомобиллар ToyotaPriusнинг биринчи авлоди деб ҳисоблаш мумкин. ToyotaPrius сотувга Японияда 1997 – йилда чиқди ва дунё бўйича гибридли автомобилларни ўзида мужассамлаштирди.

Гибридли автомобил таърифи – бундай автомобиллар иккита ёки ундан кўпроқ алоҳида энергия манбаларидан фойдаланилади. Гибридли автомобилнинг энг кўп тарқалган тури – гибридли автомобил ёки HEV, унда ички ёнув двигатели ҳамда электр двигатели ўрнатилган бўлади. Замонавий гибридли автомобилларда кенг тарқалган трансмиссияларнинг уч туридан биттаси ўрнатилади. Улар ўзига серияли трансмиссияларнинг параллел, қаторли ва комбинациялашган, параллел ва серияли трансмиссияларни олади. Гибридли автомобилларнинг 4 турли “даражалари” мавжуд, улар гибридли, тўлиқ гибридли, ёрдамчи гибридли, мўтадил гибридли бўлиши мумкин².

Бугунги кунда яратилган гибридлиларда одатда параллел трансмиссиялардан фойдаланилади. Улар оддий ички ёнув двигатели (ИЁД) ҳамда электр двигателдан фойдаланадилар. Электродвигател одатда двигател ва транспорт воситаси узатмаси орасида шундай ўрнатиладики, унда электродвигател ва двигателнинг буровчи моменти ва тезликлари бирлашсин. Кўп ҳолларда электродвигател электр генератори вазифасини ҳам ўтайди. Бу ўзгарувчи токли алоҳида генераторга бўлган эҳтиёжни сусайтиради ва двигател ишга тушаётганда электродвигател/генератор уларнинг иккаласининг ўрнини босиши мумкин. Электр генератори яратган энергия катта батарея блокларида сақланади, уларда бензинли двигателли автомобиллардаги одатдаги 12 В кучланиш ўрнига анча юқори бўлади. Ҳам двигател ва ҳам электродвигател ғилдиракларни трансмиссиянинг параллел конфигурациясида етаклаши мумкин. Двигател ғилдираклар билан бевосита боғланганлиги туфайли “у механик энергияни электр энергиясига ва қайта

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 27-28 p.

² Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 29-30 p.

электр энергиясини механик энергияга ўзгартириш самарасизлигини бартараф қилади, бу гибридларни шосседа анча самаралилигини оширади”. Бошқа тарафдан бундай қурилма гибридли технологиянинг афзаллигини шаҳарда камайтиради. Бунинг сабаби – двигател бекатда самарали ишламайди. Параллелли гибридларда батареяли блоклар қаторга нисбатан кичик бўлади, чунки ишнинг кўп қисмини оддий двигател бажаради. Параллел двигателли гибридли автомобилларга баъзи мисоллар – HondaInsight, Фуқаровий ва Битим.



10-расм. Параллел трансмиссия

Серияли трансмиссиялар – энг содда гибридли конфигурация бўлиб, одатда шаҳардаги ҳаракат вақтида гибрид турларининг энг самаралиси бўлиб қолмоқда. Сабаби шундаки, унда двигател ва етакчи ғилдирак орасида ҳеч қандай механик боғланишли узатма мавжуд эмас. Двигателдан фақат электр генераторини ишга тушириш ва электр ҳосил қилиш учун фойдаланилади. Двигател жуда рентабилли, чунки у кичкина ва доим энг катта самаралилик билан ишлаши мумкин. Электр генератори токни двигателга ва батареяларга юборади. Батареяли блоклар серияли двигателларда параллел гибридларга нисбатан анча катта. Сабаби шундаки, у энг катта юритувчи кучни таъминлаши керак. “Бу катта батарея ва двигател, генератор билан бирга нархни қимматлаштиради, натижада серияли гибридлар параллел гибридларга нисбатан анча қиммат тушади”. Индивидуал двигателлар ғилдираклар билан бирлашган конструкциялар мавжуд, улар тўлиқ юритмали бўлиб, тортишиш кучини регулировка қилишни соддалаштиради. VolvoRecharge технологияларнинг шундай турлари билан экспериментлар ўтказмоқда.

Ҳам қаторли ва ҳам параллел гибридларнинг комбинациясидан ташкил топган трансмиссия энг мураккаб трансмиссия деб ҳисобланади. “Двигател

иккала ғилдиракни бевосита юритиши мумкин (параллел трансмиссиялардаги каби) ва ғилдираклардан самарали шундай ажратилиши мумкинки, унда фақат электродвигател ғилдиракларни ҳаракатга келтиради (серияли трансмиссиядаги каби)”. Транспорт воситалари кичик тезликда ҳаракатланганда у серияли гибрид каби ишлайди. Катта тезликларда ишлаганда йўқотишларни камайтириш учун, транспорт воситаси параллел гибрид каби ишлайди, бунда двигател ишнинг кўп қисмини бажаради. Бундай тизим жуда қиммат туради, чунки унга генератор, катта батареяли блок ҳамда катта ҳисоблаш қувват керак, чунки бунда иккиланган энергия тизимининг мураккаблиги билан ишлашга тўғри келади. Технологияларнинг бундай тури Toyota Prius ва Ford Escape Hybrid ларда учрайди¹.

Гибридли автомобиллар нафақат трансмиссия стилини ўзгартириши, балки уларнинг гибридизацияланиш даражасини ҳам ўзгартиради. Toyota Prius ва Ford Escape каби тўлиқ гибридлар двигателдан фойдаланишни, ҳамда батарея ва двигател ёки уларнинг комбинациясини бошқариши ҳам мумкин. Параллел трансмиссияли гибридларда ҳам шу ҳол кузатилган. Тўлиқ гибридларга катта батареяли блок ҳамда юқори ҳисоблаш қуввати керак бўлади. Компьютер иккала етакчи тизимларни назорат қилиш ва бошқариш учун зарур. Бу ҳайдовчи ҳатти-ҳаракатининг суммасини таҳлил қилади ва двигателга тушаётган юкка ва батарея қувватига асосланиб, мос комбинацияни танлайди.

Масалан, Toyota Priusда бешта турли етакчи усуллар мавжуд. Транспорт воситасининг двигатели салт иши режимида ишлаганида у электромобил каби ишлайди, батареядан умуман қувват олмайди. Тўлиқ иш режимида эса иккала двигателдан фойдаланилади. Эҳтиёжга қараб компьютер механик ва электрэнергиясини ажратади. Масалан, агар батареяда токка эҳтиёж бўлса, у ҳолда электроэнергиянинг бир қисми батареяга узатилади. Агар двигател ёки гибрид мустақил ишлашса ва икковида қувват етарлича бўлса, улар керакли бўлган етакчи қобилиятга эга бўладилар ва токни батареяга йўналтирадилар. Бу батареяни зарядка қилиш усули сифатида маълум. Транспорт воситасидан катта тезланиш талаб қилинган ёки унга катта юк тушган ҳолда бирорта энергия манбаининг битта ўзининг қуввати етмайди, бунда иккала двигател тўлиқ қувват билан ишлайди. Якуний усул – тақсимлашнинг салбий усули бўлиб, унда транспорт воситаси круиз/тўлиқ иш режимида ишлайди, лекин батарея тўлиқ зарядланган. Батарея ўз таъсирини ҳам двигателга ва ҳам гибридга ўтказди. Бунинг сабаби шундаки, тўлиқ тежамли бўлиш учун тизим ишлаб чиқараётган энергиянинг катта қисмидан фойдаланади.

Гибридининг охириги тури – гибриддаги штепсель (ФЕВ). Улар 120-вольтли электр розеткаси ёки бортли бензин двигатели орқали заряд олишлари мумкин. Тўлиқ зарядланганда, ФЕВ қайта зарядланишдан аввал тахминан 40 мил масофа ўтган бўлади. Кўпчилик одамлар бир кун ўтгандан кейин қайта улашади, шунинг учун гибридларнинг бу турлари ҳеч қандай бортли

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 30-32 p.

зарядкани талаб қилмайди (40 милдан кўра камроқ). Бу 40-мил масофа диапазони оралиғида гибрид тўлиғича батареядан таъминланади, транспорт воситаси электромобил каби ҳаракатланади. Бу бошланғич 40 мил масофадан ўтгандан кейин транспорт воситаси кўпроқ гибрид каби ишлайди, бунда у газли двигателдан ёки параллел режимдан ёки серияли конфигурациядан фойдаланади. Электр энергиясининг бир кВт·с ўртача тариф билан ҳисоблаганда тахминан 9 цент бўлса, бу батарея запасини зарядлаш учун тахминан бир доллар сарфланади. Агар батарея кечаси зарядланса, электрга бўлган бу тариф янада арзонроқ бўлади. “CalCars 2004 йилда дунёда биринчи бўлиб дастурий кенгайишнинг дастлабки шартини амалга оширди”. Дастлабки шарт + иккита ақлли ҳамда мини дастурий кенгайиш – иккаласи ҳам ФЕВА мисоллари¹.

Гибрид – жиҳознинг мураккаб қисми эканлигига шубҳа йўқ. Технологиядан улар бензиндан кўпроқ сарфлашга эришиш учун фойдаланадилар ва у мулк бўлиб ҳисобланмоқда. Регенератив ўзгартириш – асосий усуллардан бири бўлиб, улар орқали гибридлар бекорга сарфланган энергияни қайтардилар.

Двигател тормозлаганда трансмиссиянинг қаршилигидан фойдаланади, у ўз навбатида транспорт воситасини секинлашишга мажбур этади. Бу ҳолда двигател генератор каби ишлайди ва олинган кинетик энергиядан электр ишлаб чиқаради, бу энергиядан батарея зарядланади, батарея энергиясидан эса кейинчалик фойдаланилади. Бошқа технология – электродвигател ёрдамлашади. Двигателдан катта қувват талаб қилинганда, ундан ёрдамчи двигател сифатида фойдаланилади. Юқорига кўтарилишда ва тезланиб ҳаракат қилишда бу иш режимдан фойдаланилади. Бу технология ўлчами кичик бўлган двигателдан фойдаланиш имконини беради, у катта двигател каби қувватни бериши мумкин. Гибридларда фойдаланилган технологик функциянинг охириги – двигателни автоматик тарзда ўт олдириш ва ўчириш. Салт иш режимида ишлаётган двигателни ўчириш имкони туғилади, ёнилғининг бекорга сарфи бартараф қилинади. Двигател майин ўт олади, ҳатто бу ўт олишни сезиш ҳам қийин.

Гибридлар Сизнинг ёнилғи сарфига бўлган харажатиңизни камайтириш билан бирга, Сизнинг федерал солиқларингизни ҳам камайтиришлари мумкин. 2006 йилда сотиб олган транспорт воситасининг биринчи соҳибига IRS барча автомобиллар учун олдиндан тўланган солиқ тўловларини қайтаришни таклиф қилди. Жиддий қоидалар мавжуд, улар жорий бўлиши учун арзонроқ бўлишлари керак. Солиқ тўловларининг камайтирилиши сотиб олинган транспорт воситаси турига боғлиқ. Солиқнинг камайиши 500\$ дан 3 000\$ гача бўлиши мумкин².

2.7 Электромобилларнинг вужудга келиши ва унинг тарихи

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 33-34 p.

² Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 35 p.

Барча электромобиллар энг биринчи автомобиллар билан бир пайтда пайдо бўлган. Улардан ички ёнув двигателлари ўрнига электродвигателлар, батареялар ва двигатель айланишлар сони регуляторидан фойдаланилган. Ҳақиқий электромобиллар гибридли электромобиллардан амалда шу билан фаркланадики, уларда ички ёнув двигателини қувватлаб турадиган заряд йўқ. “Гибридли автомобилдан фарқли равишда – у самаралиликни ошириш учун унда двигатель бензинни истеъмол қилади ва батареядан фойдаланади – электромобил ҳаракатга фақат электр ёрдамида келтирилади”. Дастурий кенгайишнинг электрли гибридлиларни ҳам бу қаторга киритиб бўлмайди, ваҳоланки улар батарея зарядланган бўлганда соф электромобил батареялари (BEV) сифатида ишлашлари мумкин¹.

Биринчи дағал электр вағони Роберт Андерсон номли шотландиялик тадбиркор томонидан 1832 ва 1839-йиллар орасида яратилган. Француз Гастон Плант ва америкалик Томас Дэвидсон тахминан 1842 йилда анча самарали электромобилларни яратишди. Улар қайта зарядланмайдиган галваник элементлардан фойдаланиладиган биринчи транспорт воситалари бўлишди. Вақт ўтиши билан батарея технологияси яхшиланиб борди. Бу яхшиланган батарея 20-асрдан олдин электромобилларга катта тезликда ва рекорд масофаларга юриш имконини берди.

Америкаликлар электромобилга (EV) 1895 йилдан кейин эътибор қаратишди. EV ларни тижорат мақсадида қўллаш, Нью-Йоркда таксилар парки пайдо бўлгандан кейин, бошланди. 20-аср бошида EV электрлаштирилган отсиз экипаж вазифасини ўтади. 1899 ва 1900 йиллар орасида EV нарҳи бўйича транспорт воситаларининг қолган бошқа ҳамма турлари (буғ ва бензин)дан ўтиб кетди. Бу дастлабки электромобиллар бир қанча афзалликларга эга бўлган. Уларда бензинли двигателли автомобиллардан фарқли равишда титраш, ҳид ёки узатмани қийин улаш муаммолари бўлмаган. Буғда ишлайдиган автомобилларни совуқ кунларда ишга тушириш учун бир соатга яқин вақт талаб қилинган. Бу дастлабки транспорт воситалари декоратив бўлиб, улар олий табақа учун ишлаб чиқилган. Улар фойдаланишда ва уларга хизмат кўрсатишда содда бўлишган. Ҳаракатни бошлаш учун қўлда бошқариш ҳожати бўлмаган. 1930-йилга келиб EV эскирди. Фақат 60- ва 70-йилларга келиб электромобиллар ҳақида қайтадан гапира бошлашди. Бунга сабаб ҳавонинг ифлосланишидан хавсираш ва ОПЕК нефтини олиб кириш ман этилганлиги бўлди. 1990-йилда янги қонун чиқарувчи орган автомобилсозлардан атмосферага захарли моддалар чиқармайдиган транспорт воситаларни ишлаб чиқишни талаб қилди. 1990-йилда тоза ҳаво ҳақидаги америка қонунига ўзгартириш киритилиши, 1992-йилдаги энергетика сиёсати ҳақидаги америка Қонуни ва чиқиндилар даражаси нол бўлган Калифорниянинг Автомобил Мандати (ZEV) буларга фақат бир нечта мисол бўлади холос. Калифорниянинг ZEV Мандати 1998-йилга келиб ZEV транспорт воситаларининг 2% бўлишини талаб қилди. Электромобил кам миқдорда ишлаб чиқилди, қонун чиқарувчи

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 36 p.

орган кучсизланиб боргани учун автомобилсозлар уларни ишлаб чиқишни тўхтата бошлашди. EV га баъзи мисоллар, ўша пайтда ишлаб чиқилган EVлар ўз ичига GM EV-1 ва Toyota Rav4-EV ларни қамраган.

GM EV-1 йирик автомобил компанияси ишлаб чиқарган биринчи замонавий электромобил бўлган. У 1996 йилда киритилган бўлиб, ижара шартномаси фақат 3 йилга/30,000 мил масофага кафолотловчи бўлган. Автомобил 2 йўловчили спорт автомобили бўлиб, ўзгарувчи токли, суюқлик орқали совутиладиган двигател, биринчи кўрғошинли-кислотали батареяли бўлган. 1999 йилда чиқарилган иккинчи авлоди никел металл гидридли батареядан фойдаланган. Унинг максимал тезлиги соатига 80 мил ва тезлиги 0 дан 50мил соатга етиши тахминан 7 секундда амалга оширилган, бу транспорт воситаси мавжуд EVларга нисбатан тезроқ ҳаракатланган¹.

1996 йилда чиққан “Электромобилни ким ўлдирди?” филмида GM тасдиқлашича у пайтда бундай транспорт воситасига ҳеч қандай қизиқиш бўлмаган. 2003 йил 24 апрелда CARBZEV мандати бекор қилингандан кейин, GM бир нечта EV-1s дан бошқа ҳамма двигателларни тўплаб, уларни йўқ қила бошлаган. Бундан кейин бу ҳақидаги мулоҳазаларда катта қарама-қаршилиқлар бўлди.

2010 йилдан бошлаб янги электромобиллар сотувга чиқади. Улардан баъзи бирлари – Chevrolet Volt ва Nissan EV. Volt нархи \$35 000 - 40 000 орасида бўлиши кутилмоқда. Ўлчами бўйича ToyotaPrius га ўхшаган Volt 5 эшикли 5 йўловчи ўринли бўлади (<http://www.chevy-volt.net/chevrolet-volt-specs.htm>). У зарядланмасдан 40 мил масофа босиб ўтиши мумкин. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, америкада ишга бориб келиш ўртача йўли 40 милдан кам, шу сабабли ҳеч қандай бензин ёнилғисига эҳтиёж бўлмайди. Айланишлар сони 1,500 дан 1 800 айл/мин орасида бўлган уч цилиндрли турбинали двигател батарея қайта зарядланишини талаб қилгунича 40 мил масофани босиб ўтади.

“Электромобиллар атмосферага чиқинди чиқармайди, бизнинг нефтга бўлган қарамимизни камайтиради ва улардан фойдаланиш анча арзонга тушади”. Автомобил чиқарувчи трубасидан атмосферага ҳеч қандай чиқинди газлар чиқмаса ҳам, электростанциялар бугунгача парник газини чиқаришмоқда. Агар энергия манбаи сифатида куёш энергияси ёки шамол энергиясидан фойдаланилса, бу ҳолда электромобиллар атроф-муҳит учун анча зарарсиз бўлади².

2.8 Дизелларда ёнилғи узатишнинг аккумуляторли тизими (CommonRail)

Ёнилғини узатишнинг аккумуляторли тизимининг асосий ғояси Р.Дизелга ҳам маълум эди, у ўзгармас босимда ёнилғи бевосита топливопроводга узатиладиган пуркаш тизимини синаган. Бу ғоянинг замонавий тадбиқ этилишида оҳирги йилларда дизел конструкцияларида

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 36-37 p.

² Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 37-38 p.

аппробация қилинган ва ўзининг самаралилигини исботлаган техникавий ечимлардан фойдаланилган. Уларга ажратилмаган ёниш камераларини қўллаш (бевосита пуркаш), юқори босимларда пуркалганда (100 МПа ва юқори), ҳажмий аралашма ҳосил қилиш, форсунка марказида жойлашган ҳолда тўрт клапаннинг мавжудлиги, регулировка қилинадиган турбонаддув ва ш.к.лар киради. Аккумуляторли тизимнинг асосий афзаллиги шундаки, пуркаш энергиясини яратиш ва унда ёнилғини дозалаш жараёнлари вақт бўйича тақсимланган ва ёнилғини узатиш анъанавий усулларида фарқли равишда бир бирига салбий таъсир қилмайди. Аккумуляторли тизим пуркаш босимини бошқариш ва дизелнинг ҳамма иш режимларида унинг оптимал қийматларини таъминлаш имконини беради.

Аккумуляторли ёнилғи тизимларини кема дизел қурилмаларида анчадан бери қўллашади. Бундай қурилманинг типик вариантыда юқори босимли ёнилғи насоси ёнилғини аккумуляторга узатади, у ердан у трубопроводлар бўйлаб алоҳида цилиндрларнинг дозаторларига келади. Дозаторнинг клапанлари кулачокли механизм билан бошқарилади. Циклда ёнилғи узатилиши клапан вақт-кесим ўзгариши ва клапанларнинг ҳар хил кўтарилиши билан амалга оширилади. Бундай тизимларни 65 йилдан ортиқ қўллаган "Доксфорд" фирмаси бевосита пуркайдиган ва аккумулятор туридаги ёнилғи аппаратураларини қиёсий синашни ўтказди ва охиригисининг фойдасига фикрини билдирди. Лекин, умуман олганда, приоритет бевосита пуркайдиган ёнилғи аппаратураси тарафида қолди, чунки уни ишлаб чиқариш ва эксплуатация қилиш бўйича катта тажриба бор.

Ҳозирги пайтда Fiat, BoschGmbH ва Daimler-Benz фирмаларининг бирлашган ҳаракатлари енгил ва кам тоннали юк автомобилларининг юқори абаротли дизеллари учун замонавий микропроцессорли бошқариладиган ёнилғи узатишнинг аккумуляторли тизимини яратиш ва саноат ишлаб чиқаришига тадбиқ этиш билан тугалланди. Бундан олдин Fiat фирмаси Elasis технологиясини тадқиқот қилиш ва ривожлантириш бўйича ўзи яратган фирма-консерциум билан ҳамкорликда Unijet номли аккумуляторли тизим CommonRail (умумий тақсимлагич) лойиҳасини ишлаб чиқди. IvecoMotorenforschung компанияси ёнилғи бевосита пуркаладиган автомобил дизелларида ўтказилган тадқиқотлар натижаларини ҳисобга олган ҳолда Швейцария федерал технология институти ЕТНнинг электрогидравлик форсунка концепцияси бунга асос қилиб олинган эди. Тизимнинг яратилган тажрибавий намуналари дастлабки синовларни дизелларда ва автомобилларда ишончлилиқ ва характеристикаларининг стабиллиги бўйича қониқарли натижалар кўрсатди¹.

С ва Е классдаги автомобиллар учун аккумуляторли тизимли ёнилғи узатиладиган янги 4-цилиндрли дизелининг OM-611 моделини ишлаб чиқишда Daimler-Benz фирмаси қуйидаги мақсадларни назарда тутди:

- ёнилғи сарфини янада камайтириш;

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 19 p.

- ишланган газлар заҳарлилиги бўйича бутун дунёда қабул қилинган нормаларни бажариш;
- дизел тирсакли валининг ҳатто кичик айланишлар частотасида ҳам буровчи момент катта қийматлари ҳисобига автомобилнинг юриш сифатларини яхшилаш;
- шовқинни учқун билан ўт олдириладиган двигателларга хос бўлган даражагача пасайтириш;
- учқун билан ўт олдириладиган двигателлар билан унификацияни мумкин қадар сақлаган ҳолда ишлаб чиқариш сарф-ҳаражатларини қисқартириш; Daimler-Benz фирмаси дизелларга хос ишончлиликини сақлаб қолиш.

4-клапанли газ тақсимлаш механизми, форсункани марказда жойлаштириш ва поршендаги симметрик ёниш камераси билан бирга ёнилғи узатилишининг аккумуляторли тизимини қўллаш билан ушбу мақсадларга эришилди. Бундан ташқари наддув ҳавоси оралиқда совитиладиган турбонаддув, ишланган совутилаётган газлар рециркуляцияси ва оксидловчи каталитик нейтраллизаторлар қўлланди.

2.1-жадвалда дизелларнинг техник характеристикалари ва OM-611 дизелида, 6 камерали 4-цилиндрли OM-604 дизели техник характеристикалари билан ва ёнилғи бевосита пуркаладиган, турбонаддувли ва наддувли ҳаво совутиладиган 5-цилиндрли OM-602 дизелида қўлланган ечимлар солиштирилган.

Ёнилғи узатиши аккумулятор тизими OM-611 дизелининг ишчи ҳажми OM-604 дизели билан тенг, лекин унинг қуввати ва максимал буровчи моменти OM-604 дизелиникига нисбатан мос равишда 1,3 ва 2 марта катта. Максимал буровчи моменти ривожландиган айланишлар частотаси ҳам 2 марта кичик. Солиштирма кўрсаткичлари ҳам катта: литрли қуввати 32% га, номинал қувват ва максимал буровчи момент режимларидаги ўртача эффектив босим 1,6 ва 2 марта катта. Янги дизелнинг ёнилғи тежамкорлиги 20% га юқори.

Ёнилғи узатиши аккумулятор тизими 4-цилиндрли OM-611 дизелининг максимал буровчи моменти ва номинал қуввати 5-цилиндрли OM-602 дизели билан бир хил, лекин OM-602 дизелининг ишчи ҳажми 25% катта. Буларга мос равишда OM-611 дизелининг солиштирма кўрсаткичлари яхши: литрли қуввати бўйича 29%га, номинал қувват режимида ўртача эффектив босими бўйича 23%, максимал буровчи момент режимида ўртача эффектив босим 8%, ёнилғи тежамкорлиги бўйича 10%¹.

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 19 p.

Daimler-Benz фирмасининг OM-604, OM-611 ва OM-602 дизелларининг
техник кўрсаткичлари

Параметр	Дизел модели		
	OM-604	OM-611	OM-602
Автомобил модели	C 220 DIESEL	C 220 CDI	E 290 TURBODIESEL
Ёниш камераси тури	Ажралган	Ажратилмаган	
Пуркаш тизимининг тури	Қаторли ТНВД	Аккумуляторли	Қаторли ТНВД
Ёнилғи узатилиши бошқаришининг тури	Электронли		
Цилиндрлар сони	4	4	5
Цилиндрдаги клапанлар сони	4	4	2
Юқоридаги тақсимлаш валларининг сони	2	2	1
Турбонаддув мавжудлиги	Йўқ	Ҳа	Ҳа
Наддув ҳавоси совутилишининг мавдужлиги	–	–	–
Дизелнинг ишчи ҳажми, см ³	2155	2150,6	2874
Цилиндр диаметри, мм	89	88	89
Поршен йўли, мм	86,6	88,4	92
Сикиш даражаси	22	19	19,5
Цилиндрлараро масофа, мм	97	97	–
Номинал қувват, кВт	70	92	95
Номинал қувватда тирсакли вал айланишлар частотаси, мин ⁻¹	5000	4200	4000
Максимал буровчи момент, Н·м	150	300	300
Максимал буровчи моментда тирсакли валнинг айланишлар частотаси, мин ⁻¹	3600	1600...2600	1800...2400
Литрли қувват, кВт/л	32,48	42,78	33,1
Номинал қувватда ўртача эффектив босим, МПа	0,780	1,222	0,992
Максимал буровчи моментда ўртача эффектив босим, МПа	0,875	1,753	1,312
Буровчи момент бўйича захира коэффициенти	1,12	1,43	1,32
Ёнилғининг ўртача сарфи, л/100 км	7,4	6,1	6,8
Автомобилнинг максимал тезлиги, км/с	175	198	200

Серияли енгил автомобил FiatChroma 2,0 Tdi учун дунёда биринчи бўлиб ёнилғи бевосита пуркаланадиган дизел двигателини яратган Fiat фирмасининг тадқиқот маркази енгил автомобили дизелининг ёнилғи пуркаш тизими қониқтириши керак бўлган асосий талабларни қуйидаги шакллантирди:

– ёнилғи узатиш анъанавий тизимлари имкониятларига қараганда дизел тирсакли вали айланишлар частотасининг ҳамма диапазонида пуркашнинг юқори босими ушлаб туриш. Бу захарли чиқиндилар макрозаррачалари

ва NO_x даражаларининг яхши нисбатини, жумладан, оптимал буровчи момент учун айланишлар частотасининг қуйи диапазонида ҳам таъминлайди;

– ёнилғини цикли узатишни аниқроқ бошқариш ва ёниш шовқинини камайтириш учун дастлабки пуркашни таъминлаш;

– дизелнинг эмисион ва эксплуатацион кўрсаткичлари оптимал нисбатига эришиш учун тақсимлаш фазалари (ёнилғини узатишни бошлаш бурчаги) ва пуркаш босимини мослашувчан бошқариш;

– автомобил динамикасини яхшилаш учун дизел тирсакли вали айланишлар частотасининг диапазони кенгайтириш.

Бу талабларнинг ҳаммасига ёнилғи бевосита пуркаладиган дизеллар учун Fiat фирмаси ишлаб чиққан ёнилғи пуркашнинг Unijet аккумулятор тизими жавоб беради. Ёнилғи узатишнинг бу тизимида ёнилғини цикли узатишни, тақсимлаш фазаларини (ёнилғи узатилиши бошланиши бурчаги) ва пуркаш босимини электрон бошқариш амалга оширилган. Тизим дизел ёнилғи максимал узатилганда, $100 \text{ мм}^3/\text{поршен йўлига тенг}$, айланишларнинг $100 \text{ дан } 6000 \text{ мин}^{-1}$ частотаси диапазонида дизелнинг ишлаши учун лойиҳаланган. Пуркаш босими двигателнинг исталган ишчи режимида $15 \text{ дан } 130 \text{ МПа}$ гача диапазонда ўзгариши мумкин. Ҳар бир цилиндр бўйича ва такт бўйича ёнилғини узатиш ва пуркаш моментини бошқариш амалга оширилади. Ёнилғининг жуда кам миқдори дизел ишчи режимларининг кенг диапазонида ($p_e - 0 \text{ дан } 100\%$ гача, айланишлар частотаси $100 \text{ дан } 4000 \text{ мин}^{-1}$ гача) дастлаб пуркалиши мумкин. Тизим мавжуд дизел учун цилиндрлар каллагидида қандайдир ўзгартиришларсиз қайта жиҳозланиши мумкин, 2- ва 4-клапанли конструкцияларга осон мослашади¹.

Бу тизимнинг датчиклари ва ижрочи механизмлари электрон бошқаруви анъанавий пуркаш тизими EDC учун типикдир. Аккумулятордаги босимга мос келадиган пуркаш босими босим регулятор ёрдамида ёнилғи насоси билан таъминланади. Қайта боғланиш тизими дизел айланишлар частотаси ва юки маълумотлари картаси бўйича ёки ўзгарувчи режимлар учун алоҳида алгоритмлар бўйича ўрнатилган оптимал қиймат билан аккумулятордаги босим датчиги регистрация қилган қиймат мослигини кузатади.

Пуркалаётган ёнилғининг циклда узатилиши ва уни узатиш бошланишининг бурчаги қийматлари электромагнитли клапан ЭГФ ишга тушишининг характерига боғлиқ. Электромагнитли клапаннинг ишлаши микроконтроллер (бошқаришнинг электрон блоки) командалари бўйича унинг ўрамада токни қўзғатувчи импульслар вужудга келиши моменти ва давомийлиги билан аниқланади.

Бошқаришнинг электрон блоки аккумулятордаги босим ва ёнилғини циклда узатиш қийматларини регулировка қилишдан ташқари двигателни бошқаришнинг бошқа функцияларини ҳам (наддув босимини бошқариш,

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 31 p.

дизелни ишга тушириш учун киздириш свечаларини улаш, диагностика ва ш.к.) бажаради¹.

Радиал турдаги учплунжерли насос, у учқиррали кулачок билан юритилади, дизел тирсакли валининг фақат айланишлар частотасига боғлиқ бўлган ёнилғининг ўзгармас сарфини таъминлайди. Плунжерлар 120° остида жойлашган, валга юкни тенг тақсимлайдилар. Плунжернинг ЮЧХ ҳолатидаги ўлик бўшлиқнинг жуда кичик ҳажмлари ҳисобига насос ҳажмий фойдали иш коэффициентининг қиймати жуда юқори (90 % дан юқори). Насос кўзгалувчи қисмларини мойлаш учун дизел ёнилғисидан фойдаланилади. Насоснинг ҳар бир ҳайдовчи секцияси тарелкасимон киритиш ва шарсимон чиқариш клапанлари билан таъминланади. Ҳамма секцияларнинг чиқариш каналлари умумий тақсимлагич (аккумулятор) билан битта трубопровод билан битта каналга бирлаштирилган. Насосни юритиш учун шестерняли ёки ҳатто тасмали юритма қўлланилиши мумкин, чунки насосли айланишлар частотасини фазаси бўйича тирсакли вал айланишлар частотаси билан мувофиқлаштириш шарт эмас. Бу насос юқори босимли анъанавий насосларга нисбатан анча кам қувват сарфланишини талаб қилади.

Двигател кам юкда ишлаганда учта насос секцияларидан биттасини икки позицияли электромагнитли клапан ёрдамида узиб қўйиш имконияти назарда тутилган. Аккумулятордаги босимюқори босим насоси каналида (каналдан чиқишда) ўрнатилган ўтказиб юборувчи электромагнитли клапан ёрдамида регулировка қилинади.

UniJetаккумулятор тизимини юқори босимли ёнилғи насоси гидравлик қисмининг конструкцияси BoschEDCMSA 11 фирмасиёнилғи узатиш анъанавий тизимининг VP 37 тақсимловчи насоси конструкциясида анча содда, чунки дозировка қилиш ва ёнилғи узатилиши бошланиши бурчагини регулировка қилиш функциялари электроникага берилган. Бу аккумулятор тизимидан фойдаланилганда гидравлика элементларини сошлаш учун машшақатли доводка ишлари талаб қилинмайди. Шу билан бирга калибровка қилиниши лозим бўлган аккумулятор тизими параметрларининг кўп сони анча мураккаб параметрик таҳлил қилишни талаб қилади, бу калибровка қилишнинг такомиллашган методикаларига нисбатан унинг потенциалдан тўлиқ фойдаланиш учун зарур.

Бошқаришнинг электрон блоки ECUкамандаси бўйича электромагнит бошқарувчи клапан затворини кўтаради, бунда калибрланган тешикли «А» канал очилади. Бунинг натижасида форсунка штоги устидаги бўшлиқдаги (бошқарувчи бўшлиқ деб номланади) ёнилғи босими кескин пасая бошлайди. Бу бўшлиқ аккумулятор канали билан калибрланган тешик «В» билан боғланган. Шу сабабли бундаги босим аккумулятордаги босимнинг бир қисмини ташкил қилувчи қийматгача пасаяди. Ток импульси давомийлиги пуркагич игнаси кўтарилишининг давомийлигини белгилайди ва натижада аккумулятордаги берилган босимда пуркаладиган ёнилғи миқдорини

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 32 p.

