

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



**ТРАНСПОРТ ВОСИТАЛАРИ
МУҲАНДИСЛИГИ**

**ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ
ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИ ВА
ЭКОЛОГИКЛИГИ**

**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**

**“ТРАНСПОРТ ВОСИТАЛАРИ МУҲАНДИСЛИГИ”
(турлари бўйича) йўналиши**

**“ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИ
ВА ЭКОЛОГИКЛИГИ”**

модули бўйича

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648- 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 доценти О.О.Даминов

Тақризчи: ТАЙЛҚЭИ, т.ф.д., профессор Б.И.Базаров

Ўқув-услугий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2020 йил 18 декабрдаги 4 сонли йиғилишида кўриб чиқилиб, фойдаланишга тавсия этилди.

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР.....	5
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ	13
III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР	17
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ	93
V. КЕЙСЛАР БАНКИ	120
VI. ГЛОССАРИЙ.....	125
VII. ФОЙДАЛАНГАН АДАБИЁТЛАР.....	139

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда тасдиқланган “Таълим тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сон, 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сон, 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармонлари ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарорида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Ишчи ўқув дастури ёнилғи-энергетик ресурслар ва улардан фойдаланишнинг барқарор ривожланиши; энергосамарадорлик ва энерготежамкорлик; истиқболли муқобил мотор ёнилғилари; ички ёнилғи двигателининг энергосамарадорлиги ва энерготежамкорлиги; 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

“Ички ёнув двигателларининг 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, кўникма ва амалий малакаларни шакллантириш, яъни уларнинг бу соҳадаги компетентлигини шакллантиришдан иборатдир.

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

“Ички ёнув двигателларининг энергия самарадорлиги ва экологиклиги” модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- ички ёнув двигателларининг экологик кўрсаткичлари ва уларнинг таҳлилини;

- ички ёнув двигателларида ишлатилган газлар таркибидаги захарли моддаларнинг ҳосил бўлиш сабабларини ва уларни камайтириш тадбирларининг илмий асосларини;

- ички ёнув двигателларининг атроф-муҳитга салбий таъсир қилувчи омилларини камайтириш ва йўқотиш усулларининг таҳлилини;

- ички ёнув двигателлари энерготежамкорлигини таъминлаш йўлларининг таҳлилини;

- ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозаллиги масалаларини;

- индиивдуал углеводородларнинг захарлилигини;

- табиий ва нефт газидан олинадиган ёнилғилар захарлилигини;

- ёнилғига қўшиладиган қўшимчалар захарлилигини;

- ёниш маҳсулотлари компонентларининг захарлилигини мослаштириш бўйича билимларга эга бўлиши лозим.

Тингловчи:

- транспортдан фойдаланиш самарадорлигига таъсир этувчи омилларни таҳлил қилиш;

- зарарли моддалар чиқишини нормалаш;

- индивидуал ҳимоя воситаларидан фойдаланиш;

- ички ёнилғи двигателларининг фойдали иш коэффицентини ошириш;

- газсимон ёнилғиларнинг бензин ва дизел ёнилғисида ишлайдиган двигателларда фойдаланишни баҳолаш **кўникмаларига** эга бўлиши лозим.

Тингловчи:

- ички ёнув двигателларининг атроф-муҳитга салбий таъсир қилувчи омилларини 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;

- атроф-муҳит ҳолатини назорат қилиш;

- захарланишда биринчи ёрдам тадбирлари кўрсатишни ташкил этиш **малакаларини эгаллаши зарур.**

Тингловчи:

- ички ёнув двигатели кўрсаткичларини, жумладан энергия тежамкорлиги ва экологик кўрсаткичларни яхшилаш;

- ички ёнилғи двигателларининг фойдали иш коэффицентини ошириш;

- газсимон ёнилғиларнинг бензин ва дизел ёнилғисида ишлайдиган двигателларда фойдаланиш;

- транспорт экологиясининг муаммоларини ечиш кўрсаткичларини яхшилашга оид **компетенцияларига эга бўлиши зарур.**

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Ички ёнув двигателларининг 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 қўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Ички ёнув двигателларининг энергия самарадорлиги ва экологиклиги” модули ўқув режадаги қуйидаги фанлар билан боғлиқ: “Транспорт воситаларини автоматлаштириш”, “Транспорт воситаларида қўлланиладиган альтернатив ёнилғилар” ва “Машиналар диагностикаси ва техник хизмат кўрсатиш”.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Бугунги кунда дунёда саноат кескин ривожланганлиги, айниқса транспорт тизимларидан кенг фойдаланиш бир қанча экологик ва ижтимоий-иқтисодий муаммоларни келтириб чиқармоқда. 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 дунё миқёсидаги бир қанча муаммоларни вужудга келтирмоқда: атмосферада CO₂ кўпайиб кетганлиги туфайли йиллик ўртача ҳаво ҳарорати охириги 30 йил ичида 2 °га 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.

“Ички ёнув двигателларининг энергия самарадорлиги ва экологиклиги” модули бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат			
		Жами	Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Газсимон ёнилғиларнинг бензин ва дизел ёнилғисида ишлайдиган двигателларда фойдаланиш	8	4	4	
2.	ИЁДлар ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш ва ишланган газлар таркибида заҳарли компонентларни камайтириш.	4	2	2	
3.	Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозалиги масалалари ва уларни ечиш йўллари	8	2	2	4
	Жами:	20	8	8	4

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Газсимон ёнилғиларнинг бензин ва дизел ёнилғисида ишлайдиган двигателларда фойдаланиш.

Ёнилғи-энергетик ресурслар. Ёнилғиларга қўйиладиган асосий талаблар. Ёнилғи-энергетик ресурсларни тежаш. Суёқлаштирилган пропан-бутанли (нефтли) газ (СНГ). Сиқилган табиий газ. Суёқлаштирилган табиий газ. Газсимон ёнилғиларнинг бензин ва дизел ёнилғисида ишлайдиган двигателларда фойдаланиш: газсимон ёнилғиларнинг ёниш жараёни; уларнинг ёниш реакциялари ва улар ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлиш миқдори. Таббий газни ёқиш учун зарур бўлган ҳаво миқдори.

2-мавзу: ИЁДлар ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш ва ишланган газлар таркибида захарли компонентларни камайтириш.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларида аралашма ҳосил бўлиши ҳақида умумий маълумотлар. Бензинни пуркаш тизимлари. Ёнилғини пурковчи МРІтизимининг ишлаши. Ёнилғи узатиш тизими. Электрон бошқариш тизими. Ёнилғини бир вақтда узатиш усули. Пуркалаётган ёнилғи миқдорини бошқариш. Ишланган газлар таркибида захарли компонентларни камайтириш. Захарли моддаларнинг чиқариб ташланиши. ИЁДлар чиқариб ташлайдиган асосий захарли моддалар.

3-мавзу: Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозалиги масалалари ва уларни ечиш йўллари

Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозалиги масалалари ва уларни ечиш йўллари. Атроф муҳитга водороднинг таъсири. Асосий зарарли моддаларнинг ҳосил бўлиши. Қурум ва қаттиқ заррачалар. Ёнилғи узатиш ва ўт олдириш тизимларини такомиллаштириш. Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ишланган газлардаги зарарли моддалар миқдорини пасайтириш. Двигателни ишга туширишда ва уни қиздиришда СН чиқишини камайтириш. Дизелларда ишланган газлардаги зарарли моддалар миқдорини пасайтириш.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: Двигателнинг иссиқлик ҳисоблаш

Бошланғич маълумотлар, ёнилғи, ишчи жисм параметрлари, атроф муҳит параметрлари ва қолдиқ газларни ҳисоблаш .

2-амалий машғулот: Ҳақиқий цикл ҳисоблаш

Киритиш жараёни, сиқиш жараёни, ёниш жараёни, кенгайиш жараёни, чиқариш жараёни.

3-амалий машғулот: Двигателнинг индикатор кўрсаткичлари

Ишчи циклнинг индикатор параметрлари, индикатор ф.и.к. ва ёнилғининг солиштирма индикатор сарфи, двигател ишчи циклининг индикатор параметрлари.

4-амалий машғулот: Двигателнинг эффе́ктив кўрсаткичлари

Ишчи циклининг эффе́ктив параметрлари, механик йўқотишлар, ўртача эффе́ктив босим, механик ф.и.к, эффе́ктив қувват, эффе́ктив ф.и.к. ва ёнилғининг эффе́ктив солиштирма сарфи, двигателнинг эффе́ктив кўрсаткичлари.

КЎЧМА МАШЎУЛОТ МАЗМУНИ

Мавзу: Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозаллиги масалалари ва уларни ечиш йўллари

Модулни кўчма машғулоти «UzAuto Motors Powertrain – Uzbekistan» кўшма корхонасида ўтказилиши кўзда тутилган. Кархонада нги техника ва технологиялар билан танишин кўзда тутилган.

ТАЪЛИМНИ ТАШКИЛ ЭТИШ 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 таълимнинг қуйидаги шаклларидадан фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот.

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 (3 тадан –

7 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир.

Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳлараро шаклга бўлиш мумкин. Бир турдаги гуруҳли иш ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топшириқ бажаришни назарда тутаяди.

Бир турдаги гуруҳли иш ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топшириқ бажаришни назарда тутаяди.

Табақалашган гуруҳли иш гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутаяди

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 таништириладилар;
- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштириладилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

Намуна: Транспорт воситаларида қўлланиладиган ёнилғи турлари бўйича



“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 топширик, 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 тўхтамга 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 кўзгалувчи 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 суяқ фазада тўйинган буғлар босимидан юқори босимда узатилиши;
		2			ДМЭ форсункаларга тахминан 300 бар босим остида

					узатилиши, бунда юқори босим линиясидаги қолдик 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;

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: Газсимон ёнилғиларнинг бензин ва дизел ёнилғисидан ишлайдиган двигателларда фойдаланиш

Режа:

1. Ёнилғи-энергетик ресурслар
2. Ёнилғиларга қўйиладиган асосий талаблар

Таянч сўз ва иборалар: ёнилғининг иссиқлик чиқариш қобилияти, ёнилғи-ҳаво аралашмаси, табиий газ, суюқлаштирилган нефт газы, метанол.

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 ишончилиги ва узок 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 ҳаётлий 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 текшириляётган 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. 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 фойдаланилади¹.

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

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

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).

1.2. Жадвал

**Дунёда бирламчи энергоресурсларни
истеъмол қилиш башорати**

Энергоресурслар турлари	2001 й.		2025 й.	
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)

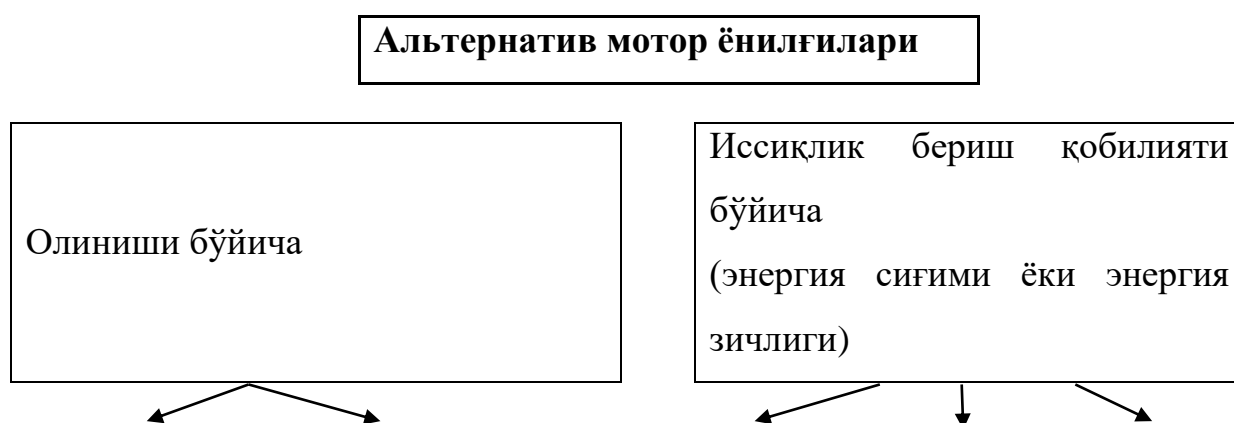
Нефт маҳсулотларидан фойдаланишнинг бундай динамикаси уларни алмаштирувчиларни – альтернатив мотор ёнилғиларини излашга мажбур қилади.