белгилайди. Импульс кўзғатилиши вақти тугагандан кейин электромагнит токсизланади, затвор пружина ёрдамида ўзининг дастлабки ҳолатига қайтади ва «А» тешикни беркитади. Форсунка штоги устидаги бўшлиқдаги босим аккумулятордаги босимгача кўтарилади ва пуркагич игнаси тиркалади (тешикни беркитади). Пуркагич игнаси кўтарилиши ва тиркалиб беркитилиши орасидаги вақт интервали «А» ва «В» калибрланган тешиклар ўлчамларига боғлиқ.

Айланишлар частотаси кичик ва юк тўлиқ бўлганда аккумулятор тизими таъминлайдиган бундай юқори босим талаб қилинмайди.

Айланишлар частотаси кичик ва юк кам бўлганда аккумулятор тизими пуркашнинг оптимал босимини ушлаб туришга қодир, бу дастлабки пуркаш билан бирга ёниш шовқинини ва чиқариладиган газ захарлилигини кескин камайтиради¹.

Двигател ўзгарувчи иш режимларини барқарор режимларда тузилган карталар асосида бошқариб бўлмайди. Бунга шундай мисол келтириш мумкин. Оптималлаштирилган эмиссион кўрсаткичли дизеллар баъзи ўзгарувчи иш режимларига нисбатан кеч пуркаш ҳисобига ёниш камераси совитилиб юборилиши, турбонагнетател кечикиши ва алангаланиш кечикишининг узайиши содир бўлиши мумкин, бу эса ўз навбатида шовқин (дизел детонацион ишлаши) ёки тўхтаб-тўхтаб ишлаш (алангаланиш) муаммоларига олиб келиши мумкин.

Бу аккумуляторли тизимда дизел ўзгарувчи режимларда ишлаши учун алоҳида алгоритмлар қўлланилган, улар ўтувчи бошқарувчи стратегиялар деб номланган. Бу ёнилғини узатиш жараёнини (циклда узатиш ва узатиш бошланиши бурчаги) аниқ тактлар бўйича бошқарилишини таъминлади. Натижада дизелнинг шовқин ва экологик кўрсаткичлари яхшиланди.

Ушбу аккумулятор тизими дастлабки пуркашни амалга ошириш қобилиятига эга, бу эса ёниш шовқинини пасайтириш ва дизел экологик кўрсаткичларини яхшилашнинг самарали воситаси бўлиб хизмат қилади².

Дастлабки пуркаш дизел 0 дан 4000 мин⁻¹ гача частоталар интервалида ва юк салт ишида тўлиқ қувватгача ўзгарганда ишлаганда қўлланилади. Дастлабки ва асосий пуркашлар орасидаги минимал интервал 300 мкс ни ташкил қилади, яъни тахминан 1,8° тирсакли вал бурилиш бурчаги частота 1000 мин⁻¹ ва 7,2° частота 4000 мин⁻¹ бўлганда. Дастлабки пуркашнинг минимал давомийлиги 150 мкс га тенг, бунда пуркалинаётган ёнилғининг минимал миқдори аккумулятордаги босимга боғлиқ. Масалан босим 15, 30, 60 ва 120 МПа бўлганда $d = 0,18$ мм ли 5 та тешиги бўлган пуркагичли форсунка орқали ёнилғининг бир циклда минимал узатилиши мос равишда 1, 2, 4 ва 6 мм³ бўлади.

Дастлабки пуркашда иссиқлик ажралиб чиқиши тезлигининг чўққиси икки марта пасайди ва ёниш босими бироз камайди. Кўрсатилган эффе́ктлар

¹ Richard Folkson, *Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance*. Woodhead Publishing Limited, 2015. 40 p.

² Richard Folkson, *Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance*. Woodhead Publishing Limited, 2015. 41 pp.

дастлабки пуркашнинг ёнилғи асосий дозаси алангаланиши тутилиб қолишининг камайиши ва ёниш олдинроқ бошланиши билан тушунтирилади.

Тадқиқотлар натижасида қуйидагилар аниқланди: оралиқ ва асосий пуркаш орасидаги вақт оралиғи дастлабки пуркалган ёнилғи ёниб тугагунича асосий пуркашда иссиқлик ажралиши бошланишининг олдини олиш учун етарлича бўлиши керак. Дастлабки пуркалган ёнилғи миқдори минимал рухсат этиладиганига яқин бўлиши керак.

Bosch VP 37 тизими тақдим этган юқори даражали анъанавий ёнилғи узатиш тизимига қараганда аккумуляторли тизимнинг афзалликлари ушбу тизимли дизелнинг ташқи тезлик характеристикалари билан иллюстрацияланади. Дизел тирсакли вали айланишининг паст частоталарида пуркашнинг жуда юқори даражаларига эришиш имконияти ўртача эффектив босим p_e ни 1000 мин^{-1} да 30 % га ва айланишлар частотаси 2000 дан 3000 мин^{-1} гача частоталар диапазонида 20 % га ошириш имконини беради, бунда тутунлик кўрсаткичи ҳам яхшиланади. Айланишлар частотаси булардан юқори бўлганда ушбу тизимларнинг пуркаш босимлари даражаларидаги фарқ камайиши туфайли босим p_e нинг ортиши имконияти 10 % гача камаяди. Бундан ташқари аккумуляторли тизим двигателнинг максимал эксплуатацион айланишлар частотасини 4200 дан 5000 мин^{-1} гача кенгайтириш имконини беради, чунки бу ҳолда P-L-N тизимлари қўядиган чеклашлар бартараф қилинади. Бу автомобил бошқарувчанлигини сезиларли яхшилайди¹.

2.9 Ички ёнув двигателлари фойдали иш коэффициентини ошириш йўллари

Ички ёнув двигателлари фойдали иш коэффициентларини оширишнинг қуйидаги йўллари мавжуд:

1. Таъминлаш ва ўт олдириш тизимларини такомиллаштириш.
2. Газ алмашинув жараёнларини такомиллаштириш.
3. ИЁД конструкциясини такомиллаштириш (поршень йўлини кичиклаштириш, цилиндр диаметрини катталаштириш, поршень ҳалқалари сонини камайтириш ва ш.к.).
4. Ишқаланаётган юзалар хоссаларини яхшилаш (сиртлар тозалагини орттириш, уларнинг макро ва микрогеометриясини яхшилаш, ишқаланиш коэффициентини камайтиришни ҳисобга олган ҳолда туташган деталлар материалларини танлаш, мойни яхши ушлаб қолувчи ғовакли ёки махсус структурали сирт қатламини қўллаш, деталларнинг энг яхши қаттиқлигини танлаш ва ҳ.к.).
5. ИЁД иссиқлик ҳолатини оптималлаштириш (совитиш тизими қурилмалари ёрдамида ўрнатиладиган ИЁДнинг иссиқлик ҳолати, деталлар ва ишқаланаётган юзалардаги мой қатлами ишлашининг ҳарорат (иссиқлик) шароитларини белгилайди. Ишқаланишга энг кам йўқотишлар мой ҳарорати

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 31 p.

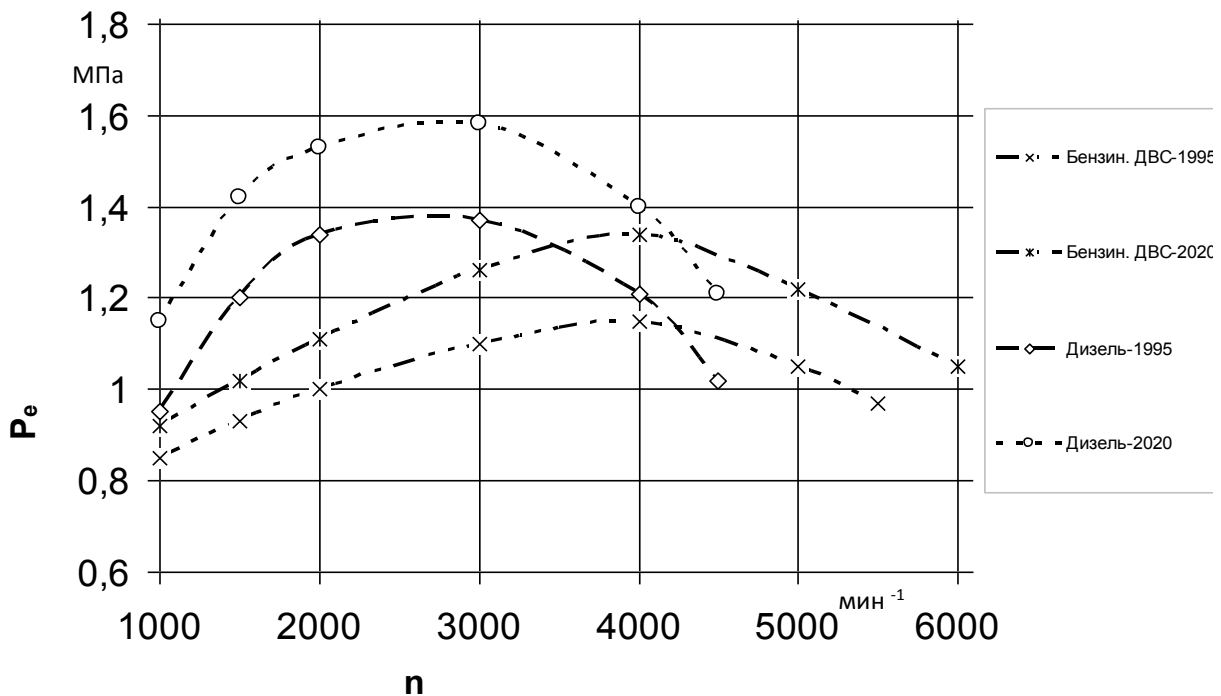
80...90 °C бўлганга мос келиши эксперименталь аниқланган).

6. Мой сифатини яхшилаш (қовушқоқлик, мойлашликларни оптималлаштириш, мой мойловчи сифатларининг вақт давомида стабиллиги).

7. Ёрдамчи механизмлар ва қурилмаларга энергия сарфини камайтириш (одатда бу қурилмалар истеъмол қиладиган қувват катта эмас, лекин уларни камайтириш двигател кичик юкларда ишлаганда унинг кўрсаткичларини сезиларли даражада яхшилаши мумкин, бу пайтда двигателнинг қуввати кичик бўлади ва ички йўқотишлар улуши сезиларли даражада ортади).

8. ИЁДни техник соз ҳолда тутиш (машинани эксплуатация қилишнинг муайян хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда ҳаво филтрлари элементларини ўз пайтида алмаштириш газ алмаштириш ва ишқаланишга сарфланадиган қувват камайишини таъминлайди; завод тавсия этган қовушқоқлик ва маркали мойларни қўллаш, уларни ўрнатилган муддатларда алмаштириш, мой филтрлари элементларини алмаштириш назарда тутилган муддатларга риоя қилиш, двигател ишлаётганда завод ҳужжатларида келтирилган унинг иссиқлик ҳолатига мос иссиқлик ҳолати ишлашини таъминлаш).

Ҳозирги ва бўлажак ИЁДларнинг тезлик характеристикаси



Назорат саволлари

1. Учкун билан ўт олдириладиган двигателларида аралашма қандай ҳосил бўлади?
2. Қандай бензинни пуркаш тизимлари мавжуд?
3. Ёнилғини пурковчи MPI тизими қандай ишлайди?
4. Бензинни бевосита пурковчи GDI тизими қандай ишлайди?
5. Дизеллар ёнилғи узатиш аккумулятор тизими (CommonRail) қандай ишлайди?
6. Ички ёнув двигателлари фойдали иш коэффициентини оширишнинг қандай йўллари мавжуд?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008.
2. Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 32-44 pp.
3. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 26-32 pp.
4. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 16-19 pp.
5. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. – Ташкент: SHAMS ASA, 2014. – 189 с. (46-53 сс.)
6. <http://www.fueleconomy.gov>

3-мавзу: Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозалиги

(2 соат)

Режа:

1. Умумий маълумотлар
2. Асосий зарарли моддаларнинг ҳосил бўлиши
3. Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлардаги зарарли моддалар миқдорини пасайтириш
4. Дизелларда ишланган газлардаги зарарли моддалар миқдорини пасайтириш

Таянч сўзлар ва иборалар: курум, углерод оксиди, углеводородлар, азот оксидлари, ўт олдириш илгарилиги бурчаги, ёнилғи узатиш илгарилиги бурчаги, аралашма таркиби, ишланган газлар рециркуляцияси, рециркуляция даражаси, ишланган газларни нейтраллаштириш, оксидловчи каталитик нейтраллизаторлар, учкомпонентли каталитик нейтраллизаторлар, заррачалар учун филтлар.

3.1 Умумий маълумотлар

Қуйидагиларни тавсифловчи кўрсаткичлар мажмуи: ишлаётган ИЁДнинг атроф-муҳит билан иссиқлик ва моддий ўзаро таъсирини; акустикшовқин, вибрацияларни; ИЁДни ишлаб чиқариш ва ундан фойдаланишда сарфланадиган конструкцион ва эксплуатацион материаллар миқдорини; ИЁДларни ишлаб чиқаришда ва эксплуатация қилишда сарфланадиган энергия миқдорини ИЁД экологик тозалиги сифатини белгиловчи сифатида тушуниш лозим.

Биринчи навбатда двигателни яратишда атроф-муҳитга бўлган техноген таъсирни қайд этиш лозим. Улар биринчи навбатда фойдали қазилмаларни разветка қилиш ва олишда, улар конструкцион ва эксплуатацион материалларни тайёрлашга сарфланади, сўнгра двигателларни ишлаб чиқаришда содир бўлади. Деталларни тайёрлаш технологик жараёнларида ҳам заҳарли чиқиндилар чиқади, улар асосан завод худуди чегараларида концентрацияланади.

Ишланган газларда жуда катта миқдорда кимёвий моддалар (300 гача) бўлади, улардан заҳарловчи ташкил этувчилар CO , CH , NO_x ва курум (қаттиқ заррачалар) деб номланувчиларга алоҳида эътибор берилади. Заҳарли деб инсон организми ва атроф-муҳитга заҳарловчи таъсир кўрсатадиган моддаларга айтилади¹.

Ишланган газлардан ташқари двигателлар заҳарлилигининг манбалари бўлиб қартер газлари ва атмосферага ёнилғининг буғланиши ҳам хизмат қилади. Ишланган газлар билан атмосферага энг кўп заҳарли моддалар

¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 78 p.

чиқади, шу сабабли асосий эътибор ишланган газлар заҳарлигини камайтиришга қаратилади.

Қуруқ ишланган газлар компонентларининг заҳарли концентрациясини % да (ҳажми бўйича), ҳажми бўйича миллиондан бир улушда ($млн^{-1}$) ва кам ҳолда мг/л да баҳолашади¹.

Ишланган газлар компонентлари заҳарлилиги миқдорининг ўзгариш диапозони 3.1-жадвалда келтирилган.

3.1-жадвал

Компонент	Ўлчам бирлиги *	Дизел	Учқун билан ўт олдириладиган двигател
СО	% (об.)	0,01...0,5	0,1...8,0
СН	$млн^{-1}$	100...500	200...4000
СО ₂	% (об.)	2...12	8...13
NO _x	$млн^{-1}$	500...3000	500...5000
Бензин(а)пирен	мг/м ³	0...10	0...25
Қурум	мг/м ³	0...20000	0...100
Олтингугурт оксидлари	мг/м ³	0...0,015	0...0,003
Альдегидлар	% (об.)	0,001...0,009	0...0,2

* $млн^{-1}$ – ҳажми бўйича миллиондан бир улуш; $1 млн^{-1}=0,0001 \%$.

Нефт ва экологик муаммолар

Транспорт сектори ёнилғиси – парник газларининг тез ўсувчи манбаларидир. ЕРА тадқиқоти, Америка Транспорт сектори Клининг таҳлили:

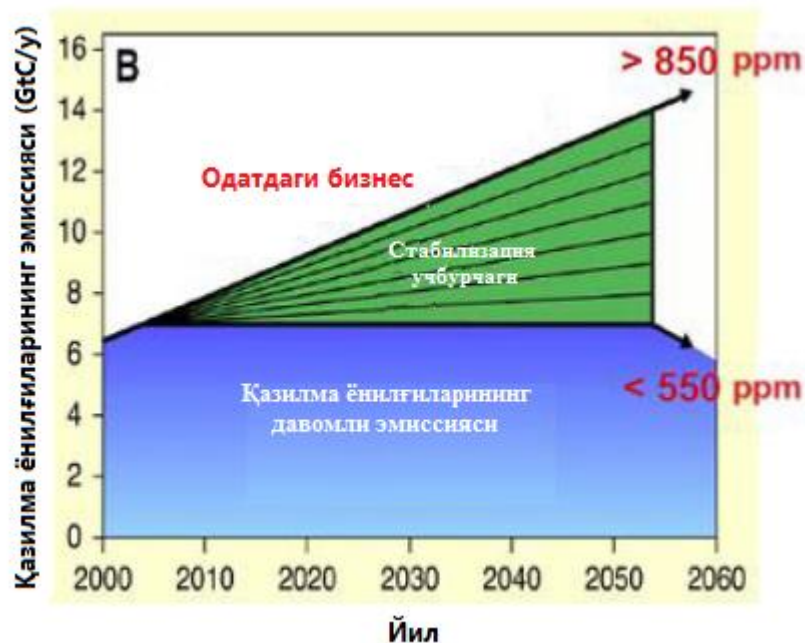
“Америка транспорт сектори бутун жаҳонда энергияга боғлиқ бўлган парник газлари чиқишининг тахминан 10% ташкил қилади. Кейинги 50 йилда транспорт воситаларидан фойдаланиш ва улар сонининг ортиб бориши америка транспортларидан парник газларнинг чиқиши ҳозирги даражадан 80% гача кўпайиши мумкин... Транспорт секторида парник газларини камайтириш учун учта умумий ёндашув мавжуд: 1) транспорт воситаларида замонавий технологияларни қўллаш; 2) парник газлари кам чиқадиган ёнилғига ўтиш ва 3) қуруқликда саёҳат қилиш масофасини қисқартириш”².

Америка Транспорт сектори Клининг таҳлили клинлар стабилизацияси концепциясини киритди ва уни америка транспорт секторига қўллади, бундан мақсад нефтдан фойдаланиш ва парник газлари чиқишини камайтиришга ёрдам берувчи потенциал ёндашувларни иллюстрация

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 68 p.

² Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 19-20 p.

қилишдир. Клин – фаолият бўлиб, у 1 GtC/у углерод чиқишини камайтиради. Бундан мақсад кейинги 50 йиллар 7 клинга эришиш, бунда 175 миллиард тонна углерод оксидлари чиқиши камаяди. Ҳар бир клин – бу технологияни яхшилаш ёки маҳсулот самаралилигини ошириш, масалан, кўмир ишлаб чиқарадиган заводлар самаралилигини ошириб ва шамол тегирмонларини ўрнатиб 60 милга бир галлон сарфланишига эришишдир.



6-расм. Стабилизация климатических условий

Бошқа мисол, 6-расмда кўрсатилган 1 – 2 клин ёки 7 клинларнинг ҳаммаси 7-расмда кўрсатилган транспорт воситаларининг тўққизта технологияларини ифодалаш мумкин. Бу тизим чиқарадиган углерод миқдори қисқартирилган (ушлаб қолинадиган) транспорт воситаси технологиясининг комбинациясини ҳам ифодалаш мумкин¹.

Транспорт воситаси технологияси	Транспорт воситаси тежамкорлигини такомиллаштириш	GHG эмиссияси фоизининг қисқариши (ёнилғи-цикл)
Автомобилнинг бензинли двигатели		
Илғор бензинли двигател ва илғор дизел двигатели	34-40 %	20-26 %
Гибрид электромобиль (бензин)	40 %	29 %
Гибрид электромобиль (дизель)	70 %	35 %
Оптималлаштирилган E85	-4 %	38 дан 80 % гача
Илғор оптималлаштирилган E85	30 %	54 дан 85 % гача
Дастурий кенгайтиришнинг электрик гибриди	65 %	31 дан 62 % гача
Электрик	390 %	31 дан 94 % гача
Ёнилғи элементи	270 %	21-92 %

7-расм. Транспорт воситаси технологияси

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 21 p.

6-расмда парник газининг чиқиши 50 йилда ҳозирги даражага нисбатан 80%га ортиши USTS лойиҳаланган, сабаби транспорт воситалари сонининг кўпайиши ва улардан фойдаланишнинг ортиши. Агар парник газларининг чиқишини камайтириш бўйича зарур бўлган тадбирлар қабул қилинса, 2050 йилда уларнинг чиқиши ортмаслиги ва ҳатто 2050 йилдан кейин камайтириши мумкин.

Транспорт секторидан парник газлари чиқишининг суммаси (E) ни аниқлаш учун учта параметр ҳисобга олинган. Ёнилғи сарфи (F), юриб ўтиладиган йўл (A) ва ёнилғи углероди миқдори (C)¹.

Атроф муҳитга водороднинг таъсири:

Юқорида қайд этилганидек водород ёнилғиси сув электролизидан ишлаб чиқилиши мумкин, бунда атроф муҳитни ифлослаш манбаидан эмас, балки электрдан фойдаланилади. Улардан FCVда фойдаланилганда ҳеч қандай ифлословчи чиқиндилар ҳосил бўлмайди, фақатгина ИЁДларда оз миқдорда азот оксиди ҳосил бўлади. Бундан ташқари, ҳеч қандай CO₂ ажралиб чиқмайди, фақат сув буғи ҳосил бўлади. Водород ёнилғисини экологик ва сиёсий қўллаб-қувватланиши ортиб бораётган бўлсада, водород кўп қисмининг қазиб олинаётган ёнилғидан ишлаб чиқиладигани катта ташвиш туғдирмоқда. Ҳозирги пайтда фақат 4% водород электрдан фойдаланиб (электролиз) ишлаб чиқилмоқда, қолганлари эса бевосита қазиб олинладиган ёнилғидан ёки энергиянинг бошқа манбаларидан фойдаланиб олинмоқда².

Қуйида булар ҳақида маълумотлар келтирилган.

Водородли иқтисодиёт ва унинг сиёсий оқибатлари:

Водороддан тўғри фойдаланилганда у қазиб олинладиган ёнилғини бутунича алмаштириши учун потенциалга эга. АҚШда асосан нефтга асосланган иқтисодиёт янги водород иқтисодиётига ўтмоқда. *2003 молия йили бажарилиши ҳақидаги Давлат Ҳисоботи.*

“Президент Freedom CAR си ва Водород Ёнилғиси Ташаббуси Американинг импорт қилинадиган нефтга қарамлилиги ортиб боришини бутунича ўзгартириш мақсадида ишлаб чиқилган, унда транспорт воситаларини водород ёрдамида ҳаракатга келтириш учун ёнилғи элементини ишлаб чиқишга имкон берадиган технологияни ишлаб чиқиш ва натижада инфраструктурани, уларни қўллаб-қувватлаш учун, водород билан таъминлаш назарда тутилган. Бу ташаббус нафақат ички ёнилғи билан боғлиқ бўлган энергетика ҳавфсизлиги афзаллиги туфайли, у саноат учун хом ашёнинг кенг спекторидан ишлаб чиқилиши мумкин, балки тарнспортировка қилишда ва доимий бозорлардаги потенциал экологик афзалликлари туфайли ҳам қабул қилинган”³.

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 21 p.

² Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 46 p.

³ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 47 p.

2003 молия йили бажарилиши ҳақидаги Давлат Ҳисоботидаги баёнотда водородли ёнилғи технологияси “... электр, транспорт воситалари ёнилғиси ва иситиш ва совитиш” каби энергетик хизматларни интеграллашган ҳолда ишлаб чиқариш учун иқтисодий ривожланиш йўлини таъминлайди ва иқтисодий ўсиш янги марказларининг ривожланиши учун имкониятларни таклиф этади. Лекин Америка Қўшма Штатлари технологиянинг бу турини тўлиқ амалга ошириши учун камида 40 йил талаб қилинади (“Водород Иқтисодиётига Ўтиш” диаграммасига қара). Ҳукуматда саноатнинг Водородли Соҳалари ўсишига кўмаклашиш ҳамда Америка манфаатларини ҳимоя қилиш ва энергияга қарам бўлмаслиги учун рағбатлар мавжуд.

“Водородли ёнилғи элементлари – бизнинг эрамининг энг гайрат бағишловчи, инновацион технологиялардан биридир... Водород энергиясидан фойдаланишининг энг катта натижаларидан бири, албатта, мамлакат энергетик қарам бўлмаслигидир ..., бунда ўз уйимизнинг мероси ҳақида ўйлаймиз, мамлакатимизнинг келажак авлоди ҳорижий энергия манбаларига тобе бўлиб қолмасликлари учун бугун инвестициясини жалб қилиш ҳақида ўйлашимиз керак. Мана шунинг учун мен Конгресс билан ишлашга розиман, сабаби мамлакатни ёнилғи элементининг водород технологияларига йўналтиришидир. Айнан халқ манфаатларини ўйлаб биз шундай қилмоқчимиз”
- президент Джордж Буш – кичик

Ҳозирги вақтда АҚШда йилига 9 миллион тонна водород истеъмол қилинмоқда, унинг катта қисмини ишлаб чиқариш истеъмол қилмоқда ва жуда кам қисми фойда учун сотилмоқда. Яқин келажакда водород ёнилғисининг катта қисми саноатга ва транспортировка қилиш учун сотиладиган бўлади, бунда автомобил саноати ривожланишга мажбур бўлади. Бу америка иқтисодиёти учун катта аҳамиятга эга, чунки бизнинг қишлоқ хўжалиги саноати бўлмаган экспортнинг 12% – автомобиллардир¹.

“Америка ҳозирги саноатининг муваффақияти бизнинг одамлар ва бутун мамлакатимизнинг фаровонлиги учун катта аҳамиятга эга. Масалан, америка автомобил саноати – дунёдаги энг катта автомобил саноати бўлиб, у ишлаб чиқаришда иккинчи ўринда бўлган Японияга нисбатан 30% кўпроқ транспорт воситаларини ишлаб чиқаради. Автомобилларнинг ишлаб чиқаришда бевосита иштирок этадиган ҳар бир ишчига автомобил ишлаб чиқаришининг бошқа тармоқларида 7 та ўрин тўғри келади.”

Американинг автомобилсозлари – алюмин, мис, темир, қўрғошин, пластмасса, резина, газлама, винил, пўлат ва компьютер микросхемаларини энг йирик сотиб олувчиларидан биридир. Автомобил саноати ҳам энг катта экспортёр, у қишлоқ хўжалиги бўлмаган ҳамма экспортнинг 12%ини ташкил

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 48-49 p.

қилади. Жаҳон бозорида рақобатбардош бўлиб қолиш Америка иқтисодиёти учун муҳим ҳисобланади.”¹

3.2 Асосий зарарли моддаларнинг ҳосил бўлиши

ИЁД цилиндрларида ёнилғи ёнганда ҳар хил заҳарли моддаларнинг кўп миқдори ҳосил бўлади, улар чала ёниш ва ёнилғи углеводородлари, азот оксидлари, олтингугурт бирикмаларининг термик парчаланиши маҳсулотларидан таркиб топади².

Углерод оксиди (CO) кислород етишмагандаги ёниш пайтида, дизелларда совуқ алангали реакциялар давомида ёки CO₂ диссоциациясида (асосан учкун билан ўт олдириладиган двигателларда) ҳосил бўлади.

Учкун билан ўт олдириладиган двигателлар (ДСИЗ)да CO ҳосил бўлишига аралашма таркиби таъсир кўрсатади: у қанчалик бой бўлса, CO концентрацияси шунчалик юқори бўлади. Дизелларда ишланган газлар таркибида CO концентрацияси кўп бўлмайди ва у асосан аралашма ҳосил бўлиш жараёни сифатига боғлиқ: у қанчалик яхши бўлса, CO шунчалик кам ҳосил бўлади.

Углеводородлар (CH) ёнилғида бошидан мавжуд бўлади ёки ёнилғи молекулалари парчаланганда ҳосил бўлади, бу молекулалар ёнишда иштирок этмаган бўлади. Ишланган газлар таркибида углеводородлар ёниш камерасининг нисбатан совуқ деворлари яқинида аланга сўниши натижасида, сиқиб чиқарувчилардаги “қисилган” ҳажмларда ва поршен ва цилиндр орасидаги биринчи компрессион ҳалқа устидаги “қисилган” ҳажмда аланга сўниши туфайли пайдо бўлади.

Дизелларда углеводородлар бойиб кетган зоналарда ҳосил бўлади, у ерда ёнилғи молекулалари пиролизи содир бўлади. Агар сиқиш жараёнида бу зоналарга етарли миқдорда кислород келмаса, CH ишланган газлар таркибига ўтади. Алангаланиш бўлмаганда, чиқариш клапани ёки қартер вентиляцияси тизими герметик бўлмаганда ҳамда ёнилғи баки ва карбюраторда бензин буғланиши оқибатида углеводородлар атмосферага чиқариб юборилиши мумкин.

Заҳарли моддаларнинг бу гуруҳига кирувчи ҳар хил индивидуал углеводородлар миқдори 200 дан ортади.

Бензол, толуол, полициклик ароматик углеводородлар (ПАУ) ва биринчи навбатда бенз(*a*)пирена (C₂₀H₁₂) ларнинг атмосферага ташланиши алоҳида аҳамиятга эга. Юқори заҳарли моддаларнинг бу гуруҳи ҳарорат 600...700 K бўлганда ёнилғининг енгил ва ўрта фракциялари пиролизи натижасида ҳосил бўлади. Бундай шароитлар ишчи йўл вақтида цилиндрнинг совуқ юзалари яқинида у ерда кислород етишмовчилиги бўлганда вужудга келади. Ёнилғида бензол концентрацияси қанчалик кўп бўлса ишланган газлар таркибида ПАУ миқдори шунчалик кўп бўлади.

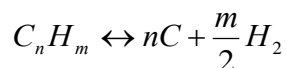
¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 49 p.

² Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 39 p.

Қурум ва қаттиқ заррачалар. Қурум қаттиқ маҳсулот бўлиб, у асосан углероддан таркиб топади. Қурумда углероддан ташқари 1...3 % (массаси бўйича) водород бўлади.

Қурум ҳарорат 1500 K дан юқори бўлганда термик парчаланиш (пиролиз) ҳажмий жараёни натижасида кислород сезиларли етишмаганда ҳосил бўлади.

Пиролиз реакцияси қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

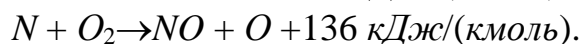
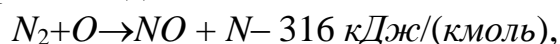


0,3...0,7 дан кичик бўлганда ва газларнинг ҳарорати ва босимига боғлиқ бўлганда ҳамда ёнилғи турига боғлиқ ҳолда қурум ҳосил бўлиши бошланади.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёнишда аралашма алангаланишининг концентрациончегаралари қурум ҳосил бўлиши бошланишининг кўрсатилган чегараларига мос келмайди. Шу сабабли учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлар таркибида қурум миқдори сезиларсиз даражада бўлади.

Дизелларда ёнишда юқори ҳароратли аланга зоналарига бой аралашмалар зоналар туташади, у ерда диффузион ёниб тугашда ва кислород кам бўлганда пиролиз учун қулай шароитлар ҳосил бўлади. Қурум заррачалари кўп қисмининг ўлчамлари 0,4...5 мкм бўлади. Ишланган газларда қурум заррачаларининг концентрацияси кенгайиш жараёнида ёниб тугашга боғлиқ, у пайтда заррачаларга кислород етиб келади. Чикаришдаги қора тутун ишланган газларда қурум борлигини билдиради.

Азот Оксидлари (NO_x). Агар цилиндрдаги ҳарорат 1200 K дан юқори бўлса ҳаво таркибидаги азот ва кислород занжирли механиз бўйича ўзаро кимёвий таъсирга киришишади:



Юқоридаги реакция ҳал қилувчи ҳисобланади, унинг тезлиги атомар кислород концентрациясига боғлиқ. Ёнишда двигател цилиндрларида асосан азот оксиди NO ҳосил бўлади (қолган ҳамма азот оксидларининг 95 % дан кўпини ташкил қилади).

Учқун билан ўт олдириладиган двигателда азот оксидланиши ва NO ҳосил бўлиши аланга фронти ортида ёниш маҳсулотлари зонасида содир бўлади, у ерда ҳарорат энг юқори бўлади. Газлар ҳарорати кўтарилиши ва кислород концентрацияси ортиши билан NO ҳосил бўлиши кескин ортади.

Дизелларда ёнишда NO ҳосил бўлиши аралашманинг локал таркиби ва ҳарорат билан белгиланади. Дизелнинг ёниш биринчи бўладиган ва ҳарорат 2000 K дан юқори бўлган зонада энг кўп вақт бўлган зарядларда NO энг кўп миқдорда ҳосил бўлади.