Шу муносабат билан деярли ҳамма юқори ривожланган мамлакатларда ёнилғи-энергетик ресурслар балансини рационаллаштириш ҳамда иқтисодиётнинг 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: кўмрдан 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.

табий
(нефтан
олинадиган)

синтетик
(нефтан
олинмайдиган)

юқори
>31.4
МДж/м³

ўртача
12.6...31.4
МДж/м³

паст
<12.6
МДж/
м³

Агрегат ҳолати бўйича

газсимон

суюқ

суюқлаштирилган
газ

фаза ҳолати бўйича

бир фазали

кўп фазали

ИЁДда фойдаланиш усули бўйича

асосий
ёнилғи

қўшимча ёнилғи

ИЁДда узатиш усули бўйича

асосий
билан
бирга

асосийдан
алоҳида

узлуксиз

дискретли

ёнилғи идишидаги ишчи босимнинг
қиймати бўйича

юқори

ўрта

паст

вазифаси бўйича

бир
функционал

кўп
функционал

истеъмолчига етказиш усули бўйича

стационар

кўчма

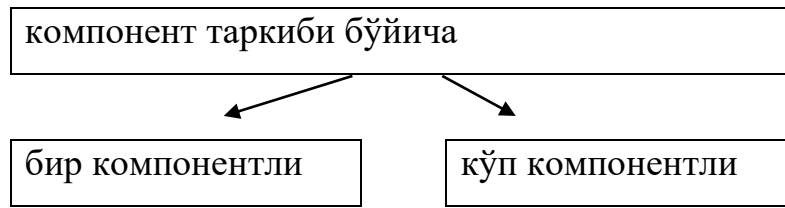
трубопроводли

қўлланиш башорати бўйича

яқин
келажақда

келажақда

узок
келажақда



1.1-расм. Альтернатив мотор ёнилғиларининг классификацияси

1.2 Ёнилғиларга қўйиладиган асосий талаблар

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

Поршенли двигателларда альтернатив ёнилғилардан фойдаланиш базавий таъминлаш тизимидаги мос конструктив ўзгаришлар билан ёки принципиал 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.

1.3-жадвалда турли энергия манбаларининг энергетик эквивалентлари келтирилган.

1.3-Жадвал

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

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	Электрэнергия (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 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.

Сууюқлаштирилган пропан-бутанли (нефтли) газ (СНГ)

Сууюқлаштирилган углеводородли нефт газлари деб шундай газларга айтиладики, улар газсимон ҳолатдан сууюқ 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 газобаллонли автомобилларни эксплуатация қилиш учун жуда муҳим. Шу сабабли пропан СНГнинг истилинадиган компоненти ҳисобланади. Бутан СНГнинг ёниш иссиқлиги юқори бўлган ва осон сууюқлаштириладиган 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 чидамлиликка эга, энгил детонацияланадиган 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 углеродга қайта ҳисобланганда 300 мг/м^3 ортмаслиги керак.

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 қолдиқнинг ҳажмий улуши +40 °C да	Мавжуд эмас	
Тўйинган буғларнинг ортиқча босими, МПа:		
+45 °C да, дан ортиқ эмас	1,6	
-35 °C да, дан кам эмас	0,07	–
-20 °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	

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.

1.5-жадвал

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;

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

- ёниш иссиқлиги юқори бўлган (12000...25000 кДж/м³) – коксли, биогаз, шахтали, кўмирли қатламлар дегазация қилиш йўли билан олинадиган 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;
- ёниш иссиқлиги жуда кичик бўлган (3000 кДж/м³ дан кам) – вагранкали, сув гази генераторлари ҳаво билан пуркаладиган, кўмир шахталарининг вентиляциясида олинадиган.

Табиий 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.

Табиий 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 SO₂ ва SO₃ ҳосил бўлмайди¹.

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

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

Газсимон ёнилғининг теплотехник характеристикалари одатда 1 м³ газ учун нормал шароитларда, яъни босим 760 мм сим. уст. ва ҳарорат 0 °С бўлганда ўтказилади. Газнинг нормал шароитлари билан бир қаторда унинг стандарт шароитларини ҳам фарқлашади, уларга босим 760 мм рт. ст. ва ҳарорат 20 °С мос келади. Чет эл техникавий адабиётида босим 760 мм рт. ст. ва ҳарорат 15 °С да ҳам газнинг характеристикалари келтирилади.

1.6-жадвал

Турли ёнилғиларнинг физикавий-кимёвий ва эксплуатацион хоссалари

Кўрсаткич	Нефт ёнилғилари		Метанол	Этанол	Суюлтирилган нефтгази	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	65...92	0,3...0,35	12,6	17,0	160	-	-	-	-	-	-

38 °С да, кПа											
Буғлани ш иссиқлиг и, кДж/кг	289...3 06	210...2 50	1173	920	412	511	–	–	1370	–	
Стехиом етрик коэффиц иент, кг/кг	14,5...1 5,0	14,1...1 4,3	6,51	9,06	15,2	16,8...17,4	34,8	–	6,15	13,1 4	
Ёниш ҳарорати, К	2336	2289	2185	2235	2149	2065	2449	–	1956	2610	
Энергия сиғими, МДж/кг	44,0	43,43... 43,51	19,98	26,9	46,0	48,94...50,1 5	120,0	–	18,65	47,8 2	
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	56,0 5
Стехиом етрик аралашм анинг ёниш иссиқлиг и: 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
абўйича двигател нинг барқарор ишлаши чегарала ри	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...9 4 102... 111	92 108	90...94 93...11 3	100...105 110...115		30...4 0 45...9 0	– –	110 130	– –
Цетан сони	8...14	45...55	3	8	18..22	–	–	–	–	–	–
Ўт олиш ва портлаш хавфи	–	–	–	ўрта	–	–	–	юқор и	–	паст	юқо ри
ПДК _{р.з.} , мг/м ³	100	300	5,0	1000	1800	–	–	–	–	20	–
Автомоб илда сақлаш шароитла ри	–	нормал	–	–	16 МПа	20...4 0 МПа	-165 °С	20...4 0 МПа	-255 °С	0,6... 0,7 МПа	1,5 ...2, 5 МПа

(босим, ҳарорат)											
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

1.7-жадвал

Газ ҳажмларини бир шароитдан бошқа шароитга қайта ҳисоблаш учун коэффициентлар			
Газ ҳарорати, °C	Қайта ҳисоблаш ҳарорати учун коэффициент		
	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, углерод оксиди бўйича 8 марта, углеводородлар бўйича – 3 марта, азот оксидлари бўйича – 2 марта, ПАУ бўйича – 10 марта, тутунлиги бўйича – 9 марта камаяр экан¹.

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

Табиий газ (ПГ)нинг уникал физикавий-кимёвий хоссалари, уларнинг сезиларли даражадаги табиий захиралари, 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 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 сабали $\varepsilon=13$ бўлганда детонациясиз ёниши мумкин, бу эса эффектив 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.

Iveco 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 қурилмалар мавжудлиги билан фарқланади, улар бошқаришнинг электрон блокига (ЭБУ) киритилган дастурга мувофиқ газли двигателнинг иш режимини назорат

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

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 режимида 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 солиштира иссиқлик чиқариш қобилияти 55 МДж/кг (12000 ккал/кг) ёки 39,0 МДж/м³ бўлганда). Суюқлаштиришга энергиянинг солиштира сарфи 2,7...3,3 кВт/кг ни ташкил қилади.

Юк автомобили учун СПГ ва СЖПГларнинг солиштира 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	Солиштира 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

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

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

Пенополиурентанли 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 (CH_3OCH_3) пайдо бўлди, у узоқ вақт метанол (CH_3OH)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 қуйидаги афзалликларга эга:

- яхши алангаланиши, цетан сони юқори 55...60, дизел ёнилғисиники эса 45...50;
- тежамкорликнинг яхшиланиши;
- ишланган газлар таркибида заҳарли моддалар миқдори CO бўйича 6 мартадан кўп, CH 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 қуйидагиларни таъминлаши керак:

- ДМЭ ёнилғи насосига суюқ фазада тўйинган буғлар босимдан 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 (лубрикаторлар «Лубризол» ёки бошқа мойловчи материаллар)ни қўллаш билан кўзгалувчи 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 O CH ₃	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CH ₄	CH ₃ O H	C ₁₅ H ₃₂
2	Иссиқлик чиқариш қобилияти	ккал/кг	6880	11100	10930	12000	4800	10000
		ккал/л	4596	5439	6230	5180	3770	8530

		ккал/н м ³	14200	21800	28300	8600	—	—
3	Қайнаш ҳарорати	°С	-25	-42	-0,5	-163	65	180...3 80
4	Зичлиги	г/см ³	0,67	0,49	0,57	—	0,80	0,84
5	Стехиометрик таркиби	% ҳажм	3,4...1 8,0	2,1... 9,5	1,9... 8,5	5...1 5	5,5... 36	0,6...6, 5
6	13 – циклли Япониядаги синашлар бўйича зарарли моддалар чиқиши	г/кВт·с						
	NOx		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 (СН₃ОН) ҳосил бўлади – ҳосил бўлиш муҳити ҳарорат 200...300 °С (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 °С 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) поплавоғи ўрнига металл поплавоқдан фойдаланиш тавсия этилади, чунки ДМЭ – бу эритувчи, унда базавий (пластмассали) поплавоқлар 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 қилинадики, унда газ подушкаси доим мавжуд бўлади. Газ подушкаси (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 кулфловчи-олдини олувчи арматураси транспорт ҳаракати йўналиши бўйича фақат ўнг томондан жойлаштирилган бўлиши керак.

Газ баллонининг кулфловчи-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 регулировкакаб 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.

Таббий газни ёқиш учун зарур бўлган ҳаво миқдори

Газсимон ички ёнув двигателлари ишлашининг самаралилиги ёниш жараёнининг сифатига боғлиқ. Таббий газни ёқиш учун сарф бўладиган ҳаво миқдори бунга бевосита таъсир қилади. Ёнишда сарфланадиган ҳаво миқдорини тўғри аниқлаб (ҳисоблаб), ички ёнув двигатели энергия самарадорлигини яхшилаш (ёнилғи сарфини камайтириш) ҳамда унинг фойдали иш коэффциентини ошириш мумкин.

Назарий газни ёнилғиси –ҳавоаралашмаси

Таббий газнинг асосий ташкил этувчиси бўлган метан 1 молекуласининг ёниши учун кислороднинг 2 та молекуласи талаб этилади, демак 1 м³ газ ёнилғиси ёниши учун 2 мартаба кўп кислород талаб этилади.

Ҳаво таркибидаги кислород унинг 20.93 % ни ташкил этади. назарий газ ёнилғиси – ҳаво аралашмаси ҳисоблаганда ушбу маълумотлар асос қилиб олинади. Яъни ҳаво 9.52 марта кўп талаб этилади.

Газ манъбаи, таркиб, %, ёниш иссиқлиги Н_u

Таббий газ

Газ кони:

Газли 75.10

Газ миқдори техник ҳисобланганда ёнилғи газ таркибидаги метан 100 % ташкил этади деб қабул қилинади, ваҳоланки бази ҳолларда метан миқдори 75 % дан кўп бўлмаслиги мумкин.

2 та амални бажариб қайт этилган рақамни аниқлаш мумкин:

Бўлиш $100/20.93$.

Кўпайтириш $9.52/2=4.76$

Ҳисоблаб топилган газ самарали ёниши учун зарур бўлган ҳаво миқдори назарий бўлади. Амалда эса бир қанча омиллар ёниш жараёнига таъсир этади. Амалда ҳаво назарий аралашмага нисбатан 1.1-1.4 марта кўпроқ, яъни аралашма бироз камбағалроқ, бўлади.