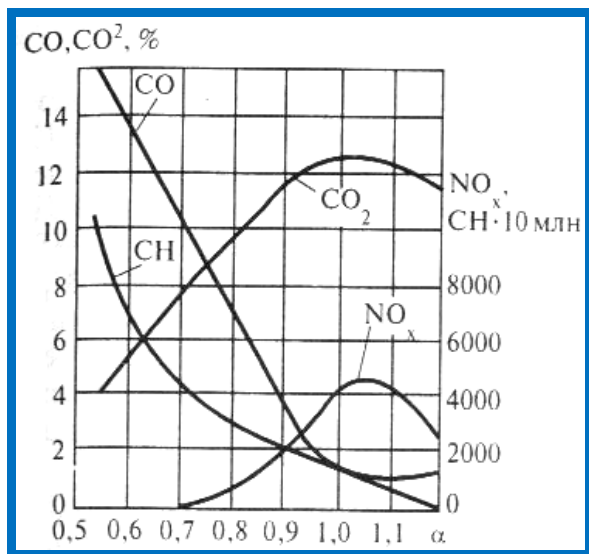
3.3 Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлар таркибида зарарли моддалар миқдорини камайтириш

Ишланган газлар таркибида зарарли моддалар миқдорини камайтириш учун жуда кўп турли тадбирлардан фойдаланилади, жумладан махсус антизаҳарли қурилмалар ва тизимлар қўлланилади. У ёки бу стратегияни танлаш таъминланиши талаб қилинган ишланган газлар заҳарлилиги даражасига боғлиқ.

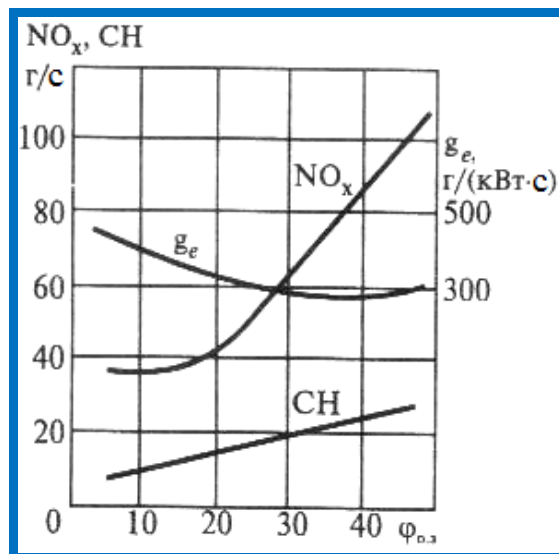
Ёнилғи узатиш ва ўт олдириш тизимларини такомиллаштириш. Аралашма таркиби ишланган газлар таркибига ҳал қилувчи таъсир ўтказди (3.1 – расм). Ишланган газларда аралашма бойиб бориши билан CO ва CH каби компонентлар концентрациясининг ортиши кислород етишмаслигининг ортиши билан тушунтирилади. Иккинчи тарафдан жуда камбағал аралашмаларда CH концентрацияси пайдо бўлаётган алангаланиш ўтказиб юборишлари туфайли ортади.

NO_x концентрацияси аралашма $\alpha \approx 1,05$ гача камбағаллашиб боргани сари ишланган газларда O_2 миқдори ортиб бориши ва ёниш жараёни ҳарорати кўтарилиши оқибатида содир бўлади. Аралашма камбағаллашиб боргани сари ёниш ҳароратининг пасайиши ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлади.

Иккинчи тарафдан ўт олдириш илгарилиги бурчаги φ_{O_2} ҳам NO_x ва CH ҳосил бўлишига кучли таъсир қилади. (3.2 - расм).



3.1 – расм. Ишланган газлар таркибига α нинг таъсири



3.2 – расм. NO_x ва CH ҳосил бўлишига φ_{O_2} нинг таъсири

Бу таъсир шу билан боғланганки, φ_{O_2} ортиши билан ёниш жараёни ҳарорати кўтарилади ва шу билан бирга ҳосил бўлаётган NO_x миқдори ҳам ортади. φ_{O_2} камайиши билан ёниш тобора кенгайиш линиясига сурилиб боради, кенгайиш жараёни охирида ва чиқариш тизимида ишланган газлар ҳарорати ортади, бу эса CH нинг тўлиқроқ оксидланишини таъминлайди.

Шу сабабли ишланган газлар заҳарлилиги билан курашишнинг бошланғич босқичида асосан ёнувчи аралашма дозаланишини оптималлаштириш ва унинг ишончлироқ ва стабилроқ ёнишини таъминлаш йўли билан ёнилғи тўлиқ ёнишини оширишга йўналган тадбирлар комплексидан фойдаланилган.

Ишланган газлар рециркуляцияси. Рециркуляция ишланган газларнинг бир қисмини чиқариш тизимидан киритиш тизимига ўтказиб юбориш воситасида амалга оширилади. Газ тақсимлаш фазалари ўзгарувчи бўлган двигателларда киритиш клапани олдин очилганда ёки чиқариш клапани олдин ёпилганда ишланган газларнинг кўпроқ қисми цилиндрда қолади, шу туфайли «ички рециркуляция» таъминланади. Бунинг натижасида ишчи аралашма массаси ортади (унинг иссиқлик сиғими ҳам мос равишда ортади), бу ёниш ҳароратини пасайтиради, демак, азот оксида ҳосил бўлишини ҳам камайтиради¹.

Демак ишланган газлар рециркуляциясидан NO_x ларни ҳосил бўлишини камайтириш учун фойдаланилади.

Рециркуляцияда киритиш жараёнида насос йўқотишлари биров камаяди, бу двигател ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш учун асос яратади. Бундан ташқари рециркуляцияда диссоциация ва иссиқлик узатишга йўқотишлар пасаяди, циклнинг термик фойдали иш коэффициенти эса ортади (ёниш маҳсулотлари ҳароратининг пасайиши ва бунга мос адиабата кўрсаткичининг катталашини натижасида иссиқлик сиғими камайиши ҳисобига).

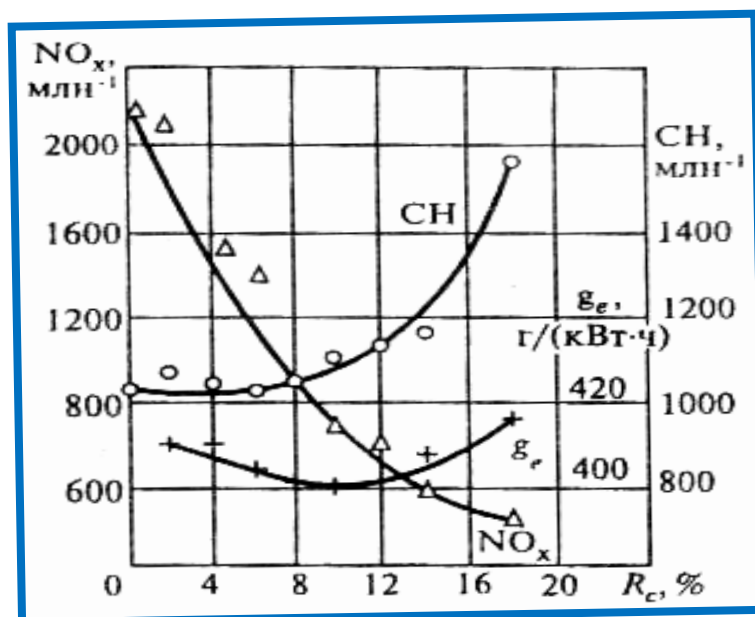
Иккинчи тарафдан, ишланган газлар рециркуляцияси ортиши билан иссиқлик ажралиши жараёни чўзилади, цикллар кетма-кетлигининг ностабиллиги кучаяди ва CH атмосферага чиқарилиши ортади.

Юқорида қайд этилган омилларнинг биргаликдаги таъсири натижасида ишланган газлар рециркуляцияси ортиши билан двигател тежамкорлиги олдин биров яхшиланади, сўнгра ёмонлашади, бу рециркуляциянинг мақсадга мувофиқ даражаси R_c ни чеклайди.

Амалиёт шуни кўрсатдики рециркуляция $R_c = 15...20\%$ бўлганда NO_x чиқарилишининг камайиши $60...80\%$ га етиши мумкин (3.3-расм).

$R_c > 10\%$ бўлганда одатда ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашини кузатилади. Бунда ёниш тез борадиган двигателларда g_e ортиши R_c нинг каттароқ қийматларида бошланади.

¹ Engineering Fundamentals of IC Engines (Willard W. Pulkrabek University of Wisconsin).292 p.



3.3-расм. Рециркуляция даражаси R_c нинг NO_x ва CH чиқарилишига таъсири

CH чиқарилиши ва g_e нинг кўпроқ катталашининг олдини олиш учун одатда R_c 20% дан ортмайди.

Двигател юкига қараб рециркуляциянинг оптимал даражасини ўзгартириш зарур: юк ортиши билан циклнинг максимал ҳарорати кўтарилди ва ёнувчи аралашма камбағаллашади, шунинг учун бу ҳолда R_c ни орттириш лозим. Дроссел тўсиғи тўлиқ очилганда ишланган газлар рециркуляцияси максимал қувватни олиш имконини бермайди, шунинг учун бу иш режимларида $R_c = 0$ бўлишини таъминлаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Двигател юкига боғлиқ ҳолда R_c ни ўзгартириш пневмоюритмали рециркуляциянинг махсус клапани ёрдамида амалга оширилади.

Ишланган газларни нейтраллаш. Двигател чиқариш тизимида ишланган газларни қайта ишлаш учун мўлжалланган қурилма нейтраллизатор дейилади.

Оксидловчи каталитик нейтраллизаторлар. Бу нейтраллизаторлар CO ва CH ни оксидлаш учун хизмат қилади, улар ҳарорат $300...800$ °C бўлганда эффектив ишлайди. Ҳарорат бундан юқори бўлганда ва айниқса этилланган бензиндан фойдаланилганда нейтраллизатор тезда дезактивлашади. Катализаторлар сифатида платина ва палладийдан фойдаланилади. Оксидловчи нейтраллизаторлар $\alpha < 1$ бўлганда махсус ҳаво насослари қўлланилишини талаб қилади ҳамда NO_x чиқарилиши муаммосини ечмасдан қолдиради¹.

Учкомпонентли каталитик нейтраллизаторлар. NO_x ни нейтраллаш учун уни азот N_2 ва аммиак NH_3 гача қайта тиклаш реакцияларидан фойдаланилади. Қайта тикловчилар сифатида ишланган газлар таркибидаги CO , CH ва H_2 дан фойдаланилади. Двигател стехиометрик аралашмада

¹ Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 83 p.

ишлаганида NO ни қайта тикловчи асосий маҳсулот бўлиб N_2 хизмат қилади, бой аралашмаларда эса кўпроқ NH_3 ҳосил бўлади.

Нейтрализатор нарҳини пасайтириш учун учметалли катализатор: платина, палладий, радий 1:16:1 ёки 1:28:1 нисбатда қўлланилади. Битта нейтрализаторга 1,5 дан 3 гача платина сарфланади. Учкомпонентли нейтрализатор тизимидан фойдаланилганда этилланган бензиндан фойдаланишга йўл қўйиб бўлмайди.

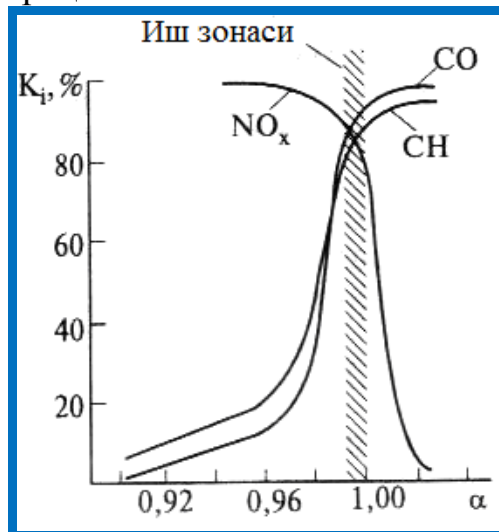
NO_x қайта тикланганда бир пайтда CO ва CH ларнинг оксидланиши содир бўлади. Бундай нейтрализатор учкомпонентли ёки бифункционал, яъни қайта тикловчи ва оксидловчи деб аталади.

Нейтрализаторда ҳар хил газларнинг каталитик ўзгариши даражаси қайта ўзгариш коэффиценти билан баҳоланади

$$K_i = \frac{C_{i_{\text{вх}}} - C_{i_{\text{вых}}}}{C_{i_{\text{вх}}}} \cdot 100\%$$

бу ерда K_i — i -компонентнинг қайта ўзгариш коэффиценти;

$C_{i_{\text{вх}}}$, $C_{i_{\text{вых}}}$ — мос равишда нейтрализаторга кириш ва ундан чиқишда бу компонентнинг концентрацияси.



3.4-расм. Учкомпонентли нейтрализаторнинг эффектив ишлаш зонаси

Бир пайтда учта нормаланаётган компонентлар бўйича K_i нинг энг катта қийматига ($K_i \approx 0,9$) (3.4-расм) двигател бироз бойиган аралашмада ($\alpha = 0,98 \dots 0,99$) ишлаганида эришилади, чунки бу ҳолда NO қайта тикланганда ажралиб чиқаётган кислород миқдори H_2 , CO ва CH оксидланиши учун етарли бўлади.

Стехиометрик аралашма яқинида қайта ўзгариш коэффицентлари кескин ўзгаради, чунки нейтрализатор эффектив ишлаши учун аралашма таркибини $\alpha \approx 1$ қилиб юқори аниқликда ушлаб турилишини таъминлаш талаб қилинади, бунга фақат манфий қайта боғланишли электрон бошқариладиган ёнилғи пулкаш тизимларидан фойдаланиш йўли билан эришиш мумкин.

Двигателни ишга туширишда ва уни қиздиришда CH чиқишини камайтириш. Совуқ двигател ишга туширилганда каталитик нейтрализатор ишламайди, чунки ундаги ҳарорат етарли даражада юқори эмас, бундан

ташқари, двигател бу вақтда бойитилган аралашмаларда ишлайди ва ишланган газлар таркибида CH ни нейтрализаторда оксидлаш учун зарур бўлган кислород бўлмайди.

Шу сабабли нейтрализатор қизишини тезлаштирувчи ҳар хил методлардан фойдаланиш ҳамда электр юритмали махсус насос ёрдамида нейтрализаторгача ишланган газлар оқимиға ҳаво беришдан фойдаланиш аҳамияти ортиб бормоқда.

Нейтрализаторни тезроқ қиздиришга уни двигателга яқинроқ ўрнатиш, чиқариш клапани ва нейтрализатор орасида чиқариш тизимини термоизоляциялаш, нейтрализаторни электр ёрдамида қиздириш, ўт олдириш илгарилигини камайтириш ёки ишланган газлар ҳароратини орттириш мақсадида кенгайиш тактида ёнилғининг маълум миқдорини ёндириш билан эришилади.

λ -зонд тахминан $t = 300$ °C бўлганда ишлай бошлагани сабабли, уни электр ёрдамида қиздиришни қўллаш кўпроқ қўлланилмоқда. Баъзи ҳолларда старт нейтрализаторидан фойдаланилади, у асосийга нисбатан кичикроқ ўлчамларга эга ва у ундан олдин ёки унга параллел ўрнатилади. Кейинги ҳолда ишланган газларни бутун оқими старт нейтрализаторига йўналтирилади, у тез қизийди, сўнгра ишланган газлар оқими махсус заслонка билан асосий нейтрализаторга йўналтирилади.

Янги ёнилғилар. Маълум истиқболлар бензин хоссасини яхшилашга боғланган, чунки у ишланган газлар заҳарлилигига таъсир қилади. Бу бензин таркибида олтингугурт ва ароматик углеводлар миқдорининг камайтирилишига тааллуқли (канцероген моддалар чиқилишини камайтириш учун). Икки хил бензинлардан – стандартлаштирилган ва модифицирлашган (1/3 ароматиклар эфир билан алмаштирилган) – фойдаланилганда автомобилларда ўтказилган қиёсий синовлар шуни кўрсатдики, модифицирлашган бензиндан фойдаланилганда CH чиқилиши 10% га, CO_2 20% га ва NO_x чиқилиши 33% га камайган, олтингугурт ва канцероген моддалар чиқилиши кўп марта камайган.

Ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатдики, бензинга 15% метанол (CH_3OH) қўшилганда зарарли моддалар чиқилиши 25...30% га камайган, двигател фақат метанолда ишлаганда бу камайиш 50% гача етган.

Метанолдан фойдаланилгандаги асосий мураккаблик шундаки, у заҳарли ва металл резина ва пластмассаларга нисбатан катта коррозион агрессивликка эга.

Сиқилган ва суюқлаштирилган газлардан фойдаланиш учқун билан ўт олдирадиган двигателлар ишланган газларининг заҳарлилигини камайтиришга маълум ҳисса қўшди. Бу маънода суюқлаштирилган газнинг самарадорлиги камроқ, чунки ундан фойдаланилганда ишланган газлар заҳарлилигини камайтириш двигател бензинда ишлаганига қараганда камбағалроқ аралашмаларни ёкиши натижасида эришилади.

Двигателларни сиқилган табиий газдан таъминлашга ўтказиш самаралироқ экологик эффект беради, сабаби табиий газнинг элементар

таркиби бензин таркибига қараганда сезиларли фарқланади. Масалан, синовлар ўтказилганда CO чиқарилиши ўртача икки марта, CH чиқарилиши 15...40%, NO_x чиқарилиши эса 15% дан кам бўлиши регистрация қилинган. Шу билан бирга сиқилган газда ишлаганда CO_2 чиқиши камайиши ва ишланган газлар таркибида оғир углеводородлар йўқлиги ҳам регистрация қилинган.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда юқорида қайд этилган усуллар билан ишланган газлар заҳарлилигини камайтириш резерви бугунги кунда деярли қолмади ва бу махсус тадбирларни ишлаб чиқиш ва қўллашни талаб қилмоқда.

Ишланган газлар таркибида CO , CO_2 ва CH лар умуман бўлмаслигига эришиш мотор ёнилғиси сифатида водороддан фойдаланилганда эришиш мумкин. Бунда бироз камбағаллаштирилган аралашмаларда двигател ишлаганда водород ёниши ҳарорати юқори бўлганлиги сабабли бензинда ишлаганга қараганда NO_x ($NO_{xmax} = 5000...5500 \text{ млн}^{-1}$) миқдори кўпроқ ҳосил бўлади, ЕСЕ тести бўйича ўтказилган синовлар бензинда ишлаганга нисбатан NO_x чиқиши камайиши кузатилган (анча камбағал водород-ҳаво аралашмаларидан фойдаланилганлиги сабабли)¹.

Бугунги кунда водороднинг нархи жуда юқори, бундан ташқари, двигател водород билан таъминлашга ўтказилганда максимал қувват камаяди, қайта алангаланишлар (аралашманинг киритиш тизимида алангаланиши ва ёниши) пайдо бўлади, металллар юза қатламларида водород билан тўйиниш натижасида “водород мўртлиги” пайдо бўлади. Автомобил бортида газсимон H_2 ни сақлашни ташкил қилишда (газсимон водороднинг ҳажмий ёниш иссиқлиги жуда кичик бўлганлиги сабабли) ёки суюқ H_2 криоген бакларида сақланганда ҳамда H_2 ни ишлаб чиқариш, транспортировка қилиш ва сақлашда катта қийинчиликлар туғилади.

Камбағал аралашмалар ва қатламли зарядлардан фойдаланиш. Сиқиш даражасини ва электр учқуни қувватини ошириш билан бирга цилиндрдаги заряд ҳаракатланиши интенсивлигини бошқариш $\alpha = 1,5...1,7$ гача камбағаллаштирилган аралашмани эффектив ёқиш имконини беради. жуда камбағаллашган аралашмада двигател ишлаганда NO_x чиқарилиши деярли сезиларли бўлмайди, CH ва CO чиқишлари билан курашиш эса оксидловчи нейтраллизатор ёрдамида амалга оширилади. Аралашма ҳаддан ташқари камбағаллаштирилганда аралашмани учқун билан ўт олдириш ва ёнишнинг ностабиллиги каби муаммолар пайдо бўлади.

Қатламланган зарядлардан фойдаланиш, улар хусусан бензин цилиндрга пуркалганда шаклланади, таркибида кислород бўлган ишланган газлардаги NO_x ни самарали нейтраллашни талаб қилади. DENOX адсорбцион-каталитик нейтраллизатор шу мақсадда ишланган.

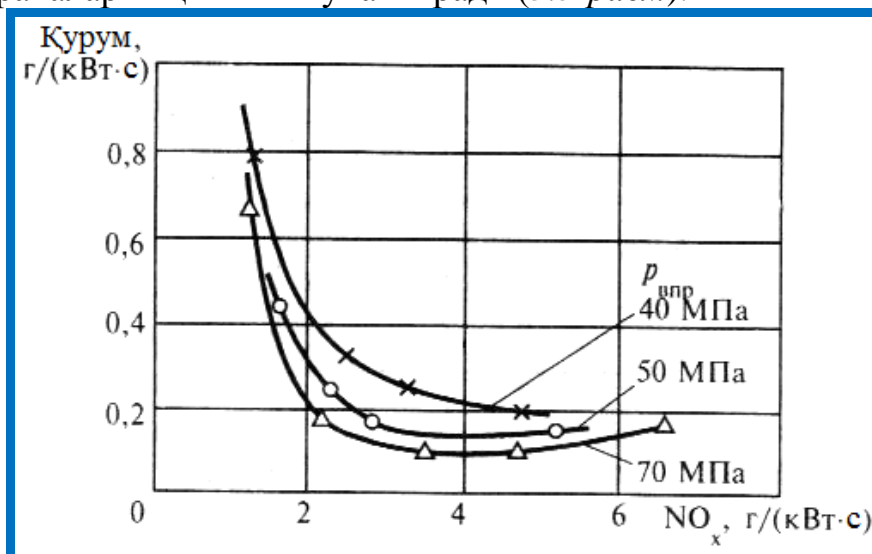
¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 84 p.

3.4 Дизеллар ишлаган газларидаги зарарли моддалар миқдорини камайтириш

Аралашма ҳосил қилиш ва ёниш жараёнларини такомиллаштириш— NO_x ва заррачалар чиқишлари ва ёнилғи тежамкорлиги орасидаги компромисни топишдадир.

Ёниш тезлиги ортиши NO_x чиқиндилари чиқишини кўпайтиради, лекин бунда двигател ёнилғи тежамкорлиги яхшиланади.

Аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларини такомиллаштириш шу билан мураккаблашадики, NO_x чиқишини камайтиришга йўналган тадбирлар, одатда, заррачалар чиқишини кўпайтиради (3.5-расм).



3.5-расм. Курум ва NO_x чиқишлари орасидаги ўзаро боғлиқлик ($n=1500$ мин⁻¹; $p_e=0,3$ МПа)

Ёнилғини жуда майда томчили қилиб пуркаш ёниш тўлиқлигини яхшилайди ва курумлар чиқишини камайтиради, лекин циклнинг кўтарилиб бораётган ҳарорати сабабли NO_x ҳосил бўлиши ортади.

Ажратилмаган камерали дизелларда ишланган газлар заҳарлилиги ва тутунлилиги кўп жихатдан заряднинг уярма ҳаракати интенсивлигига ва уни фақл параметрлари ва ёнилғи майда пуркалиши билан мувофиқлашганлигига боғлиқ.

Плёнкали (деворга ёпишган) аралашмали дизелларда, айниқса ишга тушириш ва қизитиш режимларида, CO , CH ва альдегидлар кўп ҳосил бўлади.

Олд камера ёки уярма камерада ёниш паст ҳароратда ва кичик α да кечади. Асосий камерада заряднинг ёниб тугаши ҳам нисбатан юқори бўлмаган ҳароратларда боради. Шу сабабли ажратилган камерали дизелларда ёнишда ёниш камераси поршен тубида жойлашган дизелларга қараганда NO_x кам ҳосил бўлади. Бундан ташқари ажратилган камерали дизеллар ишланган газлар билан тўлиқ ёнмаган маҳсулотларни кам чиқаради, тутун чиқиши

камаяди, бу поршен устидаги ҳажмда CO , CH ва қурум яхши ёниб тугаши билан тушунтирилади¹.

Наддув қўлланганда одатда α ни ташқи тезлик характеристикаси бўйича катталаштиришади, бу ишланган газлар заҳарлилиги ва қурумлар чиқиши камайишига кўмаклашади. Ҳаво оралиқ совитилишидан фойдаланилганда бу камайиш янада сезиларлироқ бўлади, чунки совиганда заряддаги кислород концентрацияси кўпаяди. Масалан, турбонаддувли ва ҳаво оралиқда совитиладиган дизелларда наддувсиз дизелларга нисбатан NO_x ва қурум заррачалари чиқиши тахминан 30% га камаяди.

Қисман юкларда ишлаганда $p_{впр}$ нинг ортиши, бунда ўз-ўзидан алангаланиш тутилиб қолишининг ёнилғи пуркалиши давомийлигига нисбатан катта бўлади, NO_x ҳосил бўлишига двигател тўлиқ юкда ишлаганига қараганда кучлироқ бўлади.

NO_x чиқиши кўпайиб кетишини олдини олиш ва шовқинни камайтириш учун, пуркаш бошланишида ёнилғини бериш (тахминан ўз-ўзидан алангаланиш ушланиб қолиш даври давомида) камайтириш мақсадга мувофиқ бўлади. Бу муаммони ечишда радикал ечим – олдин ёнилғининг кичик миқдорини, сўнгра асосий қисмини пуркаш бўлади. Иккинчи тарафдан, ёнилғи пуркалиши давомийлигининг узайиши ва ёнилғи узатилиши охирининг чўзилганлиги қурум ҳосил бўлишини орттиради ва бунинг оқибати сифатида заррачалар чиқиши кўпаяди. Пуркаш илгарилиги бурчаги $\varphi_{o.вн}$ алангаланиш ушланиб қолиши даври давомийлиги θ_l ни ва бу даврда пуркалган ёнилғи улишини ўзгартиради, бу эса диффузион ёниш давомийлигига таъсир қилади. Масалан, агар θ_l қисқарса, тез ёниш боёшлангунча пуркалган ёнилғи улуши ΔV_i камаяди, ишланган газлар тутунлиги эса мос равишда ортади.

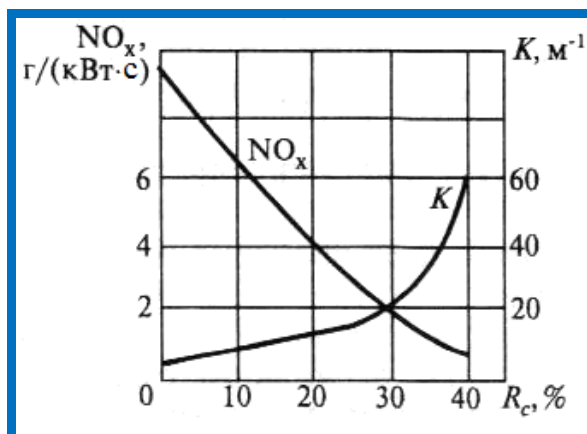
$\varphi_{o.вн}$ камайтирилганда ёниш ҳарорати пасайиши натижасида NO_x ҳосил бўлиши сезиларли даражада секинлашади, лекин бунда двигателнинг ёнилғи тежамкорлиги бироз ёмонлашади. Бунга қарамасдан замонавий дизеллар бир қатор режимларда ЮЧХ ёки ҳатто ЮЧХдан 1...3 градус ўтгандан кейин ёнилғи пуркалиши бошланади.

Ишланган газлар рециркуляцияси. Рециркуляция даражаси ортганда алангаланишнинг ушланиб туриш давомийлиги узаяди, иссиқлик ажралиб чиқиш тезлиги секинлашади, NO_x чиқиши сезиларли камаяди (3.6-расм). Рециркуляция газлари совитилганда бу эффектлар кучаяди. Двигател тўлиқ юкларда ишлаганда рециркуляция қурум чиқишини сезиларли даражада оширади, шу сабабли ундан фойдаланиш ўрта ва кичик юкларда ишлаганда мақсадга мувофиқ бўлади.

Ўтказилган синовлар шуни кўрсатдики чиқадиган NO_x нинг 8...10% салт иши режимига тўғри келар экан. Шу сабабли ҳамда шовқинни камайтириш мақсадида двигател салт иши режимда ишлаганда рециркуляция қиймати сезиларли катталиқкача (50% гача) ортади.

¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 41 p.

Рециркуляцияловчи газларни совитиш NO_x ва заррачалар чиқишини камайтиради.



3.6-расм. R_c рециркуляция даражасининг NO_x чиқиши ва оқим ёриқлиги пасайишининг натурал кўрсаткичига таъсири ($n=2000 \text{ мин}^{-1}$; $p_e=0,2 \text{ МПа}$)

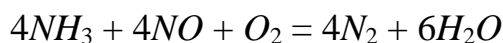
Рециркуляцияловчи газларни совитиш учун ишончли ва самарали иссиқлик алмаштиргични яратиш – мураккаб масала, сабаби дизелдан чиқаётган ишланган газлар таркибидаги қатламлар ва ифлосликлардир.

Ишланган газларни нейтраллаштириш. Каталитик оксидловчи нейтраллизаторлар энгил автомобиллар ва катта бўлмаган юк машиналарининг тезюрар дизелларида кенг фойдаланилади. Бунга сабаб – ушбу дизеллар ишланган газларининг ҳарорати CH , CO , заррачаларнинг эрувчи органик ташкил қилувчилари ва альдегидлар оксидланиши учун етарлидир, бошқа тарафдан, у сульфадларнинг кўп миқдори ҳосил бўлиши учун етарли эмас. Юқори ҳароратларда нейтраллизаторда олдин цилиндрлардан чиқаётган SO_2SO_3 гача оксидланади, сўнгра SO_3 сув буғлари, органик ва ноорганик заррачалар билан реакцияга киришади, бунда сульфадлар ҳосил бўлади, улар эса заррачалар чиқишини сезиларли даражада кўпайтиради. Шу сабабли юк автомобиллари дизеллари учун каталитик оксидловчи нейтраллизаторлардан фойдаланиш анча мураккаб муаммо¹.

Каталитик оксидловчи нейтраллизаторда ҳарорат $300 \text{ }^\circ\text{C}$ дан юқори бўлганда дизеллар ишланган газлари ишловдан ўтгандан кейин CO концентрацияси $85\text{...}90\%$ га, CH концентрацияси эса $75\text{...}80\%$ га камаяди.

Дизел асосий иш режимларида NO_x ни нейтраллаштириш муаммоси селектив (ёки DENOX) деб номланган махсус нейтраллизаторларни ишлаб чиқишни талаб қилди. Бу нейтраллизаторлар қуйидагича ишлайди: чиқариш тизимида (нейтраллизаторгача) аммиак NH_3 , мочевино (NH_2)₂ ва углеводород ёнилғиси берилади, бундан мақсад ишланган газлар таркибидаги эркин O_2 ни кимёвий боғлаш.

NH_3 фойдаланилганда NO нинг қайта тикланиши қуйидаги реакция бўйича боради:



¹ Engineering Fundamentals of IC Engines (Willard W. Pulkrabek University of Wisconsin). 296 p.

Селектив нейтраллизаторда ҳарорат $t=300\text{...}420$ °C бўлганда NO_x камайиши 90% ни ташкил қилиши мумкин.

Аммиак ёки мочевинадан фойдаланилганда автомобил бортида махсус ҳажм ва дозалаш тизими бўлиши зарур, улар узатишни дизел иш режимиға мувофиқ таъминлашади. Передозировка бўлганда ҳамда CO , CH ва альдегидлар заррачаларининг эрийдиган органик қисмлари чиқарилишини камайтириш учун селектив билан бирға каталиктик оксидловчи нейтраллизатор ҳам ишлаши керак.

Агар NO_x ни қайта тиклаш учун углеводороддан фойдаланилса, яхши натижалар цилиндрға дизел ёнилғиси асосий ёниш тугугандан кейин берилганда олинади, бу пайтда ҳарорат ҳали етарли даражада юқори бўлади. Бу дизел ёнилғиси кўшимча дозасининг иссиқлигидан қайта фойдаланишни таъминлайди. Умуман олганда, аммиак, мочевина ёки углеводород ёнилғиси мос равишда сарфланишиға қарамасдан, дизел умумий тежамкорлигининг сақланиб қолиши кутилади, чунки бунда уни рециркуляция билан ёмонлаш ёки NO_x ҳосил бўлишини камайтириш учун кечиктириб пуркашдан фойдаланиш зарур бўлмайди. DENOX нейтраллизаторида NO_x қайта тикланиши даражаси 30...45% дан кам бўлмаслиги керак.

Ёнилғилар ва присадкалар. Цетан сони орттирилганда юк автомобиллари дизеллари NO_x ни чиқаришни камайтиради, лекин енгил автомобилларнинг юқори оборотли дизелларида заррачалар чиқиши кўпаяди.

Шу билан бирға ҳамма дизеллар учун CH ва CO чиқишининг камайиши кузатилади.

Дизел ёнилғиси таркибида енгил фракциялар қанчалик кўп бўлса, ёниш камерасидаги аралашма таркиби шунчалик бир хил бўлади, бу ишланган газлар тутунининг камайишиға ва улардаги NO_x миқдорининг пасайишиға олиб келади.

Дизел ёнилғиси таркибида олтингугурт бўлиши мураккаб муаммони туғдиради. Дизел каталиктик оксидловчи нейтраллизатор билан ишлаганда унда юқори ҳароратларда сульфадлар ҳосил бўлишининг интенсив жараёни кечади, бу атмосфераға заррачалар чиқишини кескин кўпайтиради.

Дизел ёнилғиси таркибида ароматик углеводородларнинг камайиши канцероген моддалар чиқишини кескин камайтириш мумкин.

Дизел ёнилғисига 1% миқдорида присадкалар кўшилиши, масалан барий ёки марганец асосидаги, ишланган газлар тутунлигини бир неча марта камайтириш ва улардаги альдегидлар ва бенз(а)пирен миқдорини камайтириш имконини беради. Дизел ёнилғисига кўшимча сифатида спиртлардан фойдаланганда заррачалар чиқиши кескин камаяди ва NO_x ва CO чиқиши ҳам камаяди. Лекин бунда CH чиқиши кескин ортади.