Назорат саволлари

1. Ёнилғи-энергетик ресурсларига нималар киради?
2. Ёнилғиларга қандай асосий талаблар қўйилади?
3. Суюқлаштирилган пропан-бутанли газ билан суюқлаштирилган табиий газ қандай умумий хоссаларга эга?
4. Сиқилган табиий газ қандай афзаллик ва камчиликларга эга?
5. Ёниш иссиқлиги бўйича газлар қандай гуруҳларга бўлинади?
6. Табиий газни ёқиш учун зарур бўлган ҳаво миқдори қандай аниқланади?
7. Поршенли двигателларда альтернатив ёнилғилардан фойдаланиш базавий таъминлаш тизимидаги қандай конструктив ўзгаришлар билан шартланади?
8. Двигателга ёнилғининг ҳар хил турларини узатиш масаласини уларнинг қайси хоссаларини таҳлил қилмасдан ва ҳисобга олмасдан ечиш мумкин эмас?
9. Риккардо ИЁД ишчи жараёнларига қайси янги тушунчани киритди?
10. Ўртача эффектив босим ва ёнилғининг минимал солиштирма сарфи қийматларини тахминий аниқлаш учун қайси боғланишлар 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. (12-18 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. Gasoline Engine Management: Systems and Components (Konrad Reif). (стр. 29-31, стр. 100)
5. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Муқобилные моторные топлива. -Ташкент: SHAMS ASA, 2014. -189 с. (18-27 сс.)

2-мавзу: ИЁДлар ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш ва ишланган газлар таркибида заҳарли компонентларни камайтириш

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. Ишланган газлар таркибида заҳарли компонентларни камайтириш

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, дроссел тўсиғи, 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 аралашishiдаги 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 аралашishi 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.

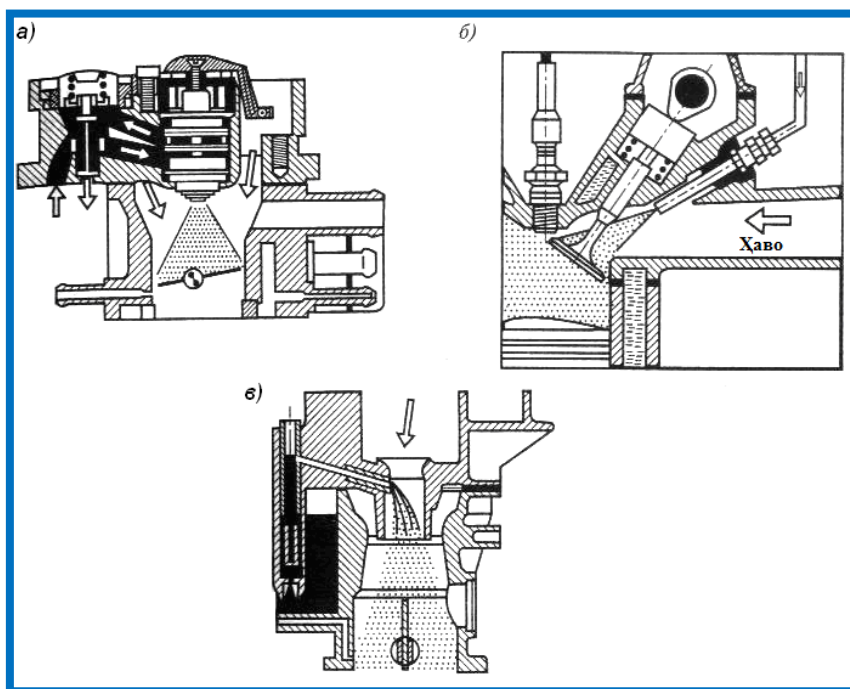
Бензинни пуркаш, карбюрацияга қараганда, двигателнинг анча юқори қувват, тежамкорлик ва экологик кўрсаткичларини олиш имконини беради,

шу сабабли бензинни пуркаш тизими карбюраторлиларни деярли сиқиб чикарди¹.

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.

Учқун 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. Ёнилгини марказий (а), тақсимланган (б) пуркашли ва карбюрацияли (в) узатиш

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

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.

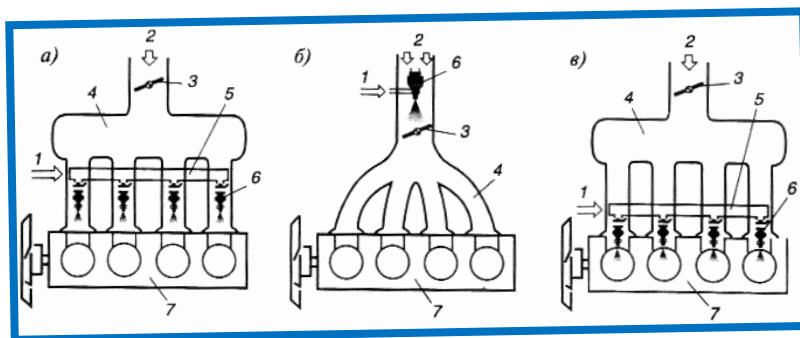
Бензинни пуркаш тизимини қуйидаги уч асосий белигилар бўйича классификация қилиш мумкин (2.2-расм).

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 моментида пуркайди (энг афзалли метод).

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



2.2-расм. Бензинни пуркаш тизимлари: а – тақсимланган пуркаш; б – марказий пуркаш;

в – цилиндрга бевосита пуркаш; 1– ёнилги келтирилиши; 2 – ҳаво келтирилиши; 3 – дроссел тўсиги; 4 – киритиш трубопроводи; 5 – форсункаларга ёнилгини келтириш коллектори;

6 – форсунка; 7 –цилиндрлар каллаги

2.3 Ёнилгини пурковчи МРІ тизимининг ишлаши

2.3.1.Ёнилги узатиш тизими



Ёнилгини ёнилги бакидан форсункаларга силжитиш учун керак бўлган ҳамма элементлар ёнилгини узатиш тизимига киради. Автомобилларнинг кўпида рециркуляцион турдаги ёнилгини узатиш тизимидан фойдаланилади.

Ёнилги бакдан электр ёнилги насоси билан олинади ва босим остида ёнилги коллекторига узатилади. Ёнилги 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 коллекторида ушлаб туриш имконини беради.