Сувни дизелнинг киритиш трубопроводига ёки цилиндриға узатиш билан NO_x чиқиши камайишиға эришиш мумкин. Охирги ҳолда сув цилиндриға ёнилғи билан бирға ёки сув-ёнилғи эмульсияси кўринишида берилиши мумкин.

Дизел ёнилғисига сув 30% (массаси бўйича) қўшилганда NO_x концентрацияси тахминан 30% га камаяди. Шу билан бирга ишланган газлар тутунлиги ва CO чиқиши ҳам камаяди. NO_x чиқишининг камайиши қўшилган сув миқдорига чизиқли боғлиқ ва юк, пуркаш илгарилиги бурчаги ёки вал айланишлар частотаси ортиши билан кўпаяди. Лекин NO_x ҳосил бўлишини камайтириш учун сувни қўшиш қуйидаги амалий муаммоларга дуч келтиради: сувнинг музлаши, эмульсиянинг қатламларга бўлиниши (айниқса паст ҳароратларда), коррозиянинг вужудга келиши ва баъзи деталлар ейилишининг тезлашиши.

Дизел ёнилғиси ўрнига диметилэфир (ДМЕ)дан фойдаланиш шовқинни, заррачалар чиқишини, NO_x ва CH чиқишларни камайтиради. ДМЕНИнг муҳим афзаллиги – унинг тутун ҳосил қилмасдан ёнишидир.

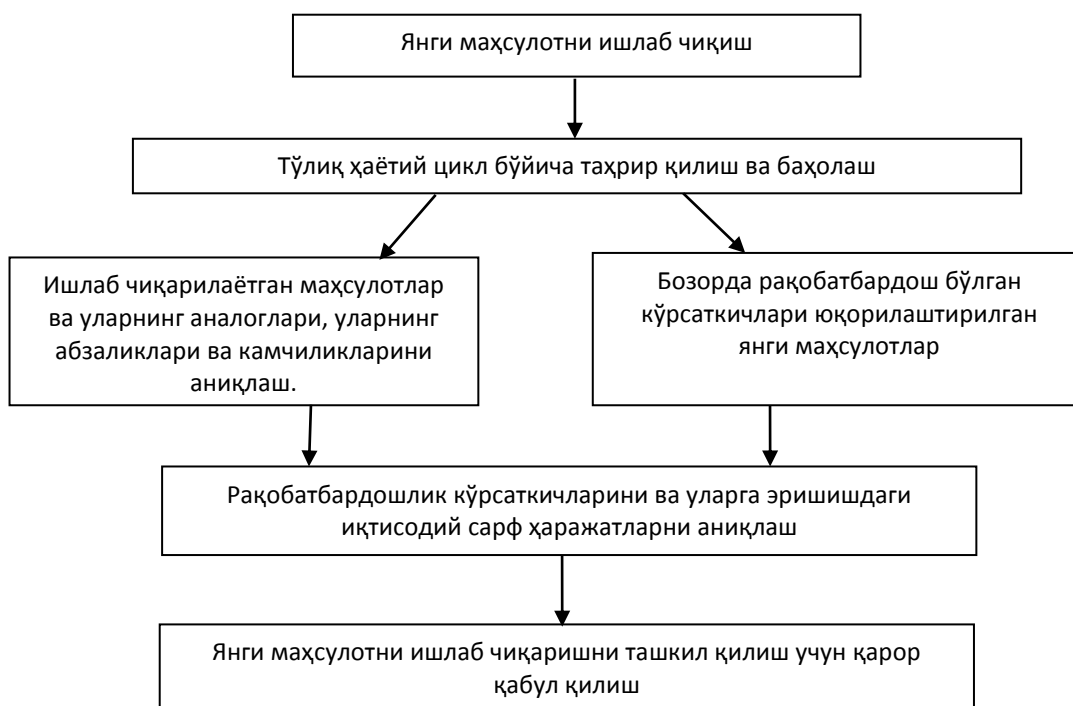
Дизеллар учун бошқа альтернатив ёнилғи сифатида рапсдан олинган ўсимлик мойидан фойдаланиш мумкин. тоза кўринишда рапс мойидан фойдаланиб бўлмайди, чунки у ёнганда форсункалар коксланади, ёнилғи тизимида ёпишма қатламлар ва мойлаш тизимида смолалар ҳосил бўлади. Расп мойи мос равишда қайта ишлангандан кейин ўзининг характеристикалари бўйича ДМЕга яқин бўлган ёнилғи олинishi мумкин. Унинг таркибида метилэфир бўлганлиги сабабли у МЭРМ (метиловый эфир рапсового масла) белгиланишини олди.

Заррачалар учун филтлар. Мос филтлар ёрдамида ишланган газларни заррачалардан нисбатан қийналмасдан тозалаш мумкин. Лекин бунда филтлар тез тикилиб қолади, чиқишдаги қарши босим эса кескин ортади.

Филтларни тозалаш анча мураккаб муаммо. Уни филтловчи элементларни алмаштириш йўли билан ёки автомобил бортида уларни регенерация қилиш йўли билан ечиш мумкин. Охирги ҳолда электр энергияси ва махсус горелкалардан фойдаланилади, улар филтлардаги ёпишма қатламлар ёниб тугашини таъминлайди.

Курум ёниб тугашини интенсивлаштириш учун катализаторлар (қимматбаҳо металллар ёки мис)дан фойдаланилади ҳамда ёнилғига цезий присадкаси қўшилади. Бу тадбирлар таркибида углеводород бўлган заррачалар ёниши ҳароратини 300...400 °C гача пасайтиради. Филтларнинг энг яхши намуналари уларни 10...12 соат ишлагандан кейин тозалашни талаб қилади, бу мураккаб иш ва қиммат туради, унинг ишончлилиги эса етарли даражада эмас.

ИЁДнинг энергия-экологик кўрсаткичларини баҳолаш Янги маҳсулотни ишлаб чиқариш схемаси



Назорат саволлари

1. Зарарли моддалар қандай ҳосил бўлади?
2. Учкун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлардаги зарарли моддалар миқдорини қандай пасайтириш мумкин?
3. Дизелларда ишланган газлардаги зарарли моддалар миқдорини қандай пасайтириш мумкин?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008.
2. Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 78-92 pp.
3. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 67-78 pp.
4. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 39-43 pp.
5. Engineering Fundamentals of IC Engines (Willard W. Pulkrabek University of Wisconsin). 291-322 pp.
6. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. – Ташкент: SHAMS ASA, 2014. – 189 с. (104-118 сс.)
7. Базаров Б.И. Экологическая безопасность автотранспортных средств. – Ташкент: Chinor ENK, 2012. – 216 с. (22-48 сс.)

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1- амалий машғулот:

Ёнилғи-энергетик ресурслар ва улардан фойдаланишнинг барқарор ривожланиши. Энергосамарадорлик ва энерготежамкорлик.

Истикболли муқобил мотор ёнилғилари.

Ишдан мақсад – ёнилғи-энергетик ресурслардан самарали фойдаланиш кўникмаларини шакллантириш ва ёнилғиларга қўйиладиган асосий талаблар бўйича билимларни шакллантириш.

Масаланинг қўйилиши

Машғулот вазифалари:

- замонавий транспорт двигателларига қўйиладиган асосий тежамкорлик ва экологик талаблар бўйича назарий билимларни мустаҳкамлаш;
- ёнилғи-энергетик ресурслардан транспорт воситаларида фойдаланиш истиқболлини таҳлил қилиш кўникмасини эгаллаш;
- 2010...2050 йилларга дунёнинг башоратий ёнилғи энергетик балансини таҳлил қилиш;
- дунёда бирламчи энергоресурсларни истеъмол қилиш башоратини таҳлил қилиш;
- альтернатив мотор ёнилғилари классификацияси бўйича амалий билимларни мустаҳкамлаш;
- ёнилғиларнинг двигател тежамкорлик ва экологик кўрсаткичларига таъсир қилувчи хоссаларибўйича назарий билимларни мустаҳкамлаш;
- ёнилғиларга қўйиладиган асосий талабларни таҳлил қилиш кўникмасини эгаллаш;
- турли энергия манбаларининг энергетик эквивалентларини таҳлил қилиш.

Ишни бажариш учун намуна

Замонавий транспорт двигателларига қўйиладиган асосий тежамкорлик ва экологик талаблар

Замонавий поршенли ички ёнув двигателларига қўйиладиган асосий талаблар¹:

- атроф-муҳитга салбий таъсир қилишнинг энг кам даражаси;
- иссиқлик энергиясининг механик энергияга айлантириш такомиллигининг даражаси ёки солиштирма ёнилғи сарфининг энг кичик қиймати ва ишқаланишга сарфларнинг кичиклиги;

¹Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 12-14 pp.

- буровчи момент ва қувватлар максимал қийматларининг кенг диапазони;
- литрли қувватнинг юқори қиймати; солиштира масса ва габарит ўлчамларининг энг кичик қийматлари;
- конструкция элементларининг ишончлилиги ва узоқ муддат хизмат қилиши;
- конструкция соддалиги; хизмат кўрсатиш қулайлиги ҳамда эксплуатация қилиш ва таъмирлаш арзонлиги;
- ишончли ўт олдириш ва ўзгарувчи иш режимларига тез мослашиш;
- конструкциянинг ёнилғининг ҳар хил турларида ишлаши ва истиқболлиги;
- конструкциянинг модернизациялашга имкон бериши;
 - тўлиқ ҳаётий циклидан сўнг рециклирлашнинг юқори даражаси.

Юқорида қайд этилган талаблар кўп жиҳатдан фойдаланиладиган нефтдан олинган мотор ёнилғиларининг турига боғлиқ, улар чекланган ресурсга эга.

Суяқлаштирилган пропан-бутанли (нефтли) газ (СНГ)

Газ баллонли автомобилларни эксплуатация қилиш тажрибаси шуни кўрсатдики, газ баллонли двигателларнинг энг яхши кўрсаткичлари (биринчи навбатда экологик кўрсаткичлари), мотор ёнилғиси сифатида фойдаланилаётган СНГнинг компонент таркиби фақат қатъий регламентланганда олиниши мумкин.

? Ҳар бир талабни атрофлича изоҳлаб ва асослаб беринг.

Ёнилғи-энергетик ресурслар

Жадвалда 2010 ... 2050 йиллар учун дунёнинг башорат қилинган ёнилғи-энергетик баланси келтирилган.

МАГАТЭ, ОПЕК, БМТ саноат ривожланиши департаменти маълумотлари ва Жаҳон Энергетика Агентлиги (ЖЭА) башорати бўйича 2030 йилда жаҳон энергия балансида нефтнинг улуши 40 %, газники – 27 %, кўмирники – 24 %, бошқаларники – 9 % ни ташкил қилади.

Ҳозирги пайтда дунёда 1 йилда тахминан 5 млрд. тонна, Россияда – 0,5 млрд. тонна, Ўзбекистонда – 6 млн. тонна нефт қазиб олинмоқда. Шуни қайд этиш лозимки, АҚШда 1 йилда 19 млн. баррел (2,9 млн. тонна) нефтдан фойдаланилади ва Америка нефт институти маълумотлари бўйича 43 % нефт маҳсулотларидан автомобиллар учун енгил ёнилғи сифатида, 11% – дизел ёнилғиси сифатида, 9 % – авиация ёнилғиси сифатида, 16 % – мой, гудрон, пластик сифатида, 4 % – печ ёнилғиси сифатида, 5 % – оғир ёнилғиси ва 12 % – турли ёнилғи сифатида фойдаланилади.

2010...2050 йилларга дунёнинг башоратий ёнилғи энергетик баланси, %

Энергия манбаларининг	2010 й.	2020 й.	2050 й.
-----------------------	---------	---------	---------

турлари			
Нефт	35...39	30	28...29
Табиий газ	24...25	29	28...30
Кўмир	18...19	17	22...24
Бошқалар	13...14	24	20

? Энергия манбаларининг турларига бўлган талаб ўзгариши динамикасини таҳлил қилинг.

Нефт маҳсулотларидан фойдаланишнинг бундай динамикаси уларни алмаштирувчиларни – альтернатив мотор ёнилғиларини излашга мажбур қилади.

Шу муносабат билан деярли ҳамма юқори ривожланган мамлакатларда ёнилғи-энергетик ресурслар балансини рационаллаштириш ҳамда иқтисодийнинг энергияни энг кўп истеъмол қилувчи соҳаси сифатида транспортнинг ҳар хил турлари учун альтернатив ёнилғилар билан боғлиқ бўлган илмий – амалий ишлар олиб борилмоқда.

Маълумки, қуйидагилар альтернатив ёнилғи сафига киради: кўмирдан олинган синтетик бензин, ёнувчи сланец, торф, табиий газ; бензонометанол ва бензоноэтанол аралашмалари; водород; суюқлаштирилган нефтли пропан бутан газлари (СНГ); сиқилган табиий газ (СПГ) ёки суюқлаштирилган табиий газ (СЖПГ); газогенератор, домен, пласт газлари; биогазлар; газоконденсат ёнилғилари; аммиак; сув-ёнилғи эмулсиялари ва б. ¹

Дунёда бирламчи энергоресурсларни истеъмол қилиш башорати

Энергоресурслар турлари	2001 й.		2025 й.	
	10 ¹⁸ ВТУ *	%	10 ¹⁸ ВТУ	%
Нефт	156,5	38,7	240,7	37,6
Табиий газ	93,1	23,1	181,8	28,4
Кўмир	95,9	23,7	139,0	21,7
Ядро ёнилғиси	26,4	6,5	28,6	4,5
Гидроэнергия ва энергоресурс-ларнинг бошқа турлари	32,2	8,0	50,0	7,8
Жами	404,1	100,0	640,1	100,0

* ВТУ – Britishthermalunit (британия иссиқлик бирлиги)

? Дунёда бирламчи энергоресурсларни истеъмол қилиш башорати нимага асосланганлигини баён қилинг.

¹Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 26 p.

Бундан ташқари улар маҳаллий, истиқболли ва бошқа альтернатив ёнилғиларга бўлиниши мумкин.

Альтернатив мотор ёнилғилари

Олиниши бўйича	Иссиқлик бериш қобилияти бўйича (энергия сизими ёки энергия зичлиги)
----------------	--

табiiй (нефтдан олинадиган)	синтетик (нефтдан олинмайдиган)	юқори >31.4 МДж/м ³	ўртача 12.6...31.4 МДж/м ³	паст <12.6 МДж/м ³
-----------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------

Агрегат ҳолати бўйича	фаза ҳолати бўйича
-----------------------	--------------------

газсимон	суяқ	суяқлаштирилган газ	бир фазали	кўп фазали
----------	------	---------------------	------------	------------

ИЁДда фойдаланиш усули бўйича	ИЁДга узатиш усули бўйича
-------------------------------	---------------------------

асосий ёнилғи	қўшимча ёнилғи	асосий билан бирга	асосийдан алоҳида
---------------	----------------	--------------------	-------------------

узлуксиз	дискретли
----------	-----------

ёнилғи идишидаги ишчи босимнинг қиймати бўйича	вазифаси бўйича
--	-----------------

юқори	ўрта	паст	бир функционал	кўп функционал
-------	------	------	----------------	----------------

истеъмолчига етказиш усули бўйича	қўлланиш башорати бўйича
-----------------------------------	--------------------------

стационар	кўчма	трубопроводли	яқин келажакда	келажакда	узок келажакда
-----------	-------	---------------	----------------	-----------	----------------

компонент таркиби бўйича

бир компонентли	кўп компонентли
-----------------	-----------------

? *Альтернатив мотор ёнилғилари классификациясининг тавсифини беринг.*

Ёнилғиларнинг двигател тежамкорлик ва экологик кўрсаткичларига таъсир қилувчи хоссалари

Двигателга ёнилғининг ҳар хил турларини узатиш масаласини уларнинг қуйидаги хоссаларини таҳлил қилмасдан ва ҳисобга олмасдан ечиш мумкин эмас:

- *физикавий-кимёвий хоссалари*, улар одатда двигател ишини ҳамда ёнилғи узатиш ёки таъминлаш тизимининг конструктив хусусиятларини белгилайди;
- *энергетик (иссиқлик-техник) хоссалари*, улар ёниш жараёни боришининг ва двигател ишчи жараёнининг сифати ва характерини белгилайди;
- *газодинамик ва технологик-ишлаб чиқариш хоссалари*, улар ёнилғиларни олиш, транспортировка қилиш, заправка қилиш ва сақлаш билан боғланган;
- *заҳарлилик хоссалари*, улар атроф муҳитга таъсирни белгилайди.¹

? *Двигателга ёнилғининг ҳар хил турларини узатиш масаласини уларнинг хоссаларини таҳлил қилмасдан ва ҳисобга олмасдан нима сабабли ечиш мумкин эмас?*

Двигател бир хил бензинда ҳар хил шароитларда ишлаганда детонациянинг вужудга келиши кўп омилларга (иш режими, ёниш камераси конструкцияси ва клапанлар ва свечалар жойлашиши, ўт олдириш илгарилиги бурчаги ва б.) ва двигателнинг асосий конструктив параметри – сиқиш даражаси (ϵ) га боғлиқ.

? *Нима сабабли?*

Ўртача эффектив босим ва ёнилғининг минимал солиштирма сарфи қийматларини тахминий аниқлаш учун қуйидаги боғланишлар мавжуд

$$p_{e_{\max}} \approx 2,2\sqrt[3]{\epsilon^2}, \quad \text{кГс/см}^2 \quad (1.1)$$

$$g_{e_{\min}} \approx 460/\sqrt[3]{\epsilon}, \quad \text{г/л.с.·ч.} \quad (1.2)$$

? *Формулалар тавсифини беринг.*

Турли энергия манбаларининг энергетик эквивалентлари

¹Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). 29

№	Энергия манбалари	Ёниш иссиқлиги, МДж/кг (МДж/м ³)	Ўтказиш коэффициенти		Изоҳ
			шартли ёнилғи	нефт эквиваленти	
1	Нефт	41,9	1,43	10,0	1 кВт·ч=123 г у.т.=860 ккал=3,6 МДж
2	Тош кўмир	27,6	0,94	0,67	
3	Табиий газ	(34,3)	1,17	0,83	
4	Электрэнергияси(1 кВт·ч учун)	3,6	0,123	0,086	
5	Уран	475000	16,2	11,33	
6	Сланец смоласи	40	1,37	0,95	

? Турли энергия манбаларининг энергетик эквивалентлари нималарга боғлиқлигини асосланг.

Ёнилғиларга қўйиладиган асосий талаблар

Ички ёнув двигателлари учун ёнилғилар қуйидаги талабларга мос келиш керак:

- яхши алангаланиш, олинган аралашманинг нормал ва тўлиқ ёниши;
- талаб қилинган таркибдаги ёнувчи аралашманинг ҳосил бўлиши;
- таъминлаш тизимига ёнилғининг бетўхтов узатилишининг таъминланиши;
- коррозиянинг ва двигател деталларига коррозион таъсирнинг йўқлиги;
- таъминлаш, киритиш ва чиқариш тизими деталлари ва элементларида ёпишма қатламлар кам ҳосил бўлиши;
- сақлашда, бир идишдан бошқа идишга қуйилганда ва транспортировка қилинганда сифатининг сақланиши;
- ишланган газлар таркибида заҳарли моддалар минимал миқдорда ҳосил бўлиши;
- ишланган газлар заҳарлилигини камайтирувчи тизимлар билан мослиги;
- заҳарлиликни камайтириш тизими, кислород датчигининг ишчи юзаларида ёпишма қатламлар бўлмаслиги;
- етарли даражада юқори табиий ресурслар;
- истеъмолчиларга минимал руҳсат этилган салбий таъсир;
- базавий таъминлаш тизими билан энергетик ва технологик мослиги.

? Нима сабабдан?

СНГ таркибига кирувчи пропилен ва бутилен олефинли гуруҳ вакили ҳисобланади, улар учун юқори кимёвий активлик характерли, бу активлик автомобил двигателининг таъминлаш тизимида смолалар ҳосил бўлишига сабабчи бўлади. Бу эса газ аппаратурасининг резинотехник элементлари

бузилишига сабабчи бўлади. Бундан ташқари бу компонентларнинг октан сони нисбатан юқори эмас. Тўйинмаган углеводородларнинг камайиши СНГ октан сони ортишига сабабчи бўлади.

СНГ ўтдан ва портлашдан хавфли. Инсон организмига таъсирининг даражаси бўйича 4 классга киради.

Санитар нормалари ва қоидалари бўйича ишчи зона ҳавосида пропаннинг руҳсат этилган концентрацияси (углерод бўйича ҳисобланганда) 300 мг/м^3 , СНГ таркибидаги тўйинмаган углеводородларнинг концентрацияси 100 мг/м^3 ўрнатилган. Ишчи зона ҳавосидаги табиий газ углеводородларининг руҳсат этилган концентрацияси углеводга қайта ҳисобланганда 300 мг/м^3 ортмаслиги керак.¹

? Юқорида баён қилинган сабаблар ва талаблар таҳлилини келтиринг.

СНГ углеводородларининг физикавий-кимёвий кўрсаткичлари

Кўрсаткич	Марка	
	ПА	ПБА
Компонентларнинг массавий улуши, %: метан ва этан	Нормаланмайди	
пропан	90 ± 10	50 ± 10
углеводородлар C_4 (ва ундан юқори)	Нормаланмайди	
тўйинмаган углеводородлар, кўп эмас	6	
Суюқ қолдиқнинг ҳажмий улуши $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ да	Мавжуд эмас	
Тўйинган буғларнинг ортиқча босими, МПа: $+45 \text{ }^\circ\text{C}$ да, дан ортиқ эмас	1,6	
$-35 \text{ }^\circ\text{C}$ да, дан кам эмас	0,07	–
$-20 \text{ }^\circ\text{C}$ да, дан кам эмас	–	0,07
Олтингугурт ва олтингугурт бирикмаларининг массавий улуши, %, дан ортиқ эмас	0,01	
жумладан олтингугурт водородларининг, дан ортиқ эмас	0,003	
Эркин сув ва ишқор миқдори	Мавжуд эмас	

? СНГ углеводородларининг физикавий-кимёвий кўрсаткичларини таҳлил қилинг.

Тўйинган буғлар босими – СНГ суюқ фазалари бор бўлганда буғларнинг босими, улар тўйинган қайнаётган суюқликни ифодалайди. Суюқ фаза устида эркин юза бор бўлганда доим «суюқлик – буғ» икки фазали тизими

¹Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 26 p.

вужудга келади. СНГ буғларининг босими суюқ фаза ҳароратига қараб ўзгаради. СНГ қайнаш ҳароратида тўйинган буғлар босими атмосфера босимига тенг бўлади. Ташқи муҳитнинг ҳарорати газ компонентларининг критик ҳароратига тенг бўлган ҳароратгача кўтарилганда тўйинган буғлар босими кескин кўтарилади.

Тўйинган буғлар босими маълум бўлганда ташқи муҳитнинг маълум максимал ҳароратида СНГ эгаллаши мумкин бўлган ҳажми тўғри ҳисоблаш ҳамда двигател таъминлаш тизимига суюқ ва газли фазаларнинг узатилишини таъминлаш мумкин.

? Тўйинган буғлар босими таянч иборасининг таърифини ва у нималарга таъсир қилишини айтиб беринг.

СНГ алоҳида ташкил этувчиларининг асосий физикавий-кимёвий хоссалари

Кўрсаткич	Пропилен	Бутан	Пропан	Бензин
Кимёвий формула	C_3H_6	C_4H_{10}	C_3H_8	C_8H_{18}
Молекуляр масса	42,08	58,12	44,10	114,5
Зичлиги, г/см ³ : суюқ фазанинг 15 °С ва 0,1 МПа да	0,522	0,582	0,509	0,720
газли фазанинг 0 °С ва 0,1 МПа да.	1,915	2,703	2,019	5,08
Газли фазанинг нисбий зичлиги (ҳаво зичлиги 1 деб қабул қилинган)	1,481	2,091	1,562	3,940
Қайнаш ҳарорати, °С	-47,7	-0,50	-42,1	35,0 дан кам эмас
1 л суюқлик буғланганда буғларнинг ҳажми, м ³	0,287	0,235	0,269	0,148
Ёнишнинг қуйи иссиқлиги, МДж/кг	45,650	45,431	45,973	43,995
Алангаланиш ҳарорати, °С	475...550	475...550	510...580	470...530
Ҳаволи аралашмада алангаланиш чегараси, %:				
қуйи	2,00	1,80	2,4	1,50
юқори	11,1	8,40	9,5	6,0

Изоҳ: Келтирилган параметрлар газ ҳарорати 15 °С бўлганда олинган.

? СНГ алоҳида ташкил этувчиларининг асосий физикавий-кимёвий хоссаларини таҳлил қилинг.

Сиқилган ва суюқлаштирилган табиий газлар

Сиқилган табиий газ

Газларнинг эксплуатацион хоссалари ва қўлланилиш соҳалари уларнинг таркиби билан белгиланади. Таркиби бўйича газлар углеводородли газларга (табiiй, йўлдош, нефт саноатли, суюқлаштирилган – балласт миқдори кам бўлган; шахтали, биогаз – балласт миқдори кўп бўлган) ва углеводородсиз (коксли, полукоксли, сувли, парокислородли, техник водород – балласт миқдори кам бўлган; аралашмали генераторли, ҳаволи, доменли – балласт миқдори кўп бўлган; вагранкали, сувли газ генераторлари ҳаволи пуркаладиган – балласт миқдори жуда кўп бўлган).

Газга бўлган эҳтиёж ва унинг транспортабеллиги кўп даражада ёниш иссиқлигига боғлиқ. Ёниш иссиқлиги катта бўлган газлар узоқ масофаларга транспортировка қилинади, паст бўлгани эса ишлаб чиқарилган жойдан яқин жойда ишлатилади.¹

Ёниш иссиқлиги бўйича газлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

- ёниш иссиқлиги жуда юқори бўлган (25000 кДж/м^3 дан юқори) – суюқлаштирилган, нефт билан бирга чиқадиган, табiiй;
- ёниш иссиқлиги юқори бўлган ($12000 \dots 25000 \text{ кДж/м}^3$) – коксли, биогаз, шахтали, кўмирли қатламлар дегазация қилиш йўли билан олинadиган карбюрацияланган сувли;
- ёниш иссиқлиги ўртача бўлган ($5000 \dots 12000 \text{ кДж/м}^3$) – сувли, парокислородли, коксодоменли, битуминозли ёнилғидан олинган аралашма генераторли;
- ёниш иссиқлиги қуйи бўлган ($3000 \dots 5000 \text{ кДж/м}^3$) – унумсиз ёнилғидан олинган аралашма генераторли, ҳаволи доменли;
- ёниш иссиқлиги жуда кичик бўлган (3000 кДж/м^3 дан кам) – вагранкали, сув газли генераторлари ҳаво билан пуркаладиган, кўмир шахталарининг вентиляциясида олинadиган.

? Ёниш иссиқлиги бўйича газлар гуруҳларга нима кўрсаткичлар бўйича бўлинишини асосланг.

Амалда дизелда ишлайдиган ғилдиракли техника ва стационар қурилмаларнинг ҳамма турлари СПГ билан таъминлашга ўтказилиши мумкин. Лекин техникани СПГга ўтказиш асосан мамлакатимиз ичида ишлайдиган қуйидаги вазифаларга эга бўлган техникани ўтказишни инобатга олиш керак:

- шаҳар ичи ва шаҳарлараро йўловчи ташайдиган автобуслар;
- шаҳар коммунал хўжаликларининг автомобиллари;
- маршрут микроавтобуслари;
- шаҳарда ишлайдиган юк автомобилларининг ҳамма турлари;
- мос инфраструктурага эга бўлган қишлоқ хўжалик ва йўл қурилиш техникаси ва стационар қурилмалар;

¹Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 18 p.

– усти берк иморатлар ва складларда ишлайдиган автопогрузчиклар.

? Инобатга олинishi лозим бўлган ҳамма объектларнинг таърифини беринг.

Турли ёнилғиларнинг физикавий-кимёвий ва эксплуатацион хоссалари

Кўрсаткич	Нефт ёнилғилари		Метанол	Этанол	Суюлтирилган нефт газы	Табий газ		Водород		Аммиак (суюлтирилган)	Ацетилен (газсимон)
	Бензинлар	Дизел ёнилғилари				газсимон	суюлтирилган	газсимон	суюлтирилган		
Зичлиги, кг/м ³	710...760	820...870	795	790	542	0,71	420	0,09	71	680	1,173
Қайнаш ҳарорати, °С:	35...195	180...360	64,7	78,0	-42	-162		-250,76	–	-33	-83,8
Қотиш ҳарорати	-60...80	-10...60	-97,8	-114,6	-187	-182		-259,2	–	-78	–
Тўйинган буғлар босими 38 °С да,кПа	65...92	0,3...0,35	12,6	17,0	160	–		–	–	–	–
Буғланиш иссиқлиги, кДж/кг	289...306	210...250	1173	920	412	511		–	–	1370	–
Стехиометрик коэффициент, кг/кг	14,5...15,0	14,1...14,3	6,51	9,06	15,2	16,8...17,4		34,8	–	6,15	13,14
Ёниш ҳарорати, К	2336	2289	2185	2235	2149	2065		2449	–	1956	2610
Энергия сифими, МДж/кг	44,0	43,43...43,51	19,98	26,9	46,0	48,94...50,15		120,0	–	18,65	47,82
Энергия зичлиги, МДж/л	32,56	36,55	15,88	21,25	24,93	33,27...34,1	20,92	10,8	8,52	12,68	56,05

Стехиометрик аралашманинг ёниш иссиқлиги: кДж/кг	2782... 2811	2715...2 790	2660	2674	2840	2740...2749		3381	–	2605	3320
кДж/м ³	3524... 3553	3405...3 418	3632	3685	3520	3121...3126		2992	–	2874	3830
αбўйича двигателнинг барқарор ишлаши чегаралари	0,7...1, 1	0,9...5,0	0,7...1, 4	0,7... 1,25	0,7...1,2	0,7...1,3		0,6...5,0	–	0,9...1,2	1,3...2,5
Октан сони: мотор методи тадқиқот методи	65...85 75...95	– –	88...94 102...1 11	92 108	90...94 93...113	100...105 110...115		30...40 45...90	– –	110 130	– –
Цетан сони	8...14	45...55	3	8	18..22	–	–	–	–	–	–
Ўт олиш ва портлаш хавфи	–	–	–	ўрта	–	–	–	юқори	–	паст	юқори
ПДК _{р.з.} , мг/м ³	100	300	5,0	1000	1800	–	–	–	–	20	–
Автомобилда сақлаш шароитлари	–	нормал	–	–	16 МПа	20...40 МПа	-165 °С	20...40 МПа	-255 °С	0,6...0,7 МПа	1,5...2,5 МПа

? Жадвалда келтирилган ёнилгилар физикавий-кимёвий ва эксплуатацион хоссаларининг таҳлилини беринг.

Газли автобуснинг техник кўрсатмалари

№	Номи	Автобуслар			
		HYUNDAI		DAEWOO	
		Дизел	Газли	Дизел	Газли
1	Автобус модели	Aero City 540		BH 116	
2	Двигател модели	D6AB	C6AB (TC1)	DE12T	GE12T1
3	Номинал режимдаги максимал қувват, <i>о.к.</i> (кВт)/мин ⁻¹	300 (220)/ 2200	290 (213)/ 2200	340 (250)/ 2100	310 (228)/ 2100
4	Максимал буровчи момент, Н·м/мин ⁻¹	1100/1400	1100/1400	1450/1100	1250/1260
5	Двигател ҳажми, л	11,0	11,149	10,914	11,050
6	Поршен диаметри ва йўли, мм	130x140	130x140	130x140	130x140
7	Сиқиш даражаси	16,5	10,5	17,1	10,5
8	Цилиндрларнинг ишлаш тартиби	1-5-3-6-2-4		1-5-3-6-2-4	
9	Ёнилғи бакларининг ҳажми, л	200	800	200	800

? Газли автобуснинг техник кўрсатмаларини бирма-бир баён қилинг.

Суюқлаштирилган табиий газ

Табиий газ кригоен техника асосида, масалан, компрессорли-детандерли машиналар ёрдамида, суюлтирилади, улар 163 °С (112 К) ҳароратда газтурбинали ва бошқа двигателлар билан ҳаракатга келтирилади, бунда суюқлаштирилган газнинг ҳажми унинг газсимон ҳолатдаги ҳажмига нисбатан 640 марта кичиклашади (газнинг солиштирма иссиқлик чиқариш қобилияти 55 МДж/кг (12000 ккал/кг) ёки 39,0 МДж/м³ бўлганда). Суюқлаштиришга энергиянинг солиштирма сарфи 2,7...3,3 кВт/кг ни ташкил қилади.¹

Турли газ баллонларнинг кўрсаткичлари

№	Кўрсаткичлар	Ўлчам бирлиги	СПГ	СЖПГ	Бензин
1	Ёнилғи захираси	кг	75	75	75
2	Баллонлар (баклар) сони	дона	8	1	1
3	Баллонлар сиғими	л	400	175	80
4	Ишчи босим	МПа	20	0,15	0,1
5	Баллонларни жойлаштириш учун ҳажм	м ³	1,4	0,6	0,4
6	Баллонлар массаси	кг	740	85	30
7	Солиштирма метал сиғим	кг масса/кг газга	10	1,15	0,9
8	Иссиқлик чиқариш қобилияти	кДж/л	6800	21400	32000
9	Углерод оксидини чиқариш	кг/йил	400	400	1200

¹Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 20 p.

? Турли газ баллонларнинг кўрсаткичларининг қиёсий таҳлилини беринг.

Мавжуд талабларга биноан баллондаги СЖПГ ҳарорати -163°C бўлиши ва 24 соатдан 5 суткагача сақланиши керак, бунда буғланиш ҳисобига газ босими 0,5 МПа га етиши мумкин. Шу сабабли СЖПГни заправка ва транспортировка қилиш учун идишни изоляция қилишга алоҳида талаблар қўйилади (вакуумли изоляция, толали, порошоксимон иссиқлик изоляцияси ва б.).

Учқатламли пенополиуретанли изоляцияли зичлиги $0,04\dots 0,25$ г/см² бўлган берк ячейкали структурали енгил газ билан тўлдирилган пластмассали баллонлар маълум.

Пенополиуретанли изоляцияли учқатламли газ баллонларининг техник маълумотлари

Ҳажми, л	Массаси, кг	Габарит ўлчамлари, мм		Нархи, у.е.
		Узунлиги	Диаметри	
250	110	1950	600	2500
100	65	1100	450	1400
50	40	850	340	1000

? Учқатламли пенополиуретанли изоляцияли зичлиги $0,04\dots 0,25$ г/см² бўлган берк ячейкали структурали енгил газ билан тўлдирилган пластмассали баллонларни массаси, габарит ўлчамлари ва нарҳи бўйича таҳлил қилинг.

Диметилли эфир, водород

Диметилли эфир

Диметилли эфир қуйидаги афзалликларга эга:

- яхши алангаланиши, цетан сони юқори 55...60, дизел ёнилғисиники эса 45...50;
- тежамкорликнинг яхшиланиши;
- ишланган газлар таркибида захарли моддалар миқдори СО бўйича 6 мартадан кўп, СН ва қурум бўйича 4 марта, NO_x бўйича 20 % камаяди;
- манфий ҳароратларда двигателни ўт олдириш осонлашади;
- дизел ёнилғиси ва бензинга нисбатан кам зарарли.

? Диметилли эфир қандай афзалликларга эга эканлигини баён қилинг.

Двигател ДМЭда ишлаганида таъминлаш тизими қуйидагиларни таъминлаши керак:

- ДМЭ ёнилғи насосига суюқ фазада тўйинган буғлар босимидан юқори босимда узатилиши;

- ДМЭ форсункаларга тахминан 300 бар босим остида узатилиши, бунда юқори босим линиясидаги қолдиқ босим форсункадаги тўйинган буғлар босимида катта бўлиши;
- паст босим линиясида босим 15 баргача бўлган диапазонда ушлаб турилади, бу адаптирлашган ёнилғи ҳайдовчи насослар ва филтрлар билан таъминланади;
- юқори босим линиясида буғ пробкаларининг бўлмаслиги, буғ иккиланган ҳайдовчи клапан ТНВДда ва пуркагичлар ўтиш кесимларининг катталаштирилиши билан таъминланади;
- ДМЭ буғларини ТНВД картери ва форсункалар тўкиш линиясидан дизелнинг киритиш трубасига олиб кетиш;
- мойловчи присадкалар (лубликаторлар «Лубризол» ёки бошқа мойловчи материаллар)ни қўллаш билан кўзгалувчи бирикмалар элементлари йийилишини камайтириш.

? Двигател ДМЭда ишлаганида таъминлаш тизими нималарни таъминлаши керак?

ДМЭнинг бошқа ёнилғилар билан солиштирма кўрсаткичлари

№	Кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	ДМЭ	Пропан	Бутан	Метан	Метанол	Дизел ёнилғиси
1	Кимёвий формуласи	–	CH ₃ OCH ₃	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CH ₄	CH ₃ OH	C ₁₅ H ₃₂
2	Иссиқлик чиқариш қобиляти	ккал/кг	6880	11100	10930	12000	4800	10000
		ккал/л	4596	5439	6230	5180	3770	8530
		ккал/нм ³	14200	21800	28300	8600	–	–
3	Қайнаш ҳарорати	°C	-25	-42	-0,5	-163	65	180...380
4	Зичлиги	г/см ³	0,67	0,49	0,57	–	0,80	0,84
5	Стехиометрик таркиби	% об'ём	3,4...18,0	2,1...9,5	1,9...8,5	5...15	5,5...36	0,6...6,5
6	13 – цикли Япониядаги синашлар бўйича зарарли моддалар чиқиши NO _x CH CO Қурум	г/кВт·ч	2,479	–	–	–	–	3,148
			0,222	–	–	–	–	0,432
			0,117	–	–	–	–	0,203
			0,0102	–	–	–	–	0,0197

? ДМЭнинг бошқа ёнилғилар билан солиштирма кўрсаткичларини қиёсий таҳлил қилинг.

Дизелларни ДМЭ ёнилғиси билан таъминлашга ўтказиш икки усул билан амалга оширилиши мумкин:¹

3. Дизел ёнилғисини ДМЭ билан қисман алмаштириш.

Бу усулни, ўз навбатида, ҳар хил йўллар билан амалга ошириш мумкин: дизел ёнилғисига ДМЭни кўшиш; ДМЭни киритиш трубопроводидан ҳаво билан аралаштириш ва цилиндрга узатиш; ДМЭ ни дизел ёнилғисини узатиш чизиғида дизел ёнилғиси билан пуркашдан олдин аралаштириш ва б.

Бу усулда 70 % гача бўлган дизел ёнилғиси ДМЭ билан алмаштирилади.

4. Дизел ёнилғисини ДМЭ билан тўлиқ алмаштириш.

Бу вариантда ёнилғи узатиш тизими реконструкция қилинади (ТНВД плунжер ўлчамлари, форсункадаги тешиқлар диаметри) ва регулировкалаб ўзгартирилади (ТНВД рейкасининг ҳолати, ёнилғи пуркалиши бошланиши бурчаги ва ҳ.к.).

Бу конструктив-технологик ўзгартиришларнинг ҳаммаси ёнишнинг қуйи иссиқлигини (тахминан 1,5 марта камайтириш, яъни 42,5 МДж/кг ўрнига 28,9 МДж/кг) ва қовушқоқликни (2,5 сСт ўрнига 0,25 сСт) дизел ёнилғисига нисбатан ДМЭ да компенсация қилиш мақсадида бажарилади.

? Дизелларни ДМЭ ёнилғиси билан таъминлашга ўтказишнинг икки усулини баён қилинг.

Водород

Водороднинг афзалликлари:

- водородни олиш учун чекланмаган миқдорда хом ашё (сув) мавжуд;
- водород – фойдаланиш ва транспортировка қилиш учун яхши энергия ташувчи;
- энергия олиш учун водороддан фойдаланиш атроф муҳитни ифлослантирмайди;
- водород – кимёвий реагент, у саноат учун катта миқдорда зарур;
- водород энергияни аккумулялировать қилиш имконини беради.

Электрокимёвий генераторда (ЭХГ) водород кислород билан бирлашганда кимёвий энергиянинг электр энергиясига тўғридан-тўғри ўзгариши содир бўлади, бунда фойдали иш коэффициенти юқори бўлади.

Водородни тоза кислородда ёққанда ҳосил бўладиган ягона маҳсулот – юқори потенциалли иссиқлик ва сувдир. Водород ҳавода ёнганида минерал ёнилғи ёндирилганига нисбатан ҳавони булғовчилар миқдори жуда камаяди.

¹Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 28 p.

? Водороддан ёнилги сифатида фойдаланишнинг афзалликларини айтиб беринг.

Лекин тадқиқотчилар, ишлаб чиқувчилар, саноат ва инвесторларнинг диққат эътиборини ўзига ёнилги элементлари жалб этади. Ёнилги элементлари (электрохимёвий генераторлар – ЭХГ) – бу технологияларнинг тури бўлиб, у мембранли электрохимёвий жараёнда водород оксидланиши реакциясидан фойдаланади, у электр ва иссиқлик энергиясини ва сувни ҳосил қилади. Автомобиллар ва автобуслар юритмалари учун иссиқлик элементлари (ТЭ) транспорт воситаларининг кейинги авлодлари учун муваффақиятли ишланмоқда. Қаттиқ полимерли (ТП) ТЭлар техник даражаси бўйича коммерциализациялаш оstonасида турибди. Лекин ҳозирги пайтда уларнинг юқори қиймати (энергоқурилма – 104 долл./кВт) сезиларли даражада бу жараёни секинлаштирмоқда. Кўп компаниялар қаттиқ полимерли ТЭ энергоқурилмаларининг нархи улар оммавий ишлаб чиқилганда кескин арзонлашишини башорат қилишмоқда. Автотранспортда ТЭ ларни оммавий қўллаш учун уларнинг нархи 50...100 долл./кВт гача пасайиши керак. Яқин келажакда зарарли газлар чиқишига стандартлар қатъийлаштирилиши натижасида, бензин нархи кўтарилиши ва ТЭларнинг нархи пасайиши натижасида конъюнктуранинг қуввати 100...300 кВт ли қаттиқ полимерли ТЭли автомобиллар ва автоном энергоқурилмалар фойдасига ўзгариши кутилмоқда. АҚШ, Германия, Япония, Канадада тажрибавий водородли автозаправка станциялари яратилди ва эксплуатация қилинмоқда.

? Автотранспортда ТЭ ларни оммавий қўллашдаги муаммоларни баён қилинг.

Метанол, этанол, бутанол

Метанол

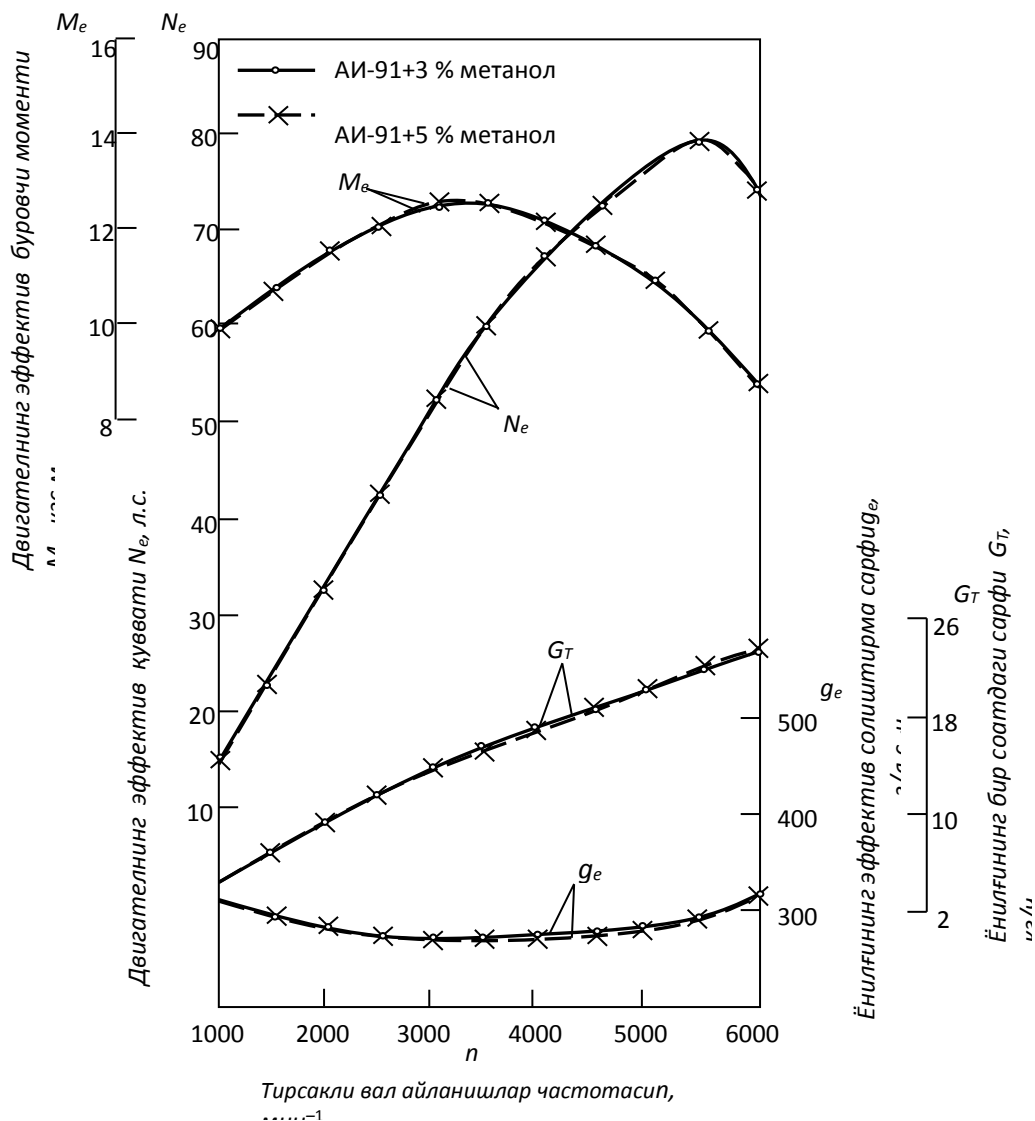
Метанол бошқа спиртлар орасида хом ашё ресурслари позициясидан ва бошқа техникавий-иқтисодий омиллар бўйича бензин учун энг истиқболли компонент ҳисобланади.

Метанолнинг техник параметрлари

Кўрсаткич номи	Марка А	Марка Б
Ташқи кўриниши	Рангсиз шаффоф суюқлик эримайдиган қўшимчаларсиз	
Зичлиги 20 °С да, г/см ³	0,791...0,792	
Суб билан аралashi	Хиралashi ва опалесценция изларисиз сув билан аралашади	
Ҳароратий чегаралар: Қайнаш чегараси, °С 99 % маҳсулот ... ораликда ҳайдалади, °С дан ортиқ эмас	64,0...65,5 0,8	1,0
Сувнинг массовий улуши, % дан ортиқ эмас	0,05	0,08
Чумоли кислотасига қайта ҳисобланганда эркин кислоталарнинг массовий улуши % дан ортиқ эмас	0,0015	

Ацетонга қайта ҳисобланганда алдегидлар ва кетонларнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,003	0,008
Темирга қайта ҳисобланганда темир учувчи бирикмаларининг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,00001 0,0005	
Калий перманганати билан синаш, мин, дан кам эмас	60	30
Аммиакка қайта ҳисобланганда аммиак ва аминокбирикмаларнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,00001 —	
Хлорнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,0001 0,001	
Олтингугуртнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,0001 0,001	
Буғлангандан кейин буғланмайдиган қолдиқнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,001 0,002	
Этилли спиртнинг массавий улуши, % дан ортиқ эмас	0,01	—
Платина-кобальтли шкала бўйича ранги, Хазен бирлиги, дан ортиқ эмас	5	—

? Метанол техник параметрларини қийсий изоҳланг.



Таркибида 3% ва 5% бўлган АИ-80 ва АИ-91 бензинларда ишлайтган А15VФ двигателнинг ташиқи тезлик характеристикаси

? *Таркибида 3% ва 5% бўлган АИ-80 ва АИ-91 бензинларда ишлаётган А15VҒ двигателнинг ташиқи тезлик характеристикасини таҳлил қилинг.*

Бундан шундай хулоса чиқриш мумкин: спирт асосидаги композицион ёнилғиларда ишлаётган ички ёнув двигателларининг кўрсаткичларини баҳолаш лаборатория, стенд (мотор) ва пробегли цикллардан таркиб топган комплекс тадқиқотлар натижалари бўйича ўтказилиши керак.

Бензинга қўшимча сифатида спиртларнинг асосий афзалликлари – буғланувчанлик (ўт олдириш хоссалари)нинг яхшиланиши, қурумлар ҳосил бўлишининг камайиши, ишланган газлар таркибида атмосферага углерод оксиди (СО) ва углеводородлар (СН) чиқарилишининг камайиши, антидетонацион қўшимча сифатида ҳам улар шундай кўрсаткичларга эга.

Тадқиқотлар олинган натижаларининг таҳлили қуйидагиларни кўрсатади:

1. Спиртлар, бензинга қўшимча сифатида, олинаётган композицион ёнилғиларнинг эксплуатацион хоссалари яхшиланишини таъминлайди.

2. Композицион ёнилғилар фракцион таркибини тадқиқот қилиш натижаларининг таҳлили бўйича келажак тадқиқотларга бензинга қўшимча сифатида 5 % метанол ва 20 % бутанол қўшиш тавсия қилинади.

3. Олинган композицион ёнилғилардан базавий бензинга нисбатан қўшилган ҳар 10% бутанолга октан сонининг 1,0...2,5 бирликка ортиши кузатилади.

4. АИ-91 бензин, 5 % метанол ва 20 % бутанолдан таркиб топган композицион ёнилғида ишлаётган двигателнинг қуввати бензинда ишлаётган двигателнинг қувватидек бўлади.

? *Келтирилган таҳлилни изоҳланг.*

Этанол

Етакчи мутахассислар ХХІ асрда тўрт таянч технологияларни ажратишади – булар нано- ва биотехнологиялар, информацион технологиялар ва когнитив технологиялар (онг технологияси).

Юқорида қайд этилган технологиялар орасида биотехнология алоҳида ўринга эга, у ҳам энергетик ва ҳам иқтисодий муаммоларга боғланган.

Дунёнинг қатор мамлакатларида хом ашёнинг қайта тикланадиган турларидан ишланадиган биоёнилғиларни ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш кенг тарқалган. Биоёнилғининг афзалликлари: хом ашёнинг қайта тикланадиган турларидан фойдаланиш; экологик нисбатан тоза ёнилғини олиш имконияти (анъанавий нефт ёнилғиларига нисбатан зарарли моддаларнинг чиқиши деярли икки марта камаяди); қимматлашиб бораётган нефт импортига боғлиқликнинг камайиши. Биоёнилғилар яхши эксплуатацион характеристикалар билан фарқланадилар; улардан анъанавий ёнилғилар билан аралашмаларда фойдаланиш ёнилғи истеъмол қилиш

инфраструктурасига ўзгаришларни деярли талаб қилмайди. Биоёнилғиларни ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш муаммоларининг вужудга келиши қуйидагиларга боғланган:¹

- қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришининг янада ривожланиши имконияти;
- нефт ва газ импорт қилинишига боғлиқ бўлган мамлакатларнинг энергетик хавфсизликка эга бўлиш.

Биоёнилғиларнинг асосий турлари – биоэтанол (АҚШда асосан жўхоридан, Бразилияда шакар тростнигидан, Европа мамлакатларида шакар қизил лавлагисидан олинади) ва биодизел (соя, рапс, клещевина, каби мойли ўсимликлар асосида ҳамда пальма мойи ва озуқа ёғларини ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган чиқиндилардан олинади).

АҚШда 2006 йилда нефтдан олинadиган анъанавий мотор ёнилғиларига 3,5% биоёнилғилар қўшилди, ОУ ишлаб чиққан дастур бўйича АҚШда биоёнилғини ишлаб чиқиш 2017 йилда 35 млрд. галл., яъни тахминан 100 млн. т.ни ташкил қилиши керак. Мотор ёнилғилари (автобензин ва дизел ёнилғиси)га бўлган талабнинг прогнозларининг битта вариантыга мувофиқ АҚШда 2030 йилда эҳтиёж 635 млн. т. ни ташкил қилади, яъни биоёнилғининг улуши 15 % дан ортади.

? Дунёнинг қатор мамлакатларида хом ашёнинг қайта тикланadиган турларидан ишланadиган биоёнилғиларни ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш нима сабабдан кенг тарқалган?

Бутанол

Бутанол бензинни ёнилғи сифатида ҳатто этанолга нисбатан ҳам кўпроқ даражада алмаштириши мумкин, бунинг сабаблари: физик хоссалари, тежамкорлиги, хавфсизлиги ҳамда ундан фойдаланилганда автомобил двигатели конструкцияси ўзгартиришлар талаб қилмаслигидир.

Бутанолнинг этанолга нисбатан афзалликлари:

1. Бутанол этанолга нисбатан 25% кўп энергияни ўзида сақлайди: бир галлон этанолга 84 минг ВТУга нисбатан бир галлон бутанолга 110 минг ВТУ тўғри келади. Бир галлон бензинда тахминан 115 минг ВТУ бор.

2. Бутанол фойдаланишда хавфсизроқ, чунки этанолга нисбатан олти марта кам буғланади ва бензинга нисбатан учувчанлиги 13,5 марта кам. Рейд бўйича бутанол буғларининг эластиклиги 0,33 фунт/кв. дюйм, бензинда 4,5 фунт/кв дюйм, этанолда 2,0 фунт/кв. дюймни ташкил қилади. Бу бутанолни ундан оксигенат сифатида хавфсизроқ қилади ва қишда ва ёзда фойдаланишда аралашма пропорцияларининг нисбати алоҳида ўзгартирилишини талаб қилмайди. Ҳозирги пайтда ундан Аризона, Калифорния ва бошқа штатларда оксигенат сифатида фойдаланишади.

¹Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 32 p.

3. Бутанол – этанолга нисбатан агрессивлиги анча кам бўлган модда, шу сабабли у мавжуд ёнилғи трубопроводлари бўйича транспортировка қилиниши мумкин, ваҳоланки этанол темир йўл ёки сув транспортида транспортировка қилиниши керак.

4. Бутанолни бензин билан аралаштириш мумкин.

5. Бутанол бензинни тўлиқ алмаштириши мумкин, ваҳоланки этанолдан фақат бензинга қўшимча сифатида фойдаланиш мумкин, бунда ҳам двигател конструкциясида сезиларли ўзгартиришлар қилиниши керак бўлади. Ҳозирги пайтда дунёда таркибида 10% бўлган этанолли аралашмадан фойдаланишади.

6. Бутанолни ишлаб чиқариш водород билан таъминлаш инфраструктураси билан боғлиқ бўлган муаммони ечишда ёрдам беради.

7. Бутанолда энергия (10 Вт·ч/г) этанолга нисбатан (8 Вт·ч/г) кўпроқ чиқади.

8. Бутанол ёнганда олтингугурт ёки азот окисларини ҳосил қилмайди, бу экология нуқтаи-назаридан сезиларли қўшимча афзалликларни беради.

Хулоса қилиб айтганда биобутанол этанолнинг бензин билан аралашмасига қараганда анча тежамлироқ, у автомобилнинг ёнилғи эффективлигини яхшилади ва ёнилғининг бир бирлигига юрадиган йўлини узайтиради. Биобутанол ҳам ўша хом-ашёлар – жўхори, шакар лавлаги, сорго, маниоки, шакар тростниги, жўхори поялари ва бошқа биомассалардан олинади, лекин бензинни тенг ҳажмда алмаштириши мумкин.

? Бутанолнинг этанолга нисбатан афзалликларини батафсил баён қилинг.

Ёнилгиларнинг умумий қиёсий хоссалари

Ёнилғи	Энергия зичлиги, МДж/л	Ҳаво-ёнилғи сони	Ўзига хос энергия, МДж/кг	Буғланиш иссиқлиги, МДж/кг	Октан сони	
Бензин	32	14,6	2,9	0,36	91...99	81...89
Бутанол	29,2	11,2	3,2	0,43	96	78
Этанол	19,6	9,0	3,0	0,92	130	96
Метанол	16	6,5	3,1	1,2	136	104

? Ёнилгиларнинг умумий қиёсий хоссаларининг қиёсий таҳлилини беринг.

Назорат саволлар

1. Тўйинган буғлар босими нималарга таъсир қилади?
2. Ёниш иссиқлиги бўйича газлар гуруҳларга нима кўрсаткичлар бўйича бўлинади?
3. Газли автобуснинг техник кўрсатмаларини бирма-бир баён қилинг.
4. Сиқилган ва суюқлаштирилган табиий газлар бир-биридан қандай фарқ қилади?

5. Диметилли эфир қандай афзалликларга эга?
6. Двигател ДМЭда ишлаганида таъминлаш тизими нималарни таъминлаши керак?
7. Водороддан ёнилғи сифатида фойдаланиш қандай афзалликларга эга?
8. Автотранспортда ТЭ ларни оммавий қўллашдаги муаммоларни баён қилинг.
9. Метанол техник параметрларини қиёсий изоҳланг.
10. Бутанолнинг этанолга нисбатан қандай афзалликларга эга?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Richard Folkson, *Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance*. Woodhead Publishing Limited, 2015.
2. Hua Zhao. *Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines*. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010
3. Закон Республики Узбекистан «Об автомобильном транспорте». 29 августа 1998 г.
4. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О мерах по развитию сети автогазонаполнительных компрессорных и автогазозаправочных станций и поэтапному переводу автотранспортных средств на сжиженный и сжатый газ». 10 февраля 2007 г.
5. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. *Альтернативные моторные топлива*. – Ташкент: SHAMS ASA, 2014. – 189 с.
6. Базаров Б.И. *Экологическая безопасность автотранспортных средств*. – Ташкент: Chinor ENK, 2012. – 216 с.

2-амалий машғулот:

Ички ёнилғи двигателининг энергосамарадорлиги ва энерготежамкорлиги. Ички ёнилғи двигателларининг фойдали иш коэффициентини ошириш йўллари.

Ишдан мақсад – бензинни пуркаш тизимлари ва дизеллар ёнилғи узатиш аккумулятор тизими бўйича кўникмаларни шакллантириш.

Масаланинг қўйилиши

Машғулот вазифалари:

- ёнилғи узатиш тизими: афзалликлари, классификацияси ва ишлаш принциби бўйича назарий билимларни мустаҳкамлаш;
- электрон бошқариш тизимикўрсаткичларини таҳлил қилиш кўникмасини эгаллаш;
- пуркалаётган ёнилғи миқдорини бошқариш ва ҳисоблаш кўникмасини эгаллаш;
- дизелларда ёнилғи узатишнинг аккумуляторли тизими техник кўрсаткичлари ва схемаларини таҳлил қилиш кўникмасини эгаллаш;
- дизелларда ёнилғи узатишнинг аккумуляторли тизими характеристикалари бўйича назарий билимларни мустаҳкамлаш.

Ишни бажариш учун намуна

1. Ёнилғи узатиш тизими: афзалликлари, классификацияси ва ишлаш принципи

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда (ДсИЗ) аралашма ҳосил бўлиши деганда ёнилғи ва ҳавони дозалашда, пуркашда, буғланишда ва ёнилғининг ҳаво билан аралашшидаги ўзаро боғланган жараёнларнинг комплекси тушунилади.

Аралашма ҳосил бўлиши бундан кейин содир бўладиган ёнилғи ёнишига таъсир қилади, чунки ёниш тезлиги ва унинг тўлиқлиги аралашманинг таркиби ва сифатига боғлиқ, уларга эса ёнилғининг буғланиши ва унинг ҳаво билан аралашши таъсир қилади.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда аралашма ҳосил бўлиши ва ёниш жараёнларининг бориши режим факторлардан ташқари ёнилғининг физикавий-кимёвий хоссалари ва уни узатиш усули (бензинни пуркаш, карбюрация, газли двигателнинг аралаштиргичи)га боғлиқ.

Бензинни пуркаш, карбюрацияга қараганда, двигателнинг анча юқори қувват, тежамкорлик ва экологик кўрсаткичларини олиш имконини беради, шу сабабли бензинни пуркаш тизими карбюраторлиларни деярли сиқиб чиқарди.¹

Бу тизимларнинг асосий афзалликлари:

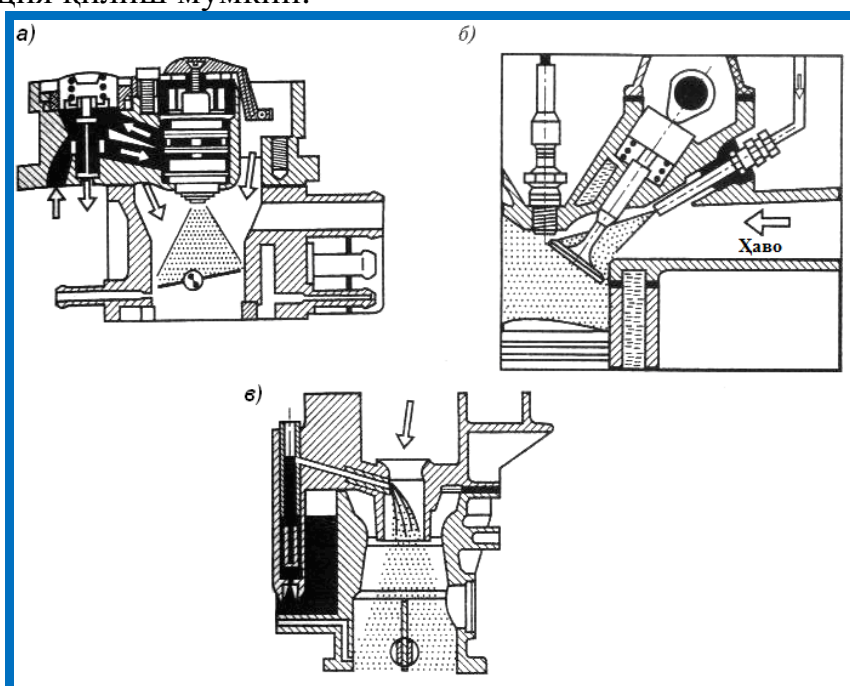
- ҳаво ва ёнилғини алоҳида дозалаш, натижада ҳаво бир хил дозада

¹Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). 36 p

- берилганда бензин ҳар хил дозада берилиши мумкин;
- кўп омилларни ҳисобга олган ҳолда двигателнинг ҳамма эксплуатацион режимларида ёнилгини аниқ дозалаш;
 - тизимнинг диагностикага ва двигателни бошқаришнинг бошқа тизимлари билан (масалан, ўт олдириш, наддув ва ш.к.) яхши мослашувчанлиги;
 - двигател тежамкорлик, қувват ва экологик кўрсаткичларни яхшиланиши.

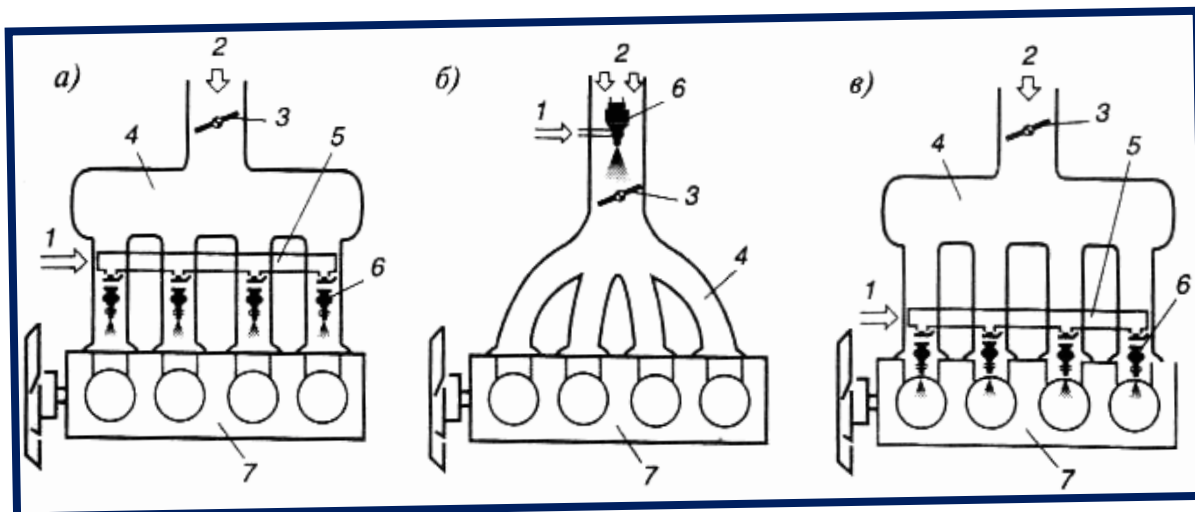
? Бу тизимларнинг қиёсий таҳлилини беринг.

Бензинни пуркаш тизимини қуйидаги уч асосий белигилар бўйича классификация қилиш мумкин.



Ёнилгини марказий (а), тақсимланган (б) пуркашли ва карбюрацияли (в) узатиши

? Ёнилгини марказий (а), тақсимланган (б) пуркашли ва карбюрацияли (в) узатишлари схемаларини тушунтиринг.

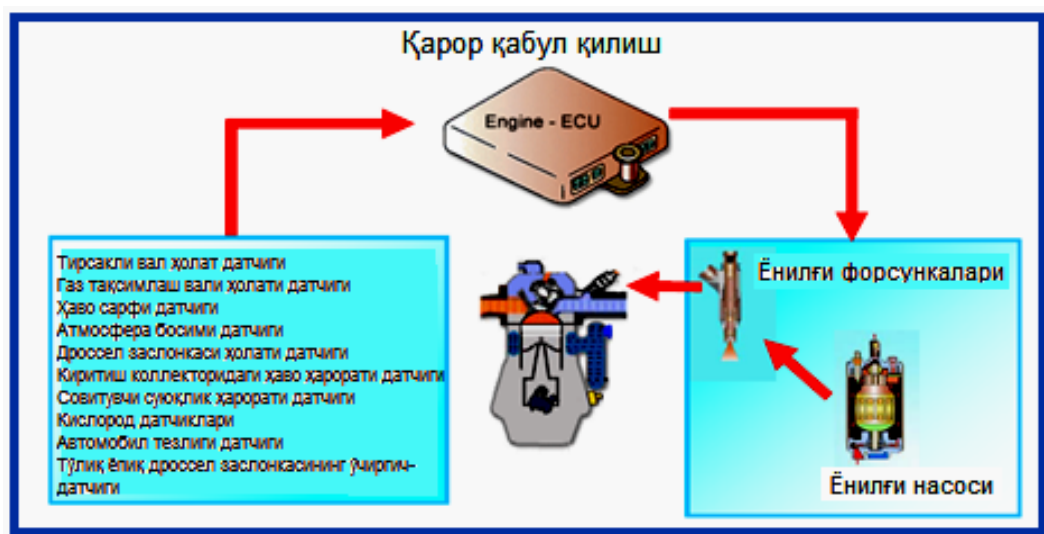


Бензинни пуркаш тизимлари: а – тақсимланган пуркаш; б– марказий пуркаш;
 в – цилиндрга бевосита пуркаш; 1– ёнилғи келтирилиши; 2 – ҳаво келтирилиши; 3 – дроссел тўсиғи; 4 – киритиш трубопроводи; 5 – форсункаларга ёнилғини келтириш коллектори; 6 – форсунка; 7 –цилиндрлар каллаги



? Бензинни пуркаш тизимларининг конструкциясини баён қилинг ва схема бўйича қандай ишлашини тушунтиринг.