2.3.2 Электрон бошқариш тизими



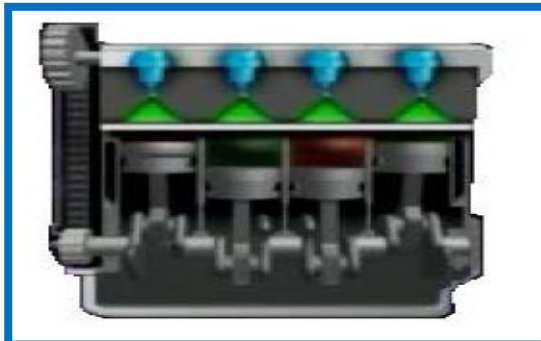
Ёнилғи узатилишини бошқариш циклик жараён бўлиб, у информацияни олиш, информацияни ишлаш (қарор қабул қилиш) ва бошқарувчи таъсирларни амалга ошириш босқичларидан таркиб топган. Датчиклар ёрдамида двигател ишлаш режими ва ҳаракат шароитлари ҳақидаги зарур бўлган информацияни йиғиш амалга оширилади. Олинган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

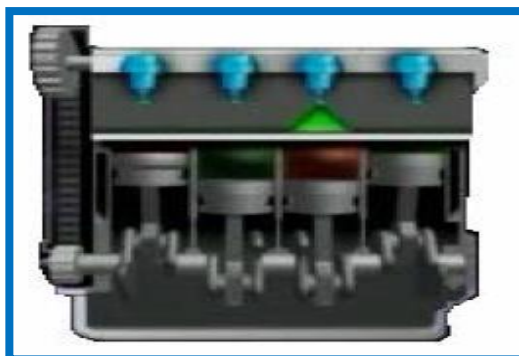
Двигателнинг иш режими	Ҳаво-ёнилғи нисбати
Двигателни ишга тушириш	1-5 (ҳаво) : 1 (ёнилғи)
Салт иш (двигател қизитилаётган пайтда)	11 : 1
Автомобилнинг равон ҳаракати	12 дан 18 : 1
Автомобил разгони	12 дан 13 : 1

Ёнилғи тақсимланиб пуркалиши тизимида ёнилғи узатишининг уч усули мавжуд:

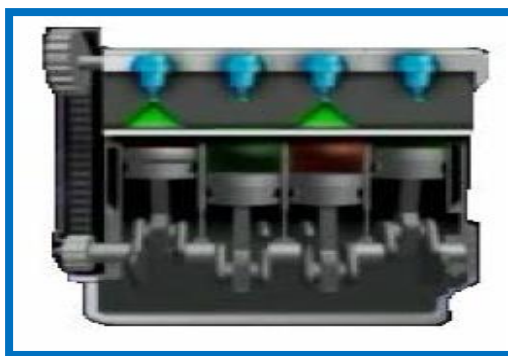
- **Бирвақтли** (бир вақтда пуркашда, ҳамма ёнилғи форсункалари ёнилғини бир вақтда пуркайди).



- **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 MPI тизимида қуйидаги ҳолатларда қўлланилади:

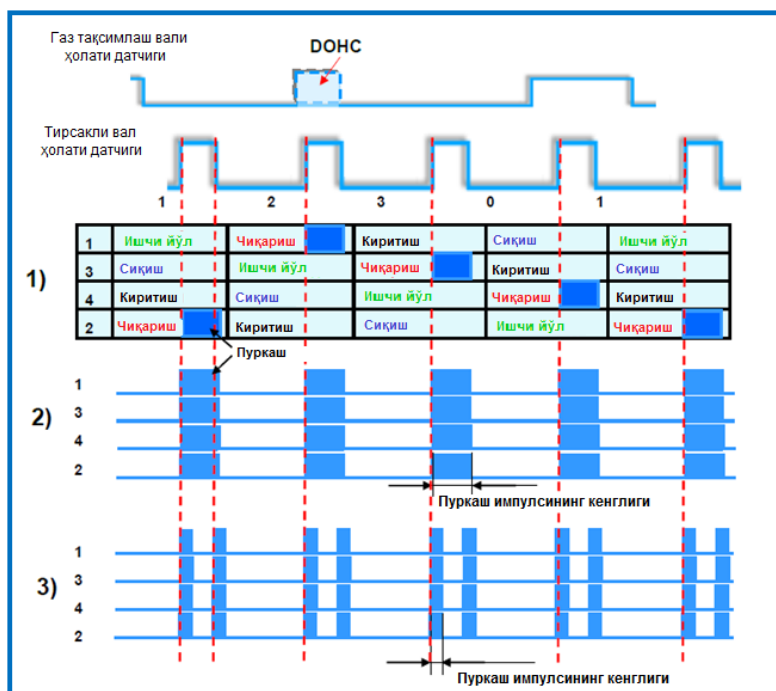
Совуқ двигател ишга тушириляётган пайтда. Совуқ двигател ишга тушириляётган пайтда двигател тирсакли вали ҳолати датчигининг сигналига мувофиқ ёнилғи пуркалиши ҳамма цилиндрларда бир вақтда содир бўлади (2.5-расм). Ёнилғи бундай пуркалишининг сабаби шундаки, совуқ двигател ишга тушириляётган пайтда ёнилғи 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.

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

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) 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 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.

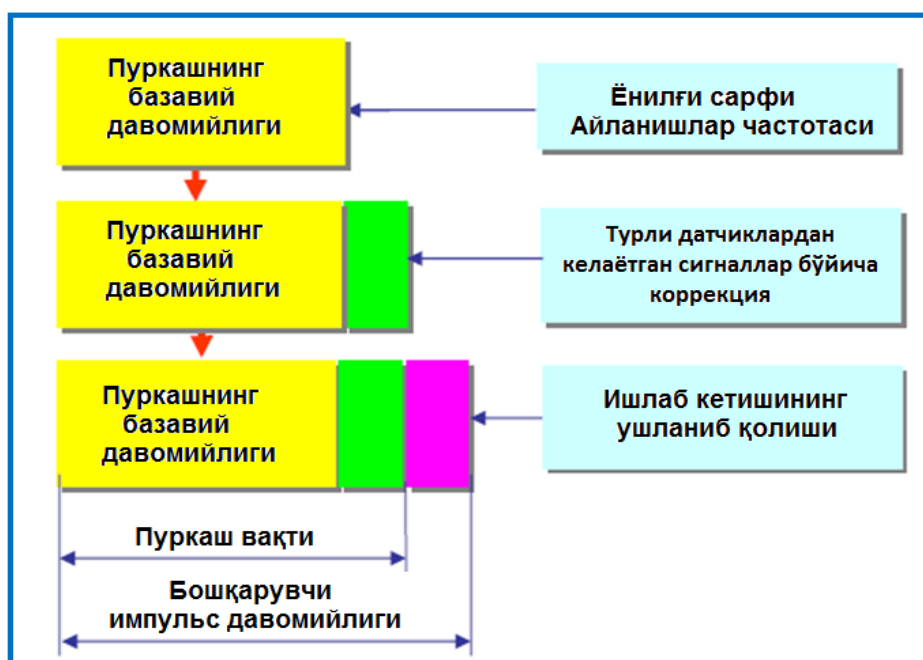
Пуркалинаётган ёнилғи миқдорини ҳисоблаш