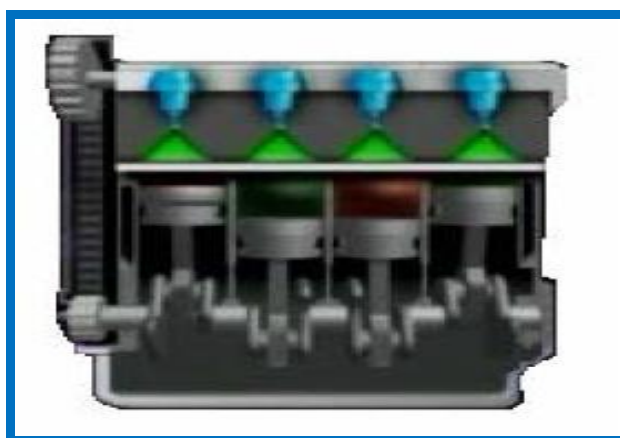
2. Электрон бошқариш тизими



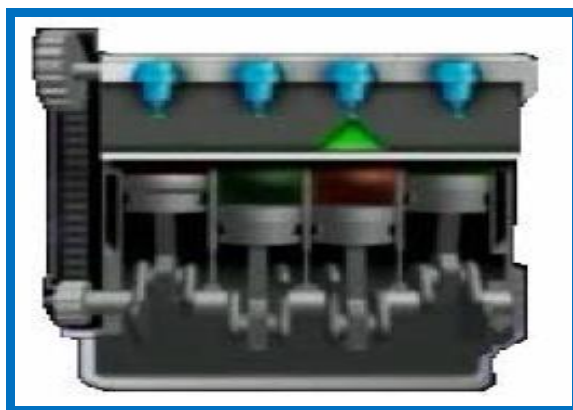
? Электрон бошқариш тизими ишлаш принципини тушунтиринг.

Ёнилғи тақсимланиб пуркалиши тизимида ёнилғи узатилишининг уч усули мавжуд:

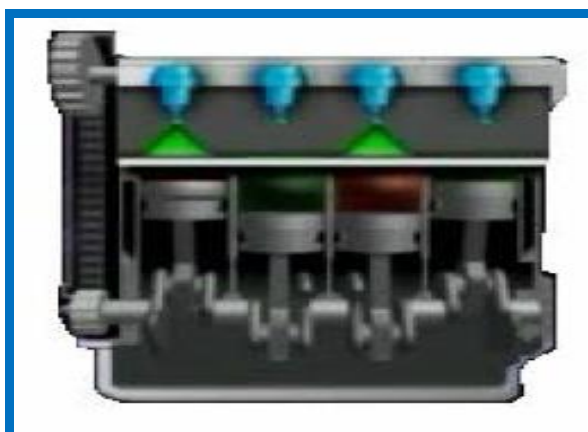
- **Бирвақтли** (бир вақтда пуркашда, ҳамма ёнилғи форсункалари ёнилғини бир вақтда пуркайди).



- **Синхронли** (синхронли пуркашда ҳар бир форсунка индивидуал ва цилиндрлар иши тартибига мувофиқ бошқарилади. Ёнилғини узатишининг бу усули двигател иш режимларининг кўпи учун энг кўп фойдаланилади).



• **Гуруҳий** (автомобилларнинг баъзи моделларида ёнилғини узатишнинг гуруҳий усули қўлланилади. Бу усулда ёнилғи форсункаларининг ҳар бир жуфтлиги (№1 - №3 бир жуфтлик ва №4 - №2 бошқа жуфтлик) бараварига уланади. Бу ҳолда бошқарув тизими соддалашади.



? Ёнилғи тақсимланиб пуркалиши тизимида ёнилғи узатилишининг мавжуд уч усули характеристикаси ва ишлаш принципларини баён қилинг

Пуркалаётган ёнилғи миқдорини бошқариш

Аниқланган маълум ҳаво миқдори ва талаб қилинаётган ёнилғи-ҳаво аралашмаси таркиби асосида ҳар бир циклда ёниш учун зарур бўлган ёнилғи миқдори аниқланади.¹

Талаб қилинаётган ёнилғи-ҳаво нисбати кўп шартларга боғлиқ:

- двигателнинг талаб қилинаётган қуввати ва қабулчанлигини олиш;
- зарарли чиқиндиларни чеклаш;
- ёнилғи кам сарфланишини таъминлаш.

? Талаб қилинаётган ёнилғи-ҳаво нисбати қандай шартларга боғлиқ?

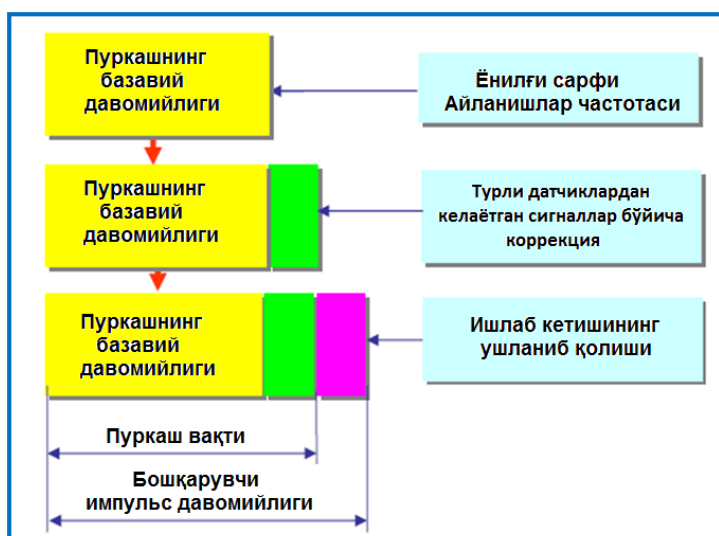
¹Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). 42 p

Пуркалинаётган ёнилғи миқдорини ҳисоблаш

Двигателни ишга тушириш режимидан бошқа режимларда ёнилғи (T) пуркалиши вақти (давомийлиги) қуйидаги омилларни ҳисобга олган ҳолда аниқланади:

- пуркашнинг базавий давомийлиги (T_1), у ҳаво миқдори ўзгариши билан ўзгаради;
- пуркаш базавий давомийлиги коррекцияловчи коэффициентини (K_c)нинг қиймати;
- форсунка ишлай бошлашининг ушланиб қолиши (T_2).

$$T = T_1 \cdot K_c + T_2 \text{ (мс)}$$

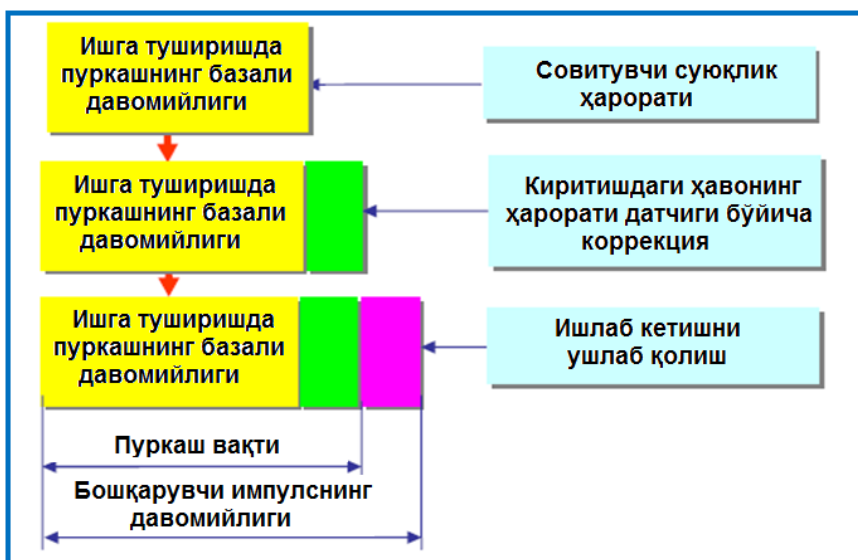


? Двигателни ишга тушириш режимидан бошқа режимларда ёнилғи (T) пуркалиши вақти (давомийлиги) қайси омилларга боғлиқ ҳолда аниқлашини тушунтиринг.

Двигателни ишга тушириш режимда ёнилғи (T) пуркалиши давомийлиги қуйидаги омилларни ҳисобга олиб аниқланади:

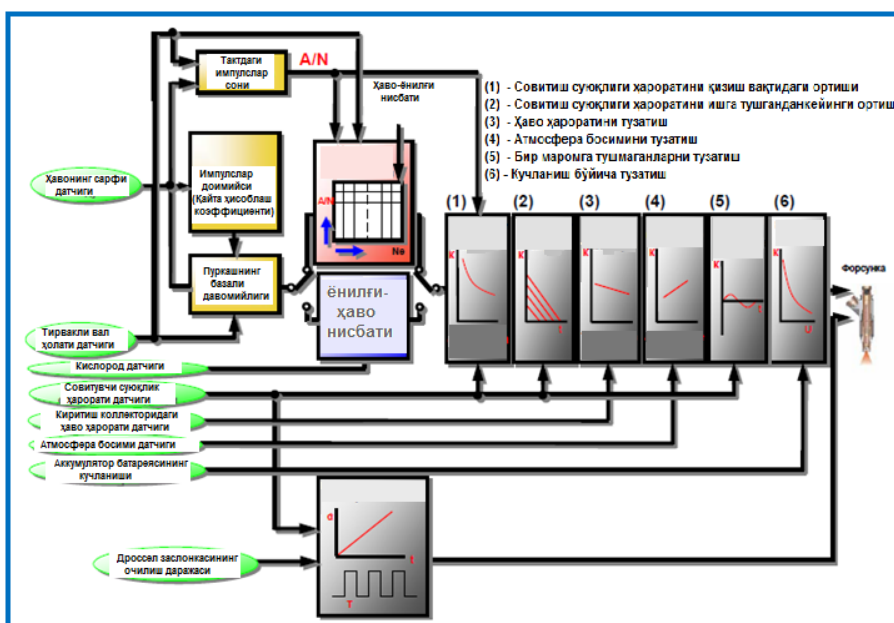
- пуркашнинг базавий давомийлиги (T_1), бу совитувчи суюқлик ҳароратини ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади;
- сўриб олинаётган ҳаво ҳароратига боғлиқ бўлган коррекцияловчи коэффициент (K_t) қиймати;
- форсунка ишга тушиши давомийлиги (T_2).

$$T = T_1 \cdot K_t + T_2 \text{ (мс)}$$



? Двигателни ишга тушириш режимида ёнилғи (T) пуркалиши давомийлиги қайси омилларни ҳисобга олиб аниқланади?

Датчиклар ва бошқа манбалардан олинган информацияга асосланган коррекция



? Датчиклар ва бошқа манбалардан олинган информацияга асосланган коррекцияни баён қилинг

Дизелларда ёнилғи узатишнинг аккумуляторли тизими техник кўрсаткичлари ва схемалари.

Ҳозирги пайтда Fiat, Bosch GmbH ва Daimler-Benz фирмаларининг бирлашган ҳаракатлари энгил ва кам тоннали юк автомобилларининг юқори абаротли дизеллари учун замонавий микропроцессорли бошқариладиган

ёнилғи узатишнинг аккумуляторли тизимини яратиш ва саноат ишлаб чиқаришига тадбиқ этиш билан тугалланди. Бундан олдин Fiat фирмаси Elasis технологиясини тадқиқот қилиш ва ривожлантириш бўйича ўзи яратган фирма-консерциум билан ҳамкорликда Unijet номли аккумуляторли тизим CommonRail (умумий тақсимлагич) лойиҳасини ишлаб чиқди. IvekoMotorenforschung компанияси ёнилғи бевосита пуркаладиган автомобил дизелларида ўтказилган тадқиқотлар натижаларини ҳисобга олган ҳолда Швейцария федерал технология институти ЕТНнинг электрогидравлик форсунка концепцияси бунга асос қилиб олинган эди. Тизимнинг яратилган тажрибавий намуналари дастлабки синовларни дизелларда ва автомобилларда ишончлиликл ва характеристикаларининг стабиллиги бўйича қониқарли натижалар кўрсатди.¹

С ва Е классдаги автомобиллар учун аккумуляторли тизимли ёнилғи узатиладиган янги 4-цилиндрли дизелининг OM-611 моделини ишлаб чиқишда Daimler-Benz фирмаси қуйидаги мақсадларни назарда тутди:

- ёнилғи сарфини янада камайтириш;
- ишланган газлар заҳарлилиги бўйича бутун дунёда қабул қилинган нормаларни бажариш;
- дизел тирсақли валининг ҳатто кичик айланишлар частотасида ҳам буровчи момент катта қийматлари ҳисобига автомобилнинг юриш сифатларини яхшилаш;
- шовқинни учқун билан ўт олдириладиган двигателларга хос бўлган даражагача пасайтириш;
- учқун билан ўт олдириладиган двигателлар билан унификацияни мумкин қадар сақлаган ҳолда ишлаб чиқариш сарф-ҳаражатларини қисқартириш; Daimler-Benz фирмаси дизелларга хос ишончлиликлни сақлаб қолиш.

? С ва Е классдаги автомобиллар учун аккумуляторли тизимли ёнилғи узатиладиган янги 4-цилиндрли дизелининг OM-611 моделини ишлаб чиқишда Daimler-Benz фирмаси қандай мақсадларни назарда тутди?

Daimler-Benz фирмасининг OM-604, OM-611 ва OM-602 дизелларининг техник кўрсаткичлари

Параметр	Дизел модели		
	OM-604	OM-611	OM-602
Автомобил модели	C 220 DIESEL	C 220 CDI	E 290 TURBODIESEL
Ёниш камераси тури	Ажралган	Ажратилмаган	
Пуркаш тизимининг тури	Қаторли ТНВД	Аккумуляторли	Қаторли ТНВД
Ёнилғи узатилиши бошқаришининг тури	Электронли		
Цилиндрлар сони	4	4	5

¹Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 48 p.

Цилиндрдаги клапанлар сони	4	4	2
Юқоридаги тақсимлаш валларининг сони	2	2	1
Турбонаддув мавжудлиги	Йўқ	Ҳа	Ҳа
Наддув ҳавоси совутилишининг мавдужлиги	–	–	–
Дизелнинг ишчи ҳажми, см ³	2155	2150,6	2874
Цилиндр диаметри, мм	89	88	89
Поршен йўли, мм	86,6	88,4	92
Сиқиш даражаси	22	19	19,5
Цилиндрлараро масофа, мм	97	97	–
Номинал қувват, кВт	70	92	95
Номинал қувватда тирсакли вал айланишлар частотаси, мин ⁻¹	5000	4200	4000
Максимал буровчи момент, Н·м	150	300	300
Максимал буровчи моментда тирсакли валнинг айланишлар частотаси, мин ⁻¹	3600	1600...2600	1800...2400
Литрли қувват, кВт/л	32,48	42,78	33,1
Номинал қувватда ўртача эффектив босим, МПа	0,780	1,222	0,992
Максимал буровчи моментда ўртача эффектив босим, МПа	0,875	1,753	1,312
Буровчи момент бўйича захира коэффициенти	1,12	1,43	1,32
Ёнилғининг ўртача сарфи, л/100 км	7,4	6,1	6,8
Автомобилнинг максимал тезлиги, км/с	175	198	200

? Daimler-Benz фирмасининг OM-604, OM-611 ва OM-602 дизелларининг техник кўрсаткичларини баён қилинг.

Серияли енгил автомобил FiatChroma 2,0 Tdi учун дунёда биринчи бўлиб ёнилғи бевосита пуркаланадиган дизел двигателини яратган Fiat фирмасининг тадқиқот маркази енгил автомобили дизелининг ёнилғи пуркаш тизими қониқтириши керак бўлган асосий талабларни қуйидаги шакллантирди:

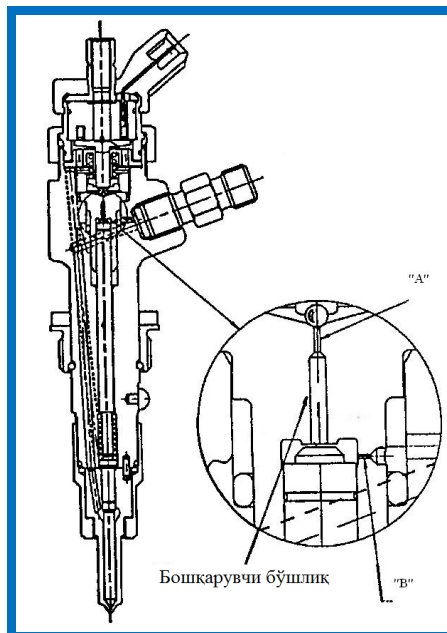
– ёнилғи узатиш анъанавий тизимлари имкониятларига қараганда дизел тирсакли вали айланишлар частотасининг ҳамма диапазонида пуркашнинг юқори босими ушлаб туриш. Бу захарли чиқиндилар макрозаррачалари ва NO_x даражаларининг яхши нисбатини, жумладан, оптимал буровчи момент учун айланишлар частотасининг қуйи диапазонида ҳам таъминлайди;

– ёнилғини цикли узатишни аниқроқ бошқариш ва ёниш шовқинини камайтириш учун дастлабки пуркашни таъминлаш;

– дизелнинг эмисион ва эксплуатацион кўрсаткичлари оптимал нисбатига эришиш учун тақсимлаш фазалари (ёнилғини узатишни бошлаш бурчаги) ва пуркаш босимини мослашувчан бошқариш;

– автомобил динамикасини яхшилаш учун дизел тирсакли вали айланишлар частотасининг диапазони кенгайтириш.

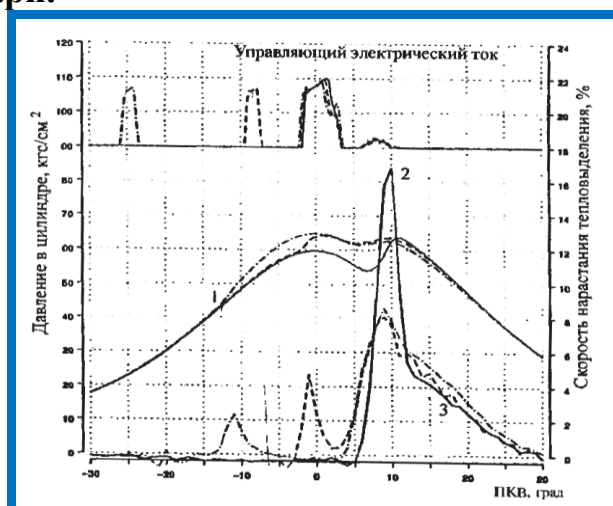
? *Fiat* фирмасининг тадқиқот маркази енгил автомобили дизелининг ёнилги пуркаш тизими қониқтириши керак бўлган асосий талабларни айтиб беринг.



Электрогидравлик форсунканинг тузилиши

? *Электрогидравлик форсунканинг тузилиши ва ишлаш принципини тушинтиринг.*

Дизелларда ёнилги узатишнинг аккумуляторли тизими характеристикалари.



Дастлабки пуркаш характеристикаси ва унинг ёниш жараёнига таъсири: 1 –цилиндрдаги ёниш босими, кгс/см²; 2 – дастлабки пуркашсиз иссиқлик ажрალიши; 3 – тирсакли вал ҳолати ЮЧХ гача 9° ва 26° бўлганда дастлабки пуркагичли дизелда иссиқлик ажрალიши.

?Дастлабки пуркаш характеристикаси ва унинг ёниш жараёнига таъсирини изоҳланг.

Назорат саволлари

1. Ёнилғини марказий (а), тақсимланган (б) пуркашли ва карбюрацияли (в) узатишлари схемаларини тушунтиринг.
2. Бензинни пуркаш тизимларининг схема бўйича қандай ишлайди?
3. Электрон бошқариш тизими қандай принцип асосида ишлайди?
4. Талаб қилинаётган ёнилғи-ҳаво нисбати қандай шартларга боғлиқ?
5. Двигателни ишга тушириш режимида ёнилғи (Т) пуркалиши давомийлиги қайси омилларни ҳисобга олиб аниқланади?
6. С ва Е классдаги автомобиллар учун аккумуляторли тизимли ёнилғи узатиладиган янги 4-цилиндрли дизелининг OM-611 моделини ишлаб чиқишда Daimler-Benz фирмаси қандай мақсадларни назарда тутди?
7. Daimler-Benz фирмасининг OM-604, OM-611 ва OM-602 дизелларининг техник кўрсаткичларини баён қилинг.
8. Fiat фирмасининг тадқиқот маркази енгил автомобили дизелининг ёнилғи пуркаш тизими қандай асосий талабларни қониқтириши керак?
9. Ёнилғи узатиш аккумулятор тизими қандай принцип асосида ишлайди?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015.
2. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010.
3. Закон Республики Узбекистан «Об охране атмосферного воздуха». 27.12.1996 г.
4. Закон Республики Узбекистан «О рациональном использовании энергии». 25.12.1997.
5. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О мерах по развитию сети автогазонаполнительных компрессорных и автогазозаправочных станций и поэтапному переводу автотранспортных средств на сжиженный и сжатый газ». 10 февраля 2007 г.
6. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. – Ташкент: SHAMS ASA, 2014. – 189 с.
7. Базаров Б.И. Экологическая безопасность автотранспортных средств. – Ташкент: Chinor ENK, 2012. – 216 с.

3-амалий машғулот:

Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозалиги.

Ишдан мақсад- асосий зарарли моддаларнинг ҳосил бўлиши ва двигателларда ишланган газлардаги зарарли моддалар миқдорини пасайтириш кўникмаларини шакллантириш.

Масаланинг қўйилиши

Машғулот вазифалари:

- асосий зарарли моддаларнинг ҳосил бўлиши бўйича назарий билимларни мустаҳкамлаш;
- углерод оксиди қайси ҳолларда, қайси интенсивликда ҳосил бўлишини таҳлил қилиш;
- дизелларда ёнилғи узатишнинг аккумуляторли тизими техник кўрсаткичлари ва схемаларини таҳлил қилиш кўникмасини эгаллаш;
- учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлар таркибида зарарли моддалар миқдорини камайтиришкўникмасини эгаллаш;
- дизеллар ишлаган газларидаги зарарли моддалар миқдорини камайтиришкўникмасини эгаллаш;
- бўйича назарий билимларни мустаҳкамлаш.

Ишни бажариш учун намуна

1. Умумий маълумотлар

Қуйидагиларни тавсифловчи кўрсаткичлар мажмуи: ишлаётган ИЁДнинг атроф-муҳит билан иссиқлик ва моддий ўзаро таъсирини; акустик шовқин, вибрацияларни; ИЁДни ишлаб чиқариш ва ундан фойдаланишда сарфланадиган конструкцион ва эксплуатацион материаллар миқдорини; ИЁДларни ишлаб чиқаришда ва эксплуатация қилишда сарфланадиган энергия миқдорини ИЁД экологик тозалиги сифатини белгиловчи сифатида тушуниш лозим.

Биринчи навбатда двигателни яратишда атроф-муҳитга бўлган техноген таъсирни қайд этиш лозим. Улар биринчи навбатда фойдали қазилмаларни разетка қилиш ва олишда, улар конструкцион ва эксплуатацион материалларни тайёрлашга сарфланади, сўнгра двигателларни ишлаб чиқаришда содир бўлади. Деталларни тайёрлаш технологик жараёнларида ҳам заҳарли чиқиндилар чиқади, улар асосан завод худуди чегараларида концентрацияланади.¹

Ишланган газларда жуда катта миқдорда кимёвий моддалар (300 гача) бўлади, улардан заҳарловчи ташкил этувчилар CO , CH , NO_x ва қурум (қаттик

¹Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 56 p.

заррачалар) деб номланувчиларга алоҳида эътибор берилади. Заҳарли деб инсон организми ва атроф-муҳитга заҳарловчи таъсир кўрсатадиган моддаларга айтилади.

? Двигателни яратишда атроф-муҳитга бўлган техноген таъсирни нима сабабдан қайд этиш лозим?

Ишланган газлардан ташқари двигателлар заҳарлилигининг манбалари бўлиб қартер газлари ва атмосферага ёнилғининг буғланиши ҳам хизмат қилади. Ишланган газлар билан атмосферага энг кўп заҳарли моддалар чиқади, шу сабабли асосий эътибор ишланган газлар заҳарлилигини камайтиришга қаратилади.

Қуруқ ишланган газлар компонентларининг заҳарли концентрациясини % да (ҳажми бўйича), ҳажми бўйича миллиондан бир улушда ($млн^{-1}$) ва кам ҳолда мг/л да баҳолашади.

?Ишланган газлардан ташқари двигателлар заҳарлилигининг манбалари бўлиб яна нималар хизмат қилади?

Компонент	Ўлчам бирлиги *	Дизел	Учқун билан ўт олдириладиган двигател
CO	% (об.)	0,01...0,5	0,1...8,0
CH	$млн^{-1}$	100...500	200...4000
CO ₂	% (об.)	2...12	8...13
NO _x	$млн^{-1}$	500...3000	500...5000
Бензин(а)пирен	$мг/м^3$	0...10	0...25
Қурум	$мг/м^3$	0...20000	0...100
Олтингугурт оксидлари	$мг/м^3$	0...0,015	0...0,003
Альдегидлар	% (об.)	0,001...0,009	0...0,2

* $млн^{-1}$ – ҳажми бўйича миллиондан бир улуш; $1 млн^{-1}=0,0001 \%$.

? Дизел ва учқун билан ўт олдириладиган двигателда ишланган газлар компонентлари заҳарлилиги миқдорининг ўзгариш диапозонини таҳлил қилинг.

2. Асосий зарарли моддаларнинг ҳосил бўлиши

ИЁД цилиндрларида ёнилғи ёнганда ҳар хил заҳарли моддаларнинг кўп миқдори ҳосил бўлади, улар чала ёниш ва ёнилғи углеводородлари, азот оксидлари, олтингугурт бирикмаларининг термик парчаланиши маҳсулотларидан таркиб топади.

Углерод оксиди (CO) кислород етишмагандаги ёниш пайтида, дизелларда совуқ алангали реакциялар давомида ёки CO₂ диссоциациясида (асосан учкун билан ўт олдириладиган двигателларда) ҳосил бўлади.

Учкун билан ўт олдириладиган двигателлар (ДСИЗ)да CO ҳосил бўлишига аралашма таркиби таъсир кўрсатади: у қанчалик бой бўлса, CO концентрацияси шунчалик юқори бўлади. Дизелларда ишланган газлар таркибида CO концентрацияси кўп бўлмайди ва у асосан аралашма ҳосил бўлиш жараёни сифатига боғлиқ: у қанчалик яхши бўлса, CO шунчалик кам ҳосил бўлади.

? Углерод оксиди қайси ҳолларда, қайси интенсивликда ҳосил бўлишини тушинтиринг.

Углеводородлар (CH) ёнилғида бошидан мавжуд бўлади ёки ёнилғи молекулалари парчаланганда ҳосил бўлади, бу молекулалар ёнишда иштирок этмаган бўлади. Ишланган газлар таркибида углеводородлар ёниш камерасининг нисбатан совуқ деворлари яқинида аланга сўниши натижасида, сиқиб чиқарувчилардаги “қисилган” ҳажмларда ва поршен ва цилиндр орасидаги биринчи компрессион ҳалқа устидаги “қисилган” ҳажмда аланга сўниши туфайли пайдо бўлади.

Дизелларда углеводородлар бойиб кетган зоналарда ҳосил бўлади, у ерда ёнилғи молекулалари пиролизи содир бўлади. Агар сиқиш жараёнида бу зоналарга етарли миқдорда кислород келмаса, CH ишланган газлар таркибига ўтади. Алангаланиш бўлмаганда, чиқариш клапани ёки картер вентилляцияси тизими герметик бўлмаганда ҳамда ёнилғи баки ва карбюраторда бензин буғланиши оқибатида углеводородлар атмосферага чиқариб юборилиши мумкин.

Заҳарли моддаларнинг бу гуруҳига кирувчи ҳар хил индивидуал углеводородлар миқдори 200 дан ортади.

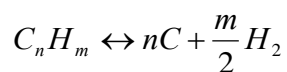
Бензол, толуол, полициклик ароматик углеводородлар (ПАУ) ва биринчи навбатда бенз(а)пирена (C₂₀H₁₂) ларнинг атмосферага ташланиши алоҳида аҳамиятга эга. Юқори заҳарли моддаларнинг бу гуруҳи ҳарорат 600...700 K бўлганда ёнилғининг енгил ва ўрта фракциялари пиролизи натижасида ҳосил бўлади. Бундай шароитлар ишчи йўл вақтида цилиндрнинг совуқ юзалари яқинида у ерда кислород етишмовчилиги бўлганда вужудга келади. Ёнилғида бензол концентрацияси қанчалик кўп бўлса ишланган газлар таркибида ПАУ миқдори шунчалик кўп бўлади.

? Углеводородлар қайси ҳолларда, қайси интенсивликда ҳосил бўлишини тушинтиринг.

Қурум ва қаттиқ заррачалар. Қурум қаттиқ маҳсулот бўлиб, у асосан углероддан таркиб топади. Қурумда углероддан ташқари 1...3 % (массаси бўйича) водород бўлади.

Қурум ҳарорат 1500 K дан юқори бўлганда термик парчаланиш (пиролиз) ҳажмий жараёни натижасида кислород сезиларли етишмаганда ҳосил бўлади.

Пиролиз реакцияси қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



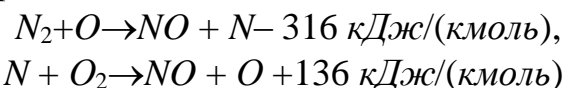
0,3...0,7 дан кичик бўлганда ва газларнинг ҳарорати ва босимига боғлиқ бўлганда ҳамда ёнилғи турига боғлиқ ҳолда қурум ҳосил бўлиши бошланади.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёнишда аралашма алангаланишининг концентрациончегаралари қурум ҳосил бўлиши бошланишининг кўрсатилган чегараларига мос келмайди. Шу сабабли учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлар таркибида қурум миқдори сезиларсиз даражада бўлади.

Дизелларда ёнишда юқори ҳароратли аланга зоналарига бой аралашмалар зоналар туташади, у ерда диффузион ёниб тугашда ва кислород кам бўлганда пиролиз учун қулай шароитлар ҳосил бўлади. Қурум заррачалари кўп қисмининг ўлчамлари 0,4...5 мкм бўлади. Ишланган газларда қурум заррачаларининг концентрацияси кенгайиш жараёнида ёниб тугашга боғлиқ, у пайтда заррачаларга кислород етиб келади. Чикаришдаги қора тутун ишланган газларда қурум борлигини билдиради.

? Қурум ва қаттиқ заррачалар ҳосил бўлиши сабабларини тушинтиринг.

Азот Оксидлари (NO_x). Агар цилиндрдаги ҳарорат 1200 K дан юқори бўлса ҳаво таркибидаги азот ва кислород занжирли механиз бўйича ўзаро кимёвий таъсирга киришишади:



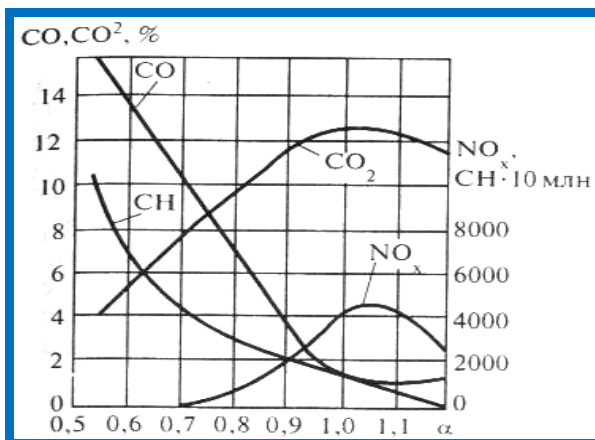
Юқоридаги реакция ҳал қилувчи ҳисобланади, унинг тезлиги атомар кислород концентрациясига боғлиқ. Ёнишда двигател цилиндрларида асосан азот оксиди NO ҳосил бўлади (қолган ҳамма азот оксидларининг 95 % дан кўпини ташкил қилади).

Учқун билан ўт олдириладиган двигателда азот оксидланиши ва NO ҳосил бўлиши аланга фронти ортида ёниш маҳсулотлари зонасида содир бўлади, у ерда ҳарорат энг юқори бўлади. Газлар ҳарорати кўтарилиши ва кислород концентрацияси ортиши билан NO ҳосил бўлиши кескин ортади.

Дизелларда ёнишда NO ҳосил бўлиши аралашманинг локал таркиби ва ҳарорат билан белгиланади. Дизелнинг ёниш биринчи бўладиган ва ҳарорат 2000 K дан юқори бўлган зонада энг кўп вақт бўлган зарядларда NO энг кўп миқдорда ҳосил бўлади.

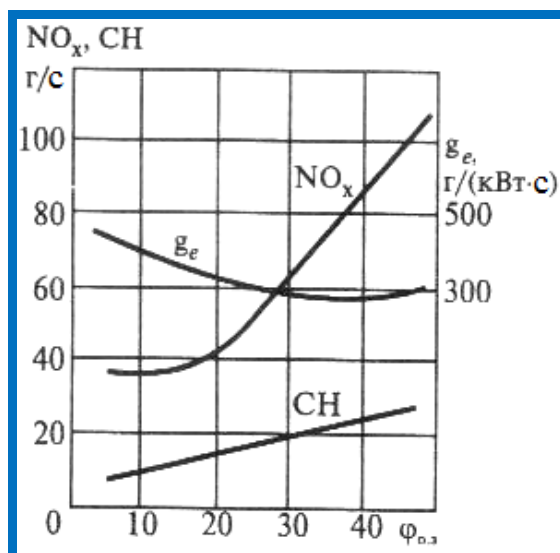
? Азот Оксидлари ҳосил бўлиши сабабларини тушинтиринг.

Учкун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлар таркибида зарарли моддалар миқдорини камайтириш



Ишланган газлар таркибига α нинг таъсири

?Ишланган газлар таркибига α нинг таъсирини таҳлил қилинг.



NO_x ва CH ҳосил бўлишига ϕ_{O_2} нинг таъсири

? NO_x ва CH ҳосил бўлишига ϕ_{O_2} нинг таъсирини таҳлил қилинг.

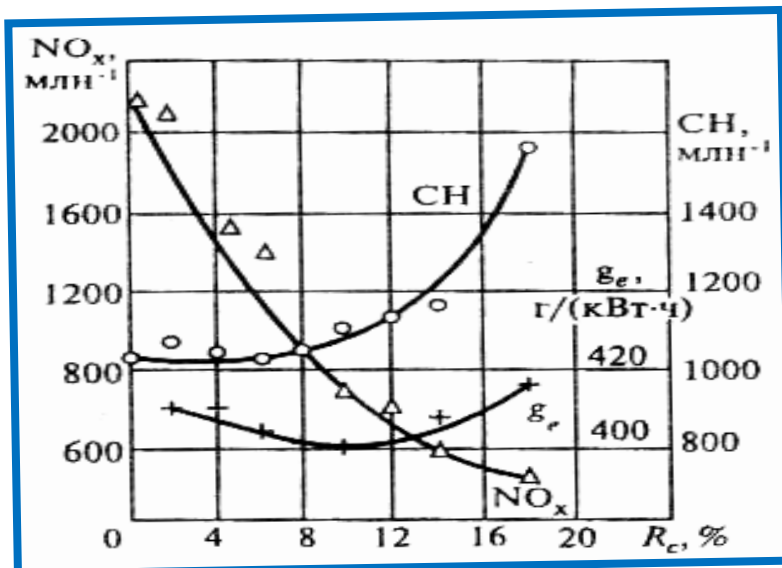
Ишланган газлар рециркуляцияси. Рециркуляция ишланган газларнинг бир қисмини чиқариш тизимидан киритиш тизимига ўтказиб юбориш воситасида амалга оширилади. Газ тақсимлаш фазалари ўзгарувчи бўлган двигателларда киритиш клапани олдин очилганда ёки чиқариш клапани олдин ёпилганда ишланган газларнинг кўпроқ қисми цилиндрда қолади, шу туфайли «ички рециркуляция» таъминланади. Бунинг натижасида ишчи аралашма массаси ортади (унинг иссиқлик сиғими ҳам мос равишда ортади), бу ёниш ҳароратини пасайтиради, демак, азот оксида ҳосил бўлишини ҳам камайтиради.

Демак ишланган газлар рециркуляциясидан NO_x ларни ҳосил бўлишини камайтириш учун фойдаланилади.

Рециркуляцияда киритиш жараёнида насос йўқотишлари бироз камаяди, бу двигател ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш учун асос яратади. Бундан ташқари рециркуляцияда диссоциация ва иссиқлик узатишга йўқотишлар пасаяди, циклнинг термик фойдали иш коэффиценти эса ортади (ёниш маҳсулотлари ҳароратининг пасайиши ва бунга мос адиабата кўрсаткичининг катталашини натижасида иссиқлик сифими камайиши ҳисобига).¹

Иккинчи тарафдан, ишланган газлар рециркуляцияси ортиши билан иссиқлик ажралиши жараёни чўзилади, циклар кетма-кетлигининг ностабиллиги кучаяди ва CH атмосферага чиқарилиши ортади.

? Ишланган газлар рециркуляциясидан нима мақсадда фойдаланилади ва у двигател кўрсаткичлари ва чиқинди газлар чиқишига қандай таъсир қилади?



Рециркуляция даражаси R_c нинг NO_x ва CH чиқарилишига таъсири

? Рециркуляция даражаси R_c нинг NO_x ва CH чиқарилишига таъсирини таҳлил қилинг.

Ишланган газларни нейтраллаш. Двигател чиқариш тизимида ишланган газларни қайта ишлаш учун мўлжалланган курилма нейтраллизатор дейилади.

Оксидловчи каталитик нейтраллизаторлар. Бу нейтраллизаторлар CO ва CH ни оксидлаш учун хизмат қилади, улар ҳарорат $300...800$ °C бўлганда эффектив ишлайди. Ҳарорат бундан юқори бўлганда ва айниқса этилланган бензиндан фойдаланилганда нейтраллизатор тезда дезактивлашади. Катализаторлар сифатида платина ва палладийдан

¹Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 82 p.

фойдаланилади. Оксидловчи нейтрализаторлар $\alpha < 1$ бўлганда махсус ҳаво насослари қўлланилишини талаб қилади ҳамда NO_x чиқарилиши муаммосини ечмасдан қолдиради.

? Оксидловчи каталитик нейтрализаторлар нима учун хизмат қилади?

Уч компонентли каталитик нейтрализаторлар NO_x ни нейтраллаш учун уни азот N_2 ва аммиак NH_3 гача қайта тиклаш реакцияларидан фойдаланилади. Қайта тикловчилар сифатида ишланган газлар таркибидаги CO , CH_4 ва H_2 дан фойдаланилади. Двигател стехиометрик аралашмада ишлаганида NO ни қайта тикловчи асосий маҳсулот бўлиб N_2 хизмат қилади, бой аралашмаларда эса кўпроқ NH_3 ҳосил бўлади.

? Учкомпонентли каталитик нейтрализаторлар нима учун хизмат қилади?

Нейтрализатор нархини пасайтириш учун учметалли катализатор: платина, палладий, радий 1:16:1 ёки 1:28:1 нисбатда қўлланилади. Битта нейтрализаторга 1,5 дан 3 гача платина сарфланади. Учкомпонентли нейтрализатор тизимидан фойдаланилганда этилланган бензиндан фойдаланишга йўл қўйиб бўлмайди.

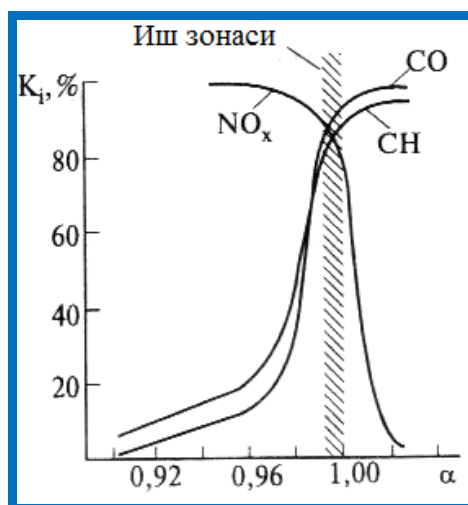
NO_x қайта тикланганда бир пайтда CO ва CH ларнинг оксидланиши содир бўлади. Бундай нейтрализатор учкомпонентли ёки бифункционал, яъни қайта тикловчи ва оксидловчи деб аталади.

Нейтрализаторда ҳар хил газларнинг каталитик ўзгариши даражаси қайта ўзгариш коэффициенти билан баҳоланади

$$K_i = \frac{C_{i_{\text{ВХ}}} - C_{i_{\text{ВЫХ}}}}{C_{i_{\text{ВХ}}}} \cdot 100\%$$

бу ерда K_i — i -компонентнинг қайта ўзгариш коэффициенти;

$C_{i_{\text{ВХ}}}$, $C_{i_{\text{ВЫХ}}}$ — мос равишда нейтрализаторга кириш ва ундан чиқишда бу компонентнинг концентрацияси.



Уч компонентли нейтрализаторнинг эффектив ишлаш зонаси

? Уч компонентли нейтрализаторнинг эффе́ктив ишлаш зонасини тушинтириб беринг.

Двигателни ишга туширишда ва уни қиздиришда СН чиқишини камайтириш. Совуқ двигател ишга туширилганда каталитик нейтрализатор ишламайди, чунки ундаги ҳарорат етарли даражада юқори эмас, бундан ташқари, двигател бу вақтда бойитилган аралашмаларда ишлайди ва ишланган газлар таркибида СН ни нейтрализаторда оксидлаш учун зарур бўлган кислород бўлмайди.

Шу сабабли нейтрализатор қизишини тезлаштирувчи ҳар хил методлардан фойдаланиш ҳамда электр юритмали махсус насос ёрдамида нейтрализаторгача ишланган газлар оқимига ҳаво беришдан фойдаланиш аҳамияти ортиб бормоқда.

Нейтрализаторни тезроқ қиздиришга уни двигателга яқинроқ ўрнатиш, чиқариш клапани ва нейтрализатор орасида чиқариш тизимини термоизоляциялаш, нейтрализаторни электр ёрдамида қиздириш, ўт олдириш илгарилигини камайтириш ёки ишланган газлар ҳароратини орттириш мақсадида кенгайиш тактида ёнилғининг маълум миқдорини ёндириш билан эришилади.¹

λ -зонд тахминан $t = 300$ °C бўлганда ишлай бошлагани сабабли, уни электр ёрдамида қиздиришни қўллаш кўпроқ қўлланилмоқда. Баъзи ҳолларда старт нейтрализаторидан фойдаланилади, у асосийга нисбатан кичикроқ ўлчамларга эга ва у ундан олдин ёки унга параллел ўрнатилади. Кейинги ҳолда ишланган газларни бутун оқими старт нейтрализаторига йўналтирилади, у тез қизийди, сўнгра ишланган газлар оқими махсус заслонка билан асосий нейтрализаторга йўналтирилади.

? Двигателни ишга туширишда ва уни қиздиришда СН чиқишини камайтириш усулларини изоҳланг.

Янги ёнилғилар. Маълум истиқболлар бензин хоссасини яхшилашга боғланган, чунки у ишланган газлар захарлилигига таъсир қилади. Бу бензин таркибида олтингугурт ва ароматик углеводлар миқдорининг камайтирилишига тааллуқли (канцероген моддалар чиқишини камайтириш учун). Икки хил бензинлардан – стандартлаштирилган ва модифицирлашган (1/3 ароматиклар эфир билан алмаштирилган) – фойдаланилганда автомобилларда ўтказилган қиёсий синовлар шуни кўрсатдики, модифицирлашган бензиндан фойдаланилганда СН чиқиши 10% га, СО 20% га ва NO_x чиқиши 33% га камайган, олтингугурт ва канцероген моддалар чиқиши кўп марта камайган.

Ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатдики, бензинга 15% метанол (CH_3OH) қўшилганда зарарли моддалар чиқиши 25...30% га камайган, двигател фақат метанолда ишлаганда бу камайиш 50% гача етган.

¹Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 94 p.

Метанолдан фойдаланилгандаги асосий мураккаблик шундаки, у захарли ва металл резина ва пластмассаларга нисбатан катта коррозияга агрессивликка эга.

Сиқилган ва суюқлаштирилган газлардан фойдаланиш учқун билан ўт олдирадиган двигателлар ишланган газларининг захарлилигини камайтиришга маълум ҳисса қўшди. Бу маънода суюқлаштирилган газнинг самарадорлиги камроқ, чунки ундан фойдаланилганда ишланган газлар захарлилигини камайтириш двигател бензинда ишлаганига қараганда камбағалроқ аралашмаларни ёқиши натижасида эришилади.

Ишланган газлар таркибида CO , CO_2 ва CH_4 лар умуман бўлмаслигига эришиш мотор ёнилғиси сифатида водороддан фойдаланилганда эришиш мумкин. Бунда бироз камбағаллаштирилган аралашмаларда двигател ишлаганда водород ёниши ҳарорати юқори бўлганлиги сабабли бензинда ишлаганга қараганда NO_x ($NO_{x\max} = 5000 \dots 5500 \text{ млн}^{-1}$) миқдори кўпроқ ҳосил бўлади, ЕСЕ тести бўйича ўтказилган синовлар бензинда ишлаганга нисбатан NO_x чиқиши камайиши кузатилган (анча камбағал водород-ҳаво аралашмаларидан фойдаланилганлиги сабабли).

? Янги ёнилғилар билан фойдаланишнинг афзалликларини баён қилинг.

Янги ёнилғилар автомобил транспортда кенг қўлланилмаётганлигининг сабабларини тушинтиринг.

Камбағал аралашмалар ва қатламли зарядлардан фойдаланиш. Сиқиш даражасини ва электр учқуни қувватини ошириш билан бирга цилиндрдаги заряд ҳаракатланиши интенсивлигини бошқариш $\alpha = 1,5 \dots 1,7$ гача камбағаллаштирилган аралашмани эффектив ёқиш имконини беради. жуда камбағаллашган аралашмада двигател ишлаганда NO_x чиқарилиши деярли сезиларли бўлмайди, CH_4 ва CO чиқишлари билан курашиш эса оксидловчи нейтраллизатор ёрдамида амалга оширилади. Аралашма ҳаддан ташқари камбағаллаштирилганда аралашмани учқун билан ўт олдириш ва ёнишнинг ностабиллиги каби муаммолар пайдо бўлади.

Қатламланган зарядлардан фойдаланиш, улар хусусан бензин цилиндрга пуркалганда шаклланади, таркибида кислород бўлган ишланган газлардаги NO_x ни самарали нейтраллашни талаб қилади. DENOX адсорбцион-каталитик нейтраллизатор шу мақсадда ишланган.

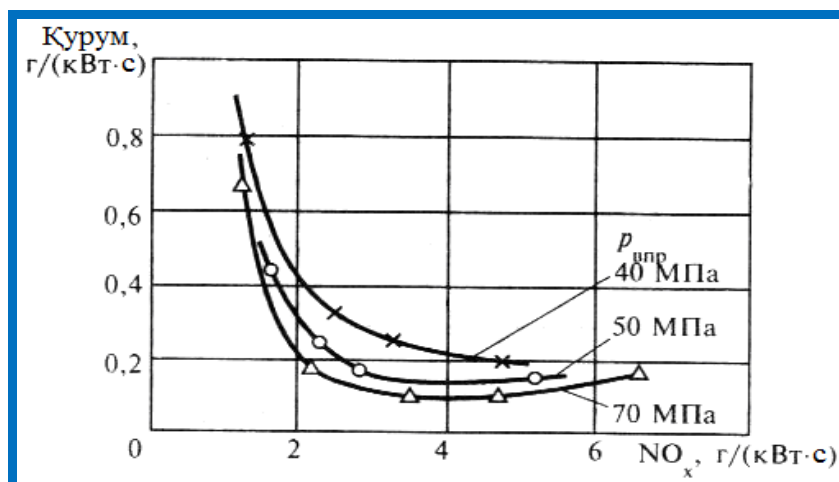
? Камбағал аралашмалар ва қатламли зарядлардан қайси ҳолларда фойдаланилади?

2. Дизеллар ишлаган газларидаги зарарли моддалар миқдорини камайтириш

Аралашма ҳосил қилиш ва ёниш жараёнларини такомиллаштириш– NO_x ва заррачалар чиқишлари ва ёнилғи тежамкорлиги орасидаги компромисни топишдадир.

Ёниш тезлиги ортиши NO_x чиқиндилари чиқишини кўпайтиради, лекин бунда двигател ёнилғи тежамкорлиги яхшиланади.

Аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларини такомиллаштириш шу билан мураккаблашадики, NO_x чиқишини камайтиришга йўналган тадбирлар, одатда, заррачалар чиқишини кўпайтиради.



Қурум ва NO_x чиқишлари орасидаги ўзаро боғлиқлик ($n=1500 \text{ мин}^{-1}$; $p_e=0,3 \text{ МПа}$)

? Аралашма ҳосил қилиш ва ёниш жараёнларини такомиллаштириш қайси копромиссларга асосланади.

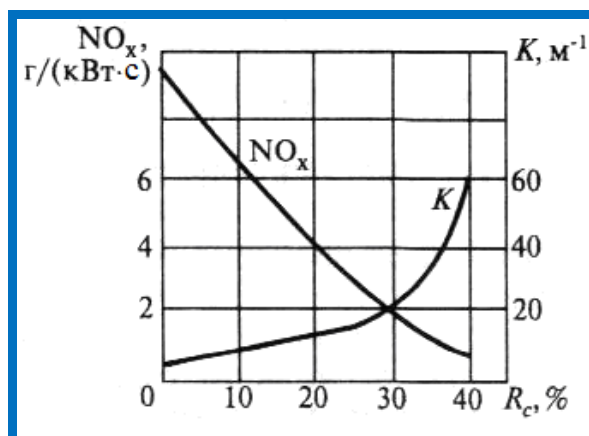
Қурум ва NO_x чиқишлари орасидаги ўзаро боғлиқликни изоҳланг.

Ишланган газлар рециркуляцияси. Рециркуляция даражаси ортганда алангаланишнинг ушланиб туриш давомийлиги узаяди, иссиқлик ажралиб чиқиш тезлиги секинлашади, NO_x чиқиши сезиларли камаёди. Рециркуляция газлари совитилганда бу эффектлар кучаяди. Двигател тўлиқ юкларда ишлаганда рециркуляция қурум чиқишини сезиларли даражада оширади, шу сабабли ундан фойдаланиш ўрта ва кичик юкларда ишлаганда мақсадга мувофиқ бўлади.

Ўтказилган синовлар шуни кўрсатдики чиқадиган NO_x нинг 8...10% салт иши режимига тўғри келар экан. Шу сабабли ҳамда шовқинни камайтириш мақсадида двигател салт иши режимда ишлаганда рециркуляция қиймати сезиларли катталиқкача (50% гача) ортади.

Рециркуляцияловчи газларни совитиш NO_x ва заррачалар чиқишини камайтиради.

?Ишланган газлар рециркуляцияси двигател ишига қандай таъсир қилади?



R_c рециркуляция даражасининг NO_x чиқиши ва оқим ёриқлиги пасайишининг натурал кўрсаткичига таъсири ($n=2000 \text{ мин}^{-1}$; $p_e=0,2 \text{ МПа}$)

? R_c рециркуляция даражасининг NO_x чиқиши ва оқим ёриқлиги пасайишининг натурал кўрсаткичига таъсирини изоҳланг.

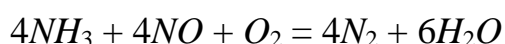
Ишланган газларни нейтраллаштириш. Каталитик оксидловчи нейтраллизаторлар энгил автомобиллар ва катта бўлмаган юк машиналарининг тезюрар дизелларида кенг фойдаланилади. Бунга сабаб – ушбу дизеллар ишланган газларининг ҳарорати CH , CO , заррачаларнинг эрувчи органик ташкил қилувчилари ва альдегидлар оксидланиши учун етарлидир, бошқа тарафдан, у сульфадларнинг кўп миқдори ҳосил бўлиши учун етарли эмас. Юқори ҳароратларда нейтраллизаторда олдин цилиндрлардан чиқаётган SO_2SO_3 гача оксидланади, сўнгра SO_3 сув буғлари, органик ва ноорганик заррачалар билан реакцияга киришади, бунда сульфадлар ҳосил бўлади, улар эса заррачалар чиқишини сезиларли даражада кўпайтиради. Шу сабабли юк автомобиллари дизеллари учун каталитик оксидловчи нейтраллизаторлардан фойдаланиш анча мураккаб муаммо.

? Юк автомобиллари дизеллари учун каталитик оксидловчи нейтраллизаторлардан фойдаланиш нима сабабдан анча мураккаб муаммо ҳисобланади?

Каталитик оксидловчи нейтраллизаторда ҳарорат $300 \text{ }^\circ\text{C}$ дан юқори бўлганда дизеллар ишланган газлари ишловдан ўтгандан кейин CO концентрацияси $85\text{...}90\%$ га, CH концентрацияси эса $75\text{...}80\%$ га камаяди.

Дизел асосий иш режимларида NO_x ни нейтраллаштириш муаммоси селектив (ёки DENOX) деб номланган махсус нейтраллизаторларни ишлаб чиқишни талаб қилди. Бу нейтраллизаторлар қуйидагича ишлайди: чиқариш тизимига (нейтраллизаторгача) аммиак NH_3 , мочевино (NH_2)₂ ва углеводород ёнилғиси берилади, бундан мақсад ишланган газлар таркибидаги эркин O_2 ни кимёвий боғлаш.

NH_3 фойдаланилганда NO нинг қайта тикланиши қуйидаги реакция бўйича боради:



Селектив нейтраллизаторда ҳарорат $t=300\text{...}420$ °C бўлганда NO_x камайиши 90% ни ташкил қилиши мумкин.

? Дизел асосий иш режимларида NO_x ни нейтраллаштириш муаммоси қандай махсус нейтраллизаторларни ишлаб чиқишни талаб қилди?

Аммиак ёки мочевинадан фойдаланилганда автомобил бортида махсус ҳажм ва дозалаш тизими бўлиши зарур, улар узатишни дизел иш режимига мувофиқ таъминлашади. Передозировка бўлганда ҳамда CO , CH ва альдегидлар заррачаларининг эрийдиган органик қисмлари чиқарилишини камайтириш учун селектив билан бирга каталиктик оксидловчи нейтраллизатор ҳам ишлаши керак.¹

Агар NO_x ни қайта тиклаш учун углеводороддан фойдаланилса, яхши натижалар цилиндрга дизел ёнилғиси асосий ёниш тугугандан кейин берилганда олинади, бу пайтда ҳарорат ҳали етарли даражада юқори бўлади. Бу дизел ёнилғиси қўшимча дозасининг иссиқлигидан қайта фойдаланишни таъминлайди. Умуман олганда, аммиак, мочевино ёки углеводород ёнилғиси мос равишда сарфланишига қарамасдан, дизел умумий тежамкорлигининг сақланиб қолиши кутилади, чунки бунда уни рециркуляция билан ёмонлаш ёки NO_x ҳосил бўлишини камайтириш учун кечиктириб пуркашдан фойдаланиш зарур бўлмайди. DENOX нейтраллизаторида NO_x қайта тикланиши даражаси 30...45% дан кам бўлмаслиги керак.

? Аммиак, мочевино ва углеводородлардан қайси ҳолларда фойдаланилади ва улар қандай самара беради?

Ёнилғилар ва присадкалар. Цетан сони орттирилганда юк автомобиллари дизеллари NO_x ни чиқаришни камайтиради, лекин енгил автомобилларнинг юқори оборотли дизелларида заррачалар чиқиши кўпаяди.

Шу билан бирга ҳамма дизеллар учун CH ва CO чиқишининг камайиши кузатилади.

Дизел ёнилғиси таркибида енгил фракциялар қанчалик кўп бўлса, ёниш камерасидаги аралашма таркиби шунчалик бир хил бўлади, бу ишланган газлар тутунининг камайишига ва улардаги NO_x миқдорининг пасайишига олиб келади.

Дизел ёнилғиси таркибида олтингугурт бўлиши мураккаб муаммони туғдиради. Дизел каталиктик оксидловчи нейтраллизатор билан ишлаганда унда юқори ҳароратларда сульфадлар ҳосил бўлишининг интенсив жараёни кечади, бу атмосферага заррачалар чиқишини кескин кўпайтиради.

Дизел ёнилғиси таркибида ароматик углеводородларнинг камайиши канцероген моддалар чиқишини кескин камайтириш мумкин.

Дизел ёнилғисига 1% миқдорида присадкалар қўшилиши, масалан барий ёки марганец асосидаги, ишланган газлар тутунлигини бир неча

¹Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015. 125 p.

марта камайтириш ва улардаги альдегидлар ва бенз(а)пирен миқдорини камайтириш имконини беради. Дизел ёнилғисига кўшимча сифатида спиртлардан фойдаланганда заррачалар чиқиши кескин камаяди ва NO_x ва CO чиқиши ҳам камаяди. Лекин бунда CH чиқиши кескин ортади.

Сувни дизелнинг киритиш трубопроводига ёки цилиндрга узатиш билан NO_x чиқиши камайишига эришиш мумкин. Охирги ҳолда сув цилиндрга ёнилғи билан бирга ёки сув-ёнилғи эмульсияси кўринишида берилиши мумкин.

Дизеллар учун бошқа альтернатив ёнилғи сифатида рапсдан олинган ўсимлик мойидан фойдаланиш мумкин. тоза кўринишда рапс мойидан фойдаланиб бўлмайди, чунки у ёнганда форсункалар коксланади, ёнилғи тизимида ёпишма қатламлар ва мойлаш тизимида смолалар ҳосил бўлади. Расп мойи мос равишда қайта ишлангандан кейин ўзининг характеристикалари бўйича ДМЕга яқин бўлган ёнилғи олиниши мумкин. Унинг таркибида метилэфир бўлганлиги сабабли у МЭРМ (метиловый эфир рапсового масла) белгиланишини олди.

? Присадкалар ёнилғилар сифатига ва ёниш жараёнига ҳамда зарарли моддалар ҳосил бўлишига қандай таъсир қилади?

Заррачалар учун филтлар. Мос филтлар ёрдамида ишланган газларни заррачалардан нисбатан қийналмасдан тозалаш мумкин. Лекин бунда филтлар тез тикилиб қолади, чиқишдаги қарши босим эса кескин ортади.

Филтларни тозалаш анча мураккаб муаммо. Уни филтловчи элементларни алмаштириш йўли билан ёки автомобил бортида уларни регенерация қилиш йўли билан ечиш мумкин. Охирги ҳолда электр энергияси ва махсус горелкалардан фойдаланилади, улар филтдаги ёпишма қатламлар ёниб тугагини таъминлайди.

Қурум ёниб тугагини интенсивлаштириш учун катализаторлар (қимматбаҳо металллар ёки мис)дан фойдаланилади ҳамда ёнилғига цезий присадкаси кўшилади. Бу тадбирлар таркибида углеводород бўлган заррачалар ёниши ҳароратини $300...400\text{ }^{\circ}C$ гача пасайтиради. Филтларнинг энг яхши намуналари уларни 10...12 соат ишлагандан кейин тозалашни талаб қилади, бу мураккаб иш ва қиммат туради, унинг ишончлилиги эса етарли даражада эмас.

?Заррачаларни камайтириш усуларининг таҳлилини баён қилинг.

Назорат саволлари

1. Двигателни яратишда атроф-муҳитга бўлган техноген таъсирни нима сабабдан қайд этиш лозим?
2. Ишланган газлардан ташқари двигателлар захарлилигининг манбалари бўлиб яна нималар хизмат қилади?
3. Дизел ва учқун билан ўт олдириладиган двигателда ишланган газлар компонентлари захарлилиги миқдори қаси диапазонда ўзгаради?
4. Углерод оксиди қайси ҳолларда, қайси интенсивликда ҳосил бўлади?

5. Углеводородлар қайси ҳолларда, қайси интенсивликда ҳосил бўлади?
6. Курум ва қаттиқ заррачалар нима сабабдан ҳосил бўлади?
7. Азот оксидлари нима сабабдан ҳосил бўлади?
8. Ишланган газлар рециркуляциясидан нима мақсадда фойдаланилади ва у двигател кўсаткичлари ва чиқинди газлар чиқишига қандай таъсир қилади?
9. Рециркуляция даражаси R_c нинг NO_x ва CH чиқарилишига таъсирини таҳлил қилинг.
10. Оксидловчи каталитик нейтраллизаторлар нима учун хизмат қилади?
11. Учкомпонентли каталитик нейтраллизаторлар нима учун хизмат қилади?
12. Камбағал аралашмалар ва қатламли зарядлардан қайси ҳолларда фойдаланилади?
13. Ишланган газлар рециркуляцияси двигател ишига қандай таъсир қилади?
14. Юк автомобиллари дизеллари учун каталитик оксидловчи нейтраллизаторлардан фойдаланиш нима сабабдан анча мураккаб муаммо ҳисобланади?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Richard Folkson, *Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance*. Woodhead Publishing Limited, 2015.
2. Hua Zhao. *Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines*. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010.
3. Закон Республики Узбекистан «Об охране атмосферного воздуха». 27.12.1996 г.
4. Закон Республики Узбекистан «Об автомобильном транспорте». 29.12.1998 г.
5. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О мерах по развитию сети автогазонаполнительных компрессорных и автогазозаправочных станций и поэтапному переводу автотранспортных средств на сжиженный и сжатый газ». 10 февраля 2007 г.
6. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. *Альтернативные моторные топлива*. – Ташкент: SHAMS ASA, 2014. – 189 с.
7. Базаров Б.И. *Экологическая безопасность автотранспортных средств*. – Ташкент: Chinor ENK, 2012. – 216 с.

V. КЕЙСЛАР БАНКИ

1-Кейс: МАГАТЭ, ОПЕК, БМТ саноат ривожланиши депортаменти маълумотлари ва Жаҳон Энергетика Агентлиги (ЖЭА) башорати бўйича 2030 йилда жаҳон энергия балансида нефтнинг улуши – 40% ни, газники – 27% ни, кўмирники – 24% ни, бошқаларники – 9% ни ташкил қилади.

Ҳозирги пайтда дунёда бир йилда тахминан 5 миллиард тонна, Ўзбекистонда – 6 миллион тонна нефт қазиб олинмоқда. АҚШда бир йилда 2,9 миллион тонна нефтдан фойдаланилади ва Америка нефт институти маълумотлари бўйича 43% нефт маҳсулотларидан автомобиллар учун енгил ёнилғи сифатида, 11% дан дизел ёнилғиси сифатида фойдаланилади. Бу маълумотларга кўра ер юзида излаб топилган нефт захиралари яқин келажакда тугайди. Бу ҳолда ички ёнув двигателлари учун энергия манбаи муаммоси қандай ҳал этилиши керак? Муаммо ечимини излаб топинг ва таклифлар киритинг.

Кейсни амалга ошириш босқичлари

Босқичлар	Топшириқлар
1-босқич	Тақдим этилган аниқ вазиятлар билан танишиб чиқинг. Муаммоли вазият мазмунига алоҳида эътибор қаратинг. Муаммоли вазият қандай масалани ҳал этишга бағишланганлигини аниқланг.
2-босқич	Кейсдаги асосий ва кичик муаммоларни аниқланг. Ўз фикрингизни гуруҳ билан ўртоқлашинг. Муаммони белгилашда исбот ва далилларга таянинг. Кейс матнидаги ҳеч бир фикрни эътибордан четда қолдирманг.
3-босқич	Гуруҳ билан биргаликда муаммо ечимини топинг. Муаммога доир ечим бир неча вариантда бўлиши ҳам мумкин. Шу билан бирга сиз топган ечим қандай натижага олиб келиши мумкинлигини ҳам аниқланг.
4-босқич	Гуруҳ билан биргаликда кейс ечимига доир тақдимотни тайёрланг. Тақдимотни тайёрлашда сизга тақдим этилган жавдалга асосланинг. Тақдимотни тайёрлаш жараёнида аниқлик, фикрнинг ихчам бўлиши тамойилларига риоя қилинг

2-Кейс: Ҳайдовчи автомобилнинг салонига кўп миқдорда газ хиди чиқаётганини сезди ва бу хид тез орада ташқарига ҳам чиқа бошлади ва автомобил двигетелида ёнғин чиқиши оқибатида кучли портлаш содир бўлди. Бу автомобил ҳайдовчисининг соғлиғига зиён келтирди, шунингдек, атмосферанинг ифлосланишига олиб келди. Мутахассисларнинг жараёни текширишлари натижасида автомобилнинг газ аппаратурасининг резинотехник элементлари ишдан чиққанлиги аниқланди.

Мутахассислар томонидан берилган хулоса тўғрими? Автомобилнинг газ аппаратурасининг резино-техник элементлари ишдан чиқишига яна қандай факторлар сабаб бўлиши мумкин?

Кейсни амалга ошириш босқичлари

Босқичлар	Топшириқлар
1-босқич	Кейс билан танишиб чиқинг. Муаммоли вазият мазмунига алоҳида эътибор қаратинг. Муаммоли вазият қандай масалани ҳал этишга бағишланганлигини аниқланг.
2-босқич	Суюқлаштирилган пропан-бутанли (нефтли) газ (СНГ) таркибига кирувчи пропилен ва бутилен олефинли гуруҳларнинг кимёвий фаоллигини аниқланг. Бундай кимёвий фаоллик двигетелнинг таъминлаш тизимига қандай таъсир кўрсатишини аниқланг.
3-босқич	Автомобилнинг газ аппаратурасининг резино-техник элементларининг бузилишига олиб келган сабабларни аниқланг. Улар бир нечта бўлиши мумкин. Юқоридаги ҳолат учун сабаб бўлган факторни аниқланг ва муаммо ечимини изланг. Топган ечимни асосланг ва айнан шу вазиятга сабаб бўлганлигини мисоллар ёрдамида изоҳланг.
4-босқич	Кейс ечими бўйича ўз фикр-мулоҳазангизни ёзма равишда ёритинг ва тақдим этинг.