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

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

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

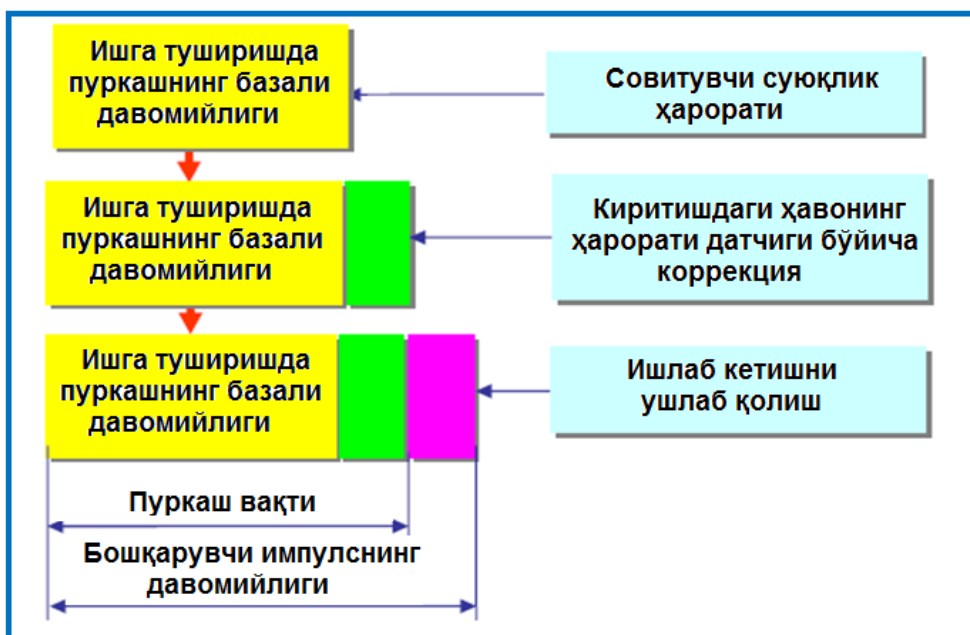
$$T = T_1 \cdot K_c + T_2 \text{ (мс)}$$



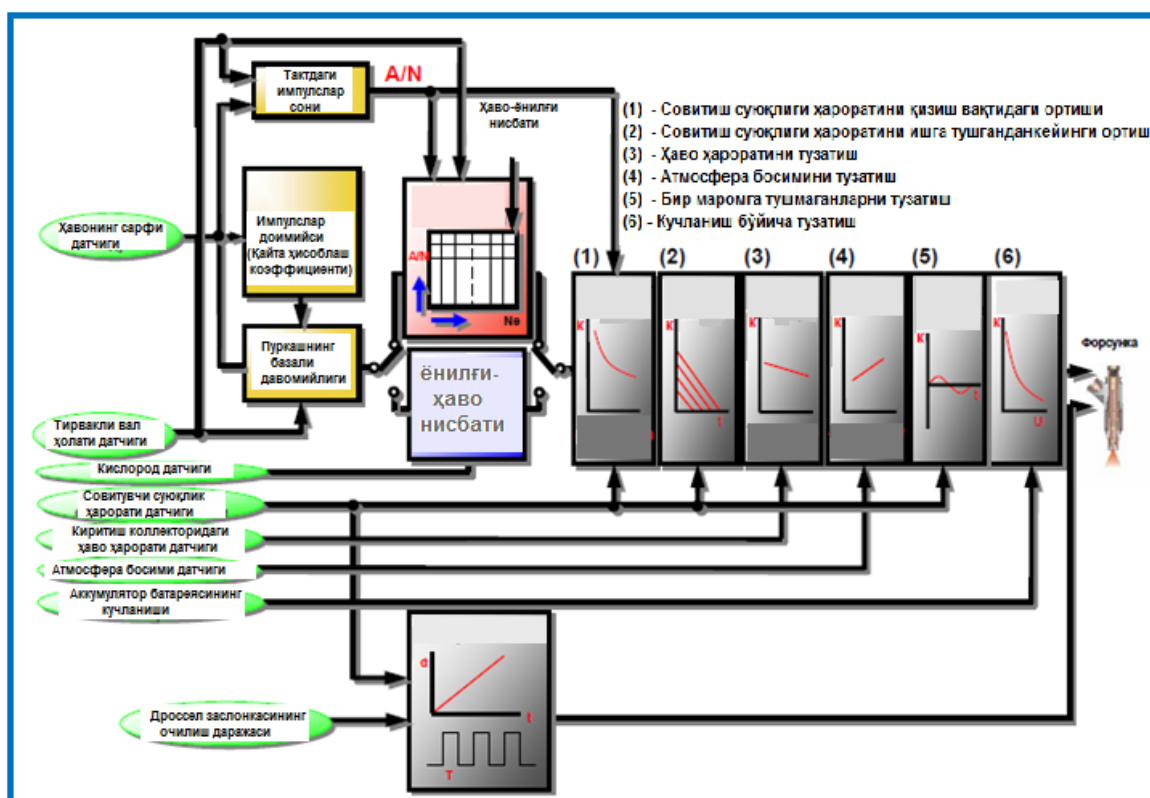
Двигателни ишга тушириш режимида ёнилғи (Т) пуркалиши давомийлиги қуйидаги омилларни ҳисобга олиб аниқланади:

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

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



Датчиклар ва бошқа манбалардан олинган информацияга асосланган коррекция



2.4. Ишланган газлар таркибида захарли компонентларни камайтириш

2.4.1. Захарли моддаларнинг чиқариб ташланиши.