КЕЙСЛИ ВАЗИЯТЛАР

(Ўқув машғулотларида фойдаланиш учун тавсия этилади)

1-Кейс: Кейинги 20 йил ичида атроф-муҳит экологияси бузилиб, ер юзи ҳавосининг ҳарорати тахминан 2 градусга кўтарилди. Бунинг натижасида музликлар эрий бошлаб океандаги сув сатҳи кўтарилди бошлади, ер юзининг баъзи чўл зоналарида, айниқса Африкада, қурғоқчилик кучайди. Булар инсон ҳаёти, яшаш шароити ва фаолияти учун сезиларли таъсир ўтказмоқда.

Сизнинг фикрингизча бу муаммони ҳал қилишнинг қандай йўли ёки йўллари мавжуд? Ўз фикрингизни билдинг.

2-кейс: Ички ёнув двигателлари учун қўлланила бошланган баъзи алтернатив ёнилғилар мотор ўт олиши ва аланганинг тарқалишига салбий таъсир қилмоқда ҳамда зарарли моддалар ва заррачалар чиқишини кўпайтирмоқда.

Бу муаммоларнинг олдини олиш учун алтернатив ёнилғилар қандай талабларга мос келиши керак?

3 -Кейс: Водород – юқори самарали ва экологик тоза ёнилғидир. Водород ёнганда фақат сув ҳосил бўлади, унинг ёниш иссиқлиги эса 143 кДж/г, яъни углеводородларга (29 кДж/г) нисбатан 5 марта юқори. Водород – борлиқда энг кенг тарқалган модда (мутахассисларнинг баҳосига қараганда у юлдузлар массасининг ярмини ва юлдузлараро газнинг катта ҳажмини ташкил қилади), лекин ер юзида эркин кўринишда у деярли йўқ.

Водороддан ёнилғи сифатида фойдаланишнинг имкони борми? Агар бор деб ҳисобласангиз, ўз мулоҳазаларингизни баён қилинг.

4-Кейс: Метанол бошқа спритлар орасида хом-ашё ресурслари позициясида ва бошқа техникавий-иқтисодий омиллар бўйича бензин учун энг истиқболли компонент ҳисобланади. Лекин буғланишнинг юқори иссиқлиги двигател ўт олишини ёмонлаштиради ва метанолдан тоза кўринишда фойдаланишга қийинчиликлар туғдиради, бундан ташқари двигател метанолда ишлаганда атмосферага формальдегид 3...5 марта кўпроқ чиқарилади, у эса коррозион актив модда ҳисобланади.

Метанолдан бензинга самарали кўшимча сифатида фойдаланишнинг йўли, яъни юқорида баён қилинган муаммоларнинг ечими борми? Ўз фикрингизни изҳор қилинг.

5-Кейс: Жаҳон ривожланишининг бошқа қатор муаммоларидан фарқли равишда, биомаҳсулотлар муаммоси “бозор суриб чиқариши” эмас балки кенг сиёсий қўллаб-қувватланишга эга. Биоёнилғиларнинг юритувчи кучлари ва муаммолари мамлакатга қараб ўзгаради.

Ушбу масаланинг ечимини топинг.

6-Кейс: Учкун билан ўт олдириладиган двигателда азот оксидланиши ва NO ҳосил бўлиши аланга fronti ортида ёниш маҳсулотлари зонасида содир бўлади, у ерда ҳарорат энг юқори бўлади. Газлар ҳарорати кўтарилиши ва кислород концентрацияси ортиши сабабли NO ҳосил бўлиши кескин ортади. Бу атроф-муҳитга кучли салбий таъсир қилади.

Бу муаммони ечиш йўллари бўйича ўз мулоҳазаларингизни баён қилинг.

7-Кейс: Бугунги кунда водороднинг нархи жуда юқори, бундан ташқари, двигател водород билан таъминлашга ўзказилганда максимал қувват камаяди, қайта алангаланишлар пайдо бўлади, металллар юза қатламларида водород билан тўйиниш натижасида “водород мўртлиги” ҳосил бўлади.

Бу муаммоларнинг ечими борми? Агар ечими бор деб ҳисобласангиз ўз фикрингизни баён қилинг.

VI. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Автомобилнинг ҳавони ифлослаши AUTOMOTIVE AIR POLLUTION	Транспорт воситасидан атмосферага чиқарилаётган буғланган ва тўлиқ ёнмаган захарли ёниш маҳсулотлари, асосан углерод оксиди (CO), углеводородлар (CH), азот оксиди (NOx), олтингугурт оксиди (SOx) ва майда заррачалар	Evaporated and unburned fuel and other undesirable by-products of combustion that escape from a vehicle into the atmosphere, mainly carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), nitrogen ox-ides (NOx), sulfur oxides (SOx) and particulates.
Азот оксиди NITROGEN OXIDES (NOx)	Азот ва кислороднинг барча кимёвий бирикмалари. Азот оксиди автомобиль двигателлари ва бошқа энергетик қурилмаларда ёниш жараёни натижасида ёниш камерасидаги юқори босим ва ҳарорат туфайли ҳосил бўлади. Азот оксиди углеводородлар билан қуёш нури таъсирида бирикиб, смог ҳосил қилади. У асосий ҳавони ифлослантирувчи ҳисобланади.	Any chemical compound of nitrogen and oxy-gen. Nitrogen oxides result from high temperature and pressure in the combustion chambers of automobile engines and other power plants during the combustion process. When combined with hydrocarbons in the presence of sunlight, nitrogen oxides form smog. A basic air pollutant.
Алангаланиш IGNITION	Ёниш камерасидаги сиқилган ёнилғи-ҳаво аралашмасини свеча ёрдамида учқунлантириш.	The action of the spark in starting the burning of the compressed air-fuel mixture in the combustion chamber.
Алангаланиш энергиси IGNITION ENERGY	Ёнувчи ёнилғи аралашмасини ёқиб юбориш учун керак бўладиган ташқи энергия миқдори.	The amount of external energy that must be applied in order to ignite a combustible fuel mixture.
Ароматиклар AROMATICS	Табиий газга ҳиди келиш учун қўшиладиган кимёвий бирикмалар. Ёнилғи сифатида ишлатиладиган водородга ароматикларни қўшиш мумкин эмас	Chemical compounds added to natural gas in order to impart odor. Aromatics cannot be added to hydrogen for fuel cell use.
Ароматлаш ODORIZATION	Табиий газга фарқловчи ҳид бериш жараёни, бу унинг мавжудлигини осон аниқлаш имконини беради.	A process of adding a distinctive odor to natural gas so that its presence can be easily detected.
Бензин GASOLINE	Ҳозирги вақтда кўпчилик автомобиль двигателларида ёнилғи сифатида ишлатилувчи нефтдан олинадиган углеводородларнинг суюқ аралашмаси.	A liquid blend of hydrocarbons obtained from crude oil, currently used as fuel in most automobile engines.
Буғ	Газ: ихтиёрий модданинг	A gas: any substance in the

VAPOR	газсимон ҳолати, суюқлик ёки қаттиқ ҳолатлардан фарқли ҳолат.	gaseous state, as distinguished from the liquid or solid state.
Буғланиш VAPORIZATION	Буғланиш ёки қайнаш натижасида суюқликнинг буғ ҳолатига келиши; буғланиш ва қайнашни ўз ичига қамраб олувчи атама.	A change of state from liquid to vapor by evaporation or boiling; a general term including both evaporation and boiling.
Бутан BUTANE	32 °F (0 °C) ҳароратдан паст шароитда атмосфера босимида суюқ ҳолдаги нефть гази.	A type of petroleum gas that is liquid below 32 °F (0 °C) at atmospheric pressure.
Водород HYDROGEN (H₂)	Оламдаги энг оддий ва энг энгил элемент бўлиб, энг паст криоген ҳароратларда ҳам газ ҳолида мавжуд бўла олади. Водород гази – рангсиз, концентрацияси кенг диапазонда кислород билан аралашганда ёниш хавфи юқори бўлган ҳидсиз газ.	The simplest and lightest element in the universe, which exists as a gas except at low cryogenic temperatures. Hydrogen gas is color-less, odorless and highly flammable gas when mixed with oxygen over a wide range of concentrations.
Гибридэлектромобили (ГЭМ) HYBRID ELECTRIC VEHICLE (HEV)	Электрюртмаситизими ёрдамида ҳаракатланувчи ва муқобил қувват блоки (МҚБ) деб номланувчи иккинчи қувват манбаи сифатида ички ёнув двигатели қўлланиладиган транспорт воситаси.	A vehicle that is powered by both an electric drive system and a second source of power, such as an internal combustion engine, referred to as the alternative power unit (APU).
Двигатель ENGINE	Иссиқлик энергиясини механик энергияга айлантириб берувчи машина.	A machine that converts heat energy into mechanical energy.
Детонация (Портлаш) DETONATION	Ёнувчи аралашманинг зарбий тўлқин ва кескин босим ортиши (атмосфера босимидан бир неча марта катта) билан кечадиган жуда тез ёниши. Портлаш тўлқинлари товуш тезлигидан юқори бўлади. Ички ёнув двигателларида детонация зарб ёки шовқинга олиб келади.	The very rapid burning of vapor resulting in a self-sustaining shock wave, the pressure behind which is several atmospheres. Detonation waves travel at speeds exceeding the speed of sound in air. In an internal combustion engine, detonation is commonly referred to as spark knock or ping.
Дизель ёнилғиси DIESEL FUEL	Дизель ёнилғиси – юқори босимли ўз-ўзидан аланаланадиган двигателлар учун кенг тарқалган ёнилғи бўлиб, бошқа турдаги ёнилғилар билан солиштириш учун стандарт ҳисобланади.	Diesel fuel is the most common fuel for heavy-duty engines and is therefore a standard of comparison for other fuels.
Диффузия DIFFUSIVITY	Газни хаво билан аралашиб (қўшилиб) кетиш	The ability of a gas to diffuse in air.

	қобилияти.	
Ёнилғи FUEL	Кислород билан кимёвий реакцияга киришганда энергия ажралиб чиқадиган модда.	A substance that releases energy when reacted chemically with oxygen.
Ёнилғи билан таъминлаш тизими FUEL SYSTEM	Двигателнинг цилиндрига буғланган ёнилғи ва ҳаво аралашмасини узатиб берувчи тизим (ёнилғи баклари ва қувурлари, филтёр, ёнилғи насоси, карбюратор ва киритиш коллектори).	The system (fuel cylinders and lines, gauge, fuel pump, carburetor, and intake manifold) that delivers the combustible mixture of vaporized fuel and air to the engine cylinders.
Ёнилғи инжектори FUEL INJECTOR	Поршенли двигателга ёнилғини пуркаш учун қурилма (карбюратор ўрнига).	A device for introducing fuel into a piston engine (replacing the carburetor).
Ёнилғи сарфи FUEL GAUGE	Ёнилғи баки ёки цилиндрдаги ёнилғининг миқдорини кўрсатувчи ўлчов.	A gauge that indicates the amount of fuel in the fuel tank or cylinder.
Ёнилғини пуркаш тизими FUEL INJECTION SYSTEM	Ҳар бир цилиндрга алоҳида ҳавонинг оқимида ёки олд-камера, уярмавий камера, ёниш кмерасига ёнилғини босим остида пуркаш тизими (оддий карбюраторни ўрнини босувчи).	A system (replacing the conventional carburetor) that delivers fuel under pressure into the combustion chamber, pre-combustion chamber, turbulence chamber, or into the airflow just as it enters each individual cylinder.
Ёнилғини пуркашнинг электрон тизими ELECTRONIC FUEL INJECTION SYSTEM	Умумий ёнилғи қувирига вертикал ўрнатилган, ҳар бир цилиндр учун электрон бошқарладиган ёнилғи инжекторлари цилиндрларга углеводородли ёнилғини пуркаб етказиб берувчи ёнилғи тизими тури. Тизим ёнилғи қувирида ўзгармас босимли ва пуркаш вақти ўзгариб турувчи турларга бўлинади.	A type of port injection fuel delivery system that meters the hydrogen fuel to each cylinder, using individual electronic fuel injectors for each cylinder and plumbed to a common fuel rail. The system uses variable injection timing and constant fuel rail pressure.
Ёнилғини сақлаш тизими FUEL STORAGE SYSTEM	Ёнилғини мобил қурилмада сақлаш учун фойдаланиладиган бир ёки бир нечта контейнерлар, уларни бир-бирига боғловчи қурилмалар билан бирга.	One or more containers, including their inter-connecting equipment designed for use in the mobile containment of fuel.
Ёниш COMBUSTION	Ёнилғи, юқори ҳарорат ва кислород комбинацияси натижасидаги ўт, олов. Двигателда ёнилғи аралашмасининг тез ўт олиши ёниш камерасида	Burning, fire produced by the proper combination of fuel, heat, and oxygen. In the engine, the rapid burning of the air-fuel mixture that occurs in the

	содир бўлади.	combustion chamber.
Ёниш камераси COMBUSTION CHAMBER	Поршеннинг туби ва цилиндр каллаги орасидаги бўшлиқ бўлиб, ёнилғи-ҳаво аралашмаси ёнадиган жой.	The space between the top of the piston and the cylinder head, in which the air-fuel mixture is burned.
Заҳарли моддалар POLLUTANT	Атроф-муҳитга зарарли таъсир этаётган ёки ифлослантираётган барча моддалар. Транспорт воситасида двигателнинг ишлаб бўлган газларидаги ёки ёнилғи тизимидан буғланаётган моддалар.	Any substance that adds to the contamination or degrading of the environment. In a vehicle, any substance in the exhaust gas from the engine or evaporating from the fuel system.
Икки ёнилғили тизим DUAL-FUEL	Бир вақтда иккита ёнилғида ишловчи тизим, масалан, дизель ёнилғиси ва сиқилган газда ишловчи дизель двигатели.	A system that operates on two fuels simultaneously, such as a fumigated diesel engine that runs on diesel and natural gas
Икки хил ёнилғили тизим BI-FUEL	Иккита турдаги ёнилғи билан ишловчи тизим, турли вақтларда алоҳида-алоҳида масалан бензин ва СқТГ.	A system that can operate on two fuels, one at a time and not si-multaneously, such as gasoline and CNG.
Инжектор INJECTOR	Ёнилғи коллектордаги ҳаво оқими ёки ёниш камерасига пуркаладиган учлик ёки трубка.	The tube or nozzle through which fuel is introduced into the intake airstream or the combustion chamber.
Иссиқлик эффективлиги EFFICIENCY, THERMAL	Термодинамик жараён (кимёвий реакция каби) натижасида фойдаланилаётган эффектив ишнинг жараён давомида сарфланаётган умумий энергияга нисбати.	The ratio of the useable work that results from a thermodynamic process (such as a chemical reaction) to the total amount of energy released during the process.
Иссиқлик эффективлиги THERMAL EFFICIENCY	Ёнилғининг ёнишидан ҳосил бўлган энергияни двигател ҳосил қилаётган энергияга нисбати.	Ratio of the energy output of an engine to the energy in the fuel required to produce that output.
Ифлослантириш POLLUTION	Атроф-муҳитга фойдаси кам бўлган барча газлар ёки моддаларнинг чиқиши. Ифлосланиш турларига: ҳавони, тупрокни, сувни, океанни ифлослаш шунингдек шовкин ҳам киради.	Any gas or substance that makes the environment less fit. Types of pollution include: air, ground water, ocean, noise, etc.
Ички ёнув двигатели (ИЁД) INTERNAL COMBUSTION ENGINE (ICE)	Ёнилғи двигателнинг бевосита ўзида, алоҳида қурилма, яъни буғ двигателидаги қозон эмас балки цилиндр ичида ёқиладиган двигател.	An engine in which the fuel is burned inside the engine itself, rather than in a separate device, such as a boiler on a steam engine.
Ишлаб бўлган газларни қайта йўллаш EXHAUST GAS	Иссиқликни бошқариш ва/ёки NO _x миқдорини бошқариш тизими бир қисм	A thermal dilution and/or NO _x control system that recirculates a portion of the

RECIRCULATION	ишлаб бўлган газларни киритиш коллекторига қайта йўллаш.	exhaust gases back into the intake manifold.
Карбюратор CARBURETOR	Ёнилғи билан таъминлаш тизимида ёнилғини ҳаво билан аралаштириб берувчи, двигателнинг турли тезлик ва юк шароитлари учун киритиш коллектори учун ёнувчи аралашмани етказувчи қурилма.	The device in an engine fuel system that mixes fuel with air and supplies the combustible mixture to the intake manifold for varied speed and load conditions of the engine.
Карбюрация CARBURETION	Карбюраторда содир бўладиган жараён бўлиб, суюқ ёнилғини буғлатиб ҳаво билан аралаштирган ҳолда ёнувчи аралашма ҳосил қилиш.	The actions that take place in the carburetor: converting liquid fuel to vapor and mixing it with air to form a combustible mixture.
Катализатор CATALYST	Моддалар орасидаги кимёвий жараённи тезлаштирувчи ёки секинлаштирувчи, бироқ ўзи жараёнда иштирок этмайдиган модда. Платина – типик катализатор ҳисобланади.	A substance that can speed or slow a chemical reaction between substances, without itself being consumed by the reaction. Platinum is a typical catalyst.
Каталитик конвертер (Нейтрализатор) CATALYTIC CONVERTER	Катализатори бўлган чиқариш тизимидаги қурилма бўлиб, ишлаб бўлган газлар таркибидаги захарли газларни зарарсиз газларга айлантириб беради.	A device in the exhaust system containing a catalyst so that reactions can occur that convert undesirable compounds in the exhaust gas into harmless gases.
Кимёвий формула CHEMICAL FORMULA	Кимёвий формула молекуланинг таркиби ёки модданинг таркиб топган атомлари кимёвий композициясини ифодалайди. Водород, метанол ва этилспирти моддалирини аниқ қисқа формула ёрдамида ифодалаш мумкин. Табиий газ, пропан, бензин ва дизель ёнилғилари тахминий формула билан ифодаланади.	A chemical formula describes the chemical composition of a molecular compound or substance according to its constituent atoms. Hydrogen, methanol and ethanol are pure substances with a definite formula. Natural gas, commercial propane, gasoline and diesel fuel have variable compositions.
Қайта ёниш BACKFIRE	Мажбуран ўт олдириладиган двигателларда чиқариш коллекторида ҳаддан ташқари бой бўлган аралашмани тўсатдан портлаши. Қайта ёниш шунингдек ёнишнинг кечикиши натижасида	The accidental explosion of an overly rich mixture in the exhaust manifold of a spark-ignition engine. Backfire conditions can also develop if the premature ignition occurs near the fuel intake valve and the resultant flame

	ёнилғи чиқариш клапани атрофида ёнганда ва аланга индукцион тизимдан орқада қолганда келиб чиқади.	travels back into the induction system.
Марказий (ёнилғи) узатиш тизими CENTRAL (FUEL) DELIVERY SYSTEM	Бу тизим киритиш тактида ёнувчи аралашмани ҳосил қилади. Буглатиш киритиш коллекторида ҳосил бўлади. Карбюратор – марказий узатиш тизими ҳисобланади.	This system forms the fuel-air mixture during the intake stroke. The injection is at the inlet of the air intake manifold. A carburetor is a central delivery system.
Механик эффективлик MECHANICAL EFFICIENCY	Двигателнинг йўқотишлари от кучи ва умумий от кучи нисбати.	In an engine, the ratio between brake horsepower and indicated horsepower.
Муқобил ёнилғилар ALTERNATIVE FUEL	Нефддан қайта ишлаб олинган бензин ёки дизел ёнилғисига муқобил бўлган ёнилғилар, масалан суюлтирилган табиий газ (СТГ), сиқилган нефть газ (СНГ), сиқилган табиий газ (СкТГ), этанол, метанол ёки водород	An alternative to gasoline or diesel fuel that is not produced in a conventional way from crude oil, for example CNG, LPG, LNG, ethanol, methanol and hydrogen.
Нотўғри ёниш ABNORMAL COMBUSTION	Зарбий дастлабки ёниш бўлиб, аланга юза бўйлаб тарқалади; бундай ёниш нормал кечмайди (яъни учқун билан бошланган аланга fronti бутун ёниш камераси бўйлаб бир текис ва портлашсиз тарқалмайди).	Combustion in which knock, pre-ignition, run-on or surface ignition occurs; combustion that does not proceed in the normal way (where the flame front is initiated by the spark and proceeds throughout the combustion chamber smoothly and without detonation).
Октан сони OCTANE NUMBER	Бензиннинг октан сонини баҳоловчи сон. Октан сони ички ёнув двигателида ёнилғининг детонацияга чидамлилики даражасини ифодалайди.	The number used to indicate the octane rating of a gasoline. The octane number describes the anti-knock properties of a fuel when used in an internal combustion engine.
Октан сонини баҳолаш OCTANE RATING	Бензиннинг детонацион хоссаси ўлчови бўлиб, октан сони қанча юқори бўлса, бензин шунча нотўғри ёнишга (детонацияга) чидамли бўлади.	A measure of the antiknock properties of a gasoline. The higher the octane rating, the more resistant the gasoline is to abnormal combustion.
Олтингугурт оксиди SULFUR OXIDES (SO_x)	Қайноқ ишлаб бўлган газлар билан катализатордаги катализатор реакцияга кириши натижасида кам миқдорда ҳосил бўладиган кислоталар.	Acids that can form in small amounts as the result of a reaction between hot exhaust gas and the catalyst in a catalytic converter.
Пиролиз	Юқори ҳароратларда	The chemical

PYROLYSIS	углеводородларни кимёвий парчалаш жараёни.	decomposition brought about by heat.
Пропан PROPANE (C₃H₈)	Суюлтирилган газнинг (СТГ) бир тури бўлиб, атмосфера босимида –44 °F (–42 °C) паст ҳароратда суюқликка айланади. Пропан газни ҳавога нисбатан оғир бўлади.	A type of liquid petroleum gas (LPG) that is liquid below –44 °F (–42 °C) at atmospheric pressure. Propane gas is heavier than air.
Сиқилган водород газни (СВГ) COMPRESSED HYDROGEN GAS (CHG)	Сиқилган водород газни юкори босимда ва атмосфера ҳароратида сақланадиган сиқилган водород.	Compressed hydrogen gas is hydrogen compressed to a high-pressure and stored at ambient temperature.
Сиқилган нефть газни (СНГ) LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG)	Углеводород ёки углеводород аралашмаларининг энгил газсимон барча моддалари: пропан, пропилен, нормал бутан, изобутилен ва бутиленлар.	Any material that is composed pre-dominantly of any of the following hydrocarbons or mixtures of hydrocarbons: propane, propylene, normal butane, isobutylene and butylene.
Сиқилган табиий газ (СкТГ) COMPRESSED NATURAL GAS (CNG)	Углеводород газлари ва буғлари аралашмаси, асосан газсион шаклдаги метан, муқобил ёнилғи сифатида ишлатиш учун сиқилган.	Mixtures of hydrocarbon gases and vapors, consisting principally of methane in gaseous form that has been compressed for use as a vehicular fuel.
Сиқиш COMPRESSION	Газ ҳажмининг қисқариши, уни кичик бўшлиққа сиқиш. Ҳажмининг камайиши газ босимни, зичлигини ва ҳароратини оширади.	Reducing the volume of a gas by squeezing it into a smaller space. Increasing the pressure reduces the volume and increases the density and temperature of the gas.
Сиқиш даражаси (СД) COMPRESSION RATIO (CR)	Цилиндр ҳажмини поршеннинг ПЧҲдан ЮЧҲгача сиқилгандаги ҳажми.	The volume of the cylinder when the piston is at BDC, divided by the volume of the cylinder when the piston is at TDC.
Сиқишдан алангаланадиган ИЁД COMPRESSION IGNITION (CI) ENGINE	Двигателга киритиш вақтида ҳаво киритилиб, ёнилғи ёниши учун етарли бўладиган ҳароратгача тез сиқиладиган ички ёнув двигатели. Дизел двигатели деб ҳам юритилади.	An internal combustion engine in which air is admitted to the engine on the intake stroke and the rapid compression of the air raises the temperature to such a point that the fuel ignites. Typified by the diesel engine.
СкТГ CNG	Сиқилган табиий газ.	Compressed Natural Gas.
Стехиометрик жараён STOICHIOMETRIC (STOICH)	Двигателда ёнилғи ва ҳавонинг идеал кимёвий реакцияси (ёниш маҳсулоти фақатгина – сув ва углерод икки оксиди).	A chemically perfect reaction of fuel and air in an engine (the only products of combustion are water and carbon dioxide).
Стирлинг двигатели	Иссиқлик двигателларининг	A type of internal

STIRLING ENGINE	бир тури бўлиб, поршен ишчи газнинг навбатма-навбат киздирилиши ва совитилиши натижасида босим ўзгариши ҳисобига ҳаракатланади. Унда иккита изотермик ва иккита изохорик жараён мавжуд.	combustion engine in which the piston is moved by changes in the pressure of a working gas that is alternately heated and cooled. It has two isothermal processes and two constant-volume processes.
Суюлтирилган табиий газ (СТГ) LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG)	Мотор ёнилғиси сифатида ишлатилиш учун табиий газни суюлтириш. Суюлтирилган газ 111 К гача (– 259 °F; –162 °C) совитилади ва атмосфера босимида суюқликка айланади.	A motor fuel composed of natural gas that has been liquefied. Liquefied natural gas cooled to 111 K (–259 °F; –162 °C) and ambient pressure becomes a liquid.
Тизимнинг эффективлиги EFFICIENCY, SYSTEM	Қатор жараёнлар натижасида фойдаланилаётган эффектив ишнинг шу жараёнлар давомида сарфланаётган умумий энергияга нисбати. Тизимнинг эффективлиги қатор жараёнларнинг фақатгина нисбий миқдори ҳисобланади, масалан, двигателнинг маховики учун тизимнинг эффективлиги транспорт воситасининг ғилдирагидаги тизимнинг эффективлигидан фарк қилади. Бир тизимдаги тизимнинг эффективлигини бошқача усул билан аниқланган бошқа тизимнинг эффективлиги билан солиштириш кўп ҳолларда тўғри эмас.	The ratio of the useable work that results from some series of processes to the total amount of energy used during those processes. System efficiency is only meaningful in relation to a defined series of processes; for example, the system efficiency for an engine at the flywheel is different (and necessarily higher than) the system efficiency at the wheels of a vehicle. The system efficiency for one system is of-ten compared inappropriately to the system efficiency for another system that is defined differently.
Углеводород (СН) HYDROCARBON (HC)	Асосан табиий ёнилғилар, нефть, табиий газ ва қўмир таркибида мавжуд бўлган углерод ва водороднинг органик бирикмаси: фотохимёвий смог ҳосил қилувчи агент ҳисобланади.	An organic compound containing only carbon and hydrogen, usually derived from fossil fuels such as petroleum, natural gas, and coal: an agent in the formation of photochemical smog.
Углерод оксиди (СО) CARBON MONOXIDE (CO)	Машинанинг чиқариш қувуридан чиқувчи заҳарли модда бўлиб, ёнилғининг тўлиқ ёнмаслиги натижасида ҳосил бўладиган рангсиз, таъмсиз ва ҳидсиз бўлган заҳарли	A pollutant from engine exhaust that is a color-less, odorless, tasteless, poisonous gas that results from incomplete combustion of carbon with oxygen.

	газ.	
Ўз-ўзидан алангаланиш харорати AUTOIGNITION TEMPERATURE	Аланга манбаси бўлмаганда ёнувчи аралашмани ўз-ўзидан алангаланиши учун зарур бўлган минимал харорат. Ўз-ўзидан ёниб кетиш харорати деб ҳам юритилади	The minimum temperature required to initiate self-sustained combustion in a combustible fuel mixture in the absence of a source of ignition. (Also known as self-ignition temperature.)
Ўт олдириш тизими IGNITIONSYSTEM	Автомобилда сиқилган ёнилғи-ҳаво аралашмасини ўт олдириш учун двигателнинг цилиндрларини юқори кучланишли учкун билан таъминлаш тизими. Аккумулятор батареяси, ўт олдириш ғалтаги, ўт олдириш узгичи ва таксимлагичи, электр симлар ва ўт олдириш свечалари.	In the automobile, the system that furnishes high-voltage sparks to the engine cylinders to fire the compressed air-fuel mixture. Consists of the battery, ignition coil, ignition distributor, ignition switch, wiring, and spark plugs.
Ҳаво ва ёнилғининг stechиметрик нисбати STOICHIOMETRIC AIR-FUEL RATIO	Ҳаво ва ёнилғининг шундай аниқ нисбатиники, бунда ёнилғи тўлиқ ёниб сув ва углерод икки оксидига айланади.	The exact air-fuel ratio required to completely react a fuel into water and carbon dioxide.
Ҳаво-ёнилғинисбати (X/Ё) AIR-FUEL RATIO (A/F)	Ёниш учун қираётган ҳаво ва ёнилғининг массавий нисбати	The proportions, by weight, of air and fuel supplied for combustion.
Ҳавонинг ифлосланиши AIR POLLUTION	Одамлар, ҳайвонлар ёки ўсимликлар учун ҳавонинг ҳар қандай зарарли таъсири	Any contamination of the air that is harmful to humans, animals or plants.
Цетан сони CETANE NUMBER	Дизель ёнилғисининг ўз-ўзидан алангаланиш даражасини билдиради. Цетан сони юқори бўлган ёнилғи паст цетанли ёнилғига нисбатан осон алангаланади (паст хароратларда). Дизел ёнилғилари учун цетан сони 30 дан 70 гача ўзгаради, 40 дан 50 гача типик ҳисобланади.	An indicator of the ignition quality of diesel fuel. A high-cetane fuel ignites more easily (at lower temperature) than a low-cetane fuel. Cetane numbers for diesel fuels range from 30 to 70 while 40 to 50 is typical.
Цилиндрга ёнилғини тўғридан-тўғри пуркаш тизими DIRECT CYLINDER (FUEL) INJECTION SYSTEM	Кириштирилган клапани ёпилганидан кейин цилиндрдаги ҳавога ёнилғини аралаштириб берувчи мураккаб тизим.	A sophisticated system that forms the fuel-air mixture inside the combustion cylinder after the air intake valve has closed.
Чиқинди эмиссия EXHAUST EMISSIONS	Двигателнинг чиқариш тизимидан атмосферага чиқаётган зарарли чиқиндилар.	Pollutants emitted into the atmosphere through any opening downstream of the exhaust ports of an engine.
Эжектор EJECTOR	Газни тарқатувчи қурилма бўлиб, тизимдаги газ	A device used to circulate gas: new gas enters the

	эжектордан чиқиб ҳаво билан аралашади ва оқим билан бирга сўриб олинади.	ejector where it mixes with and drives the recirculating flow by way of suction.
Экологик тоза транспорт воситаси (ЭТТВ) ZEV	Атроф-муҳитни ифлослантормайдиган транспорт воситаси (яъни эмиссияси нолга тенг)	Zero Emissions Vehicle
Эмиссия (чиқинди) назорати EMISSION CONTROL	Атроф-муҳит ҳавосини ифлосланишини камайтириш мақсадида ишлаб чиқилган ёки ўрнатилган қурилмалар ва жиҳозлар.	Any device or modification added onto or designed into a motor vehicle for the purpose of reducing air polluting emissions.
Эмиссия стандартлари EMISSION STANDARDS	Маҳаллий, давлат ва ҳокимият қонунчилиги асосида ўрнатилган автомобилларнинг эмиссия учун рухсат этилган даража.	Allowable automobile emission levels, set by local, state and federal legislation.
Энергетик сифим ENERGY CONTENT	Маълум миқдордаги ёнилғининг энергияси миқдори.	Amount of energy for a given <i>weight</i> of fuel.
Энергия зичлиги ENERGY DENSITY	Ёнилғининг маълум ҳажми учун энергия миқдори.	Amount of energy for a given <i>volume</i> of fuel.
Эффективлик EFFICIENCY	Ҳақиқий натижа билан назарий қўтилаётган натижалар нисбати.	The ratio between an actual result and the theoretically possible result.

VII. ФОЙДАЛАНГАН АДАБИЁТЛАР

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида. - Т.:“Ўзбекистон”, 2011.
2. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб ҳалқимиз билан бирга курамиз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

4. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2019.
5. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.
6. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.
7. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муасасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 3 февралдаги “Хотин-қизларни қўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш соҳасидаги фаолиятни тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5325-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим тизимига бошқарувнинг янги тамойилларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4391- сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-5763-сон фармони.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 августдаги

“Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли фармони.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 майдаги “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 февралдаги “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонунининг қоидаларини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2752-сонли қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сонли қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Нодавлат таълим хизматлари кўрсатиш фаолиятини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3276-сонли қарори.

20. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 26 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 278-сонли Қарори.

Махсус адабиётлар:

1. Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008.
2. Fuel Economy in Road Vehicles Powered by Spark Ignition Engines. John C. Hillard, George S. Springer. New York and London, Plenum Press, 2001.

3. Guzzella Lino | Onder Christopher. Introduction to Modeling and Control of Internal Combustion Engine Systems. Springer, 2013. ISBN: 978-3-642-10774-0

4. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010.

5. Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 2: Diesel engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010.

6. Maximino Manzanera. Alternative Fuel. Croatia. InTech, 2011.

7. The Renewable Energy Home Handbook: Insulation & energy saving, Living off-grid, Bio-mass heating, Wind turbines, Solar electric PV generation, Solar water heating, Heat pumps, & more. Lindsay Porter. 2015, Veloce Publishing.

8. Richard Folkson, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Woodhead Publishing Limited, 2015.

9. Базаров Б.И. Экологическая безопасность автотранспортных средств. – Ташкент: Chinor ENK, 2012. – 216 с.

10. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. – Тошкент: SHAMS ASA, 2014. – 189 с.

Интернет ресурслари:

1. <http://www.ziyonet.uz>

2. <http://www.edu.uz>

3. <http://www.infocom.uz>

4. <http://www.press-uz.info>

5. <http://www.fueleconomy.gov>