Саноат ва энергетика қурилмалари, транспорт машиналари, шу жумладан ИЁД ли машиналар ҳам атмосферага турли газларни чиқариб ташлайди. Бу

газларнинг кўпчилиги захарли бўлиб, киши саломатлигига хавфлидир. Чиқариб ташланган газлар атроф-муҳитни ифлослантириб табиатдаги экологик мувозанатни бузади ва аҳолига ноқулай шароитни юзага келтиради. 1959 йилдан бошлаб Америка ва Ғарбий Европада атмосферага чиқариб ташланадиган захарли моддаларнинг чекли миқдорлари 1971 йилда қонун тариқасида жорий этилган. Ҳозир бу нормативлар бир неча бор қатъийлаштирилди. Двигател салт ишлаганда чиқариб ташлайдиган ис газининг СО миқдорини ва дизелларда ишлатилган газлардаги тутун миқдорини даврий равишда текшириб туриш жорий этилган. Бу газлар миқдорини 50-70% камайтиришга олиб келади.

2.4.2. ИЕДлар чиқариб ташлайдиган асосий захарли моддалар.

Бу СО - ис газининг азот оксидлари, ёнмай қолган углеводородлар, алкдегидлар, олтингугурт бирикмалари, қўрғошин бирикмалари ва қурумни кўрсатиш мумкин. СО углеводородлари ёнилғида ксилород етарли бўлмаганда ҳосил бўлади. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда қуюқ ёнувчи аралашмалардан фойдаланиладиганда атмосферага чиқариб ташланадиган СО миқдори карбонат ангидрид миқдорига тенг бўлиши ва барча ёниш маҳсулотларининг ҳажмини 10% етиши мумкин. СО $\alpha=1$ ва $\alpha>1$ бўлганда ҳам чиқиши мумкин. Бу карбонат ангидрид молекулаларининг диссоғияғияланиши ҳамда карбонат ангидридга қайта рекомбинағияланиш (СО зарраларининг музлаш ходисаси) учун шарт-шароитлар мавжуд эмаслигида бўлади. Дизелларда СО аралашма ҳосил бўлишидаги камчиликлар ва қуюқлашуви туфайли ва совуқ алангали реакғияларда углеводород молекулаларининг ўзгариши оқибатида ҳосил бўлади.

Углеводород II-оксид (СО) гемоглабин ҳосил қилувчи марказлар ишини тўхтатиб қўяди. Бунда инсон организмида оксидланиш жараёнлари бузилади. Ҳавода 0,01% дан кўп СО бўлса, организм сезиларли даражада захарланади. Сурункали захарланиш бош оғриғи, қулоқ шанғиллаши пайдо бўлишида, нафас олиш қийинлашишида, умумий ҳолсизланиш ва ҳаёт тонуси пасайишида намоён бўлади.

Азот оксидлари 2200-2400К дан баланд ҳароратда нейтрал азот оксидланади, ва NO юзага келади. Азот оксиди эркин кислород бўлганда юзага келади. $\alpha=1,05-1,07$ да азот оксидлари энг кўп миқдорда ҳосил бўлади. Ёнишдан сўнг, газ ҳароратининг тез пасайиши цилиндрда кенгайиш бўлганда NO музлашига олиб келади. Кейинроқ, чиқариш системасида ва атмосферада азот II оксид NO₂ ҳамда N₂O₅ га айланади, бунда азотнинг валентлиги ортиши билан азот оксидларининг захарлилик даражаси зиёдлашади. Азот II оксид кўзнинг шиллик пардасини, ўпкани яллиғлантиради, юрак қон томир системасида тузалмайдиган кассаликларга олиб келади.

Углеводородлар. Ишлатилган газларда ёнмай қолган углеводородлар пайдо бўлади. Бензинли двигателларда аланга совуқ деворга тегадиган жойда /қалинлиги 0,005-0,35 мм ни ташкил этадиган ўтиш зонасида/ кўп миқдорда ёнмай қолган углеводородлар пайдо бўлади. СН нинг кўп миқдорда юзага келишида поршен туби билан цилиндр устёпмасининг ҳаво /газ/ сиқиб чиқаргичи орасидаги тирқиш, поршен каллагини атрофи бўйлаб устки компрессион халқага қадар бўшлик, тирқишлар мавжудлиги сабаб бўлади. мажбурий салт ишлаш режимида СН миқдори кўпаяди.

Қурум. Дизеллар ишлаганда қора тутун чиқиши ишлатилган газларда қурум борлиги билан тушунтирилади. Қурумни бошланғич ўлчамлари 0,02-0,2 мкм га тенг бўлиб углерод ва оғир углеводородлардан ташкил топади. Улар углеводородли ёнилғиларнинг чала ёниш маҳсуллари дидир.

Алкдегидлар таркибида кислород молекулари бўлади ва улар қисман оксидланган углеводородларга киради. ИЁД ларнинг ишлатилган газлари таркибида асосан формалкдегид ва акролеинлар бўлади. Дизелларда алкдегидлар алангаланишни кечикиш даврида алангаланиш олтидан бўладиган реаксиялар давомида юзага келади. Кенгайиш жараёнида цилиндр деворида қолган мой пардасининг оксидланиши, шунингдек ёнилғи берилиши тугагандан кейин тўзитгичдан томаётган ёнилғининг оксидланиши алдегидлар манбаи бўлиши мумкин. ИЁД кичик юкланиш билан ишлаганда ёки совуқлайин ишга туширилганда алкдегидлар чиқади. Бензинда ишлайдиган

двигателларда детанағион ёнишда ажралиб чиқади. Формалқдегид ва акролеинлар асаб системаси, жигар, буйракни шикастлантиради ва олтингугурт бирикмалари билан димоғни ёрадиган ёқимсиз хид тарқатади.

Ёниш жараёнида сулқфит ангидрид ва водород сулқфит ҳосил бўлади. Олтингугурт II-оксид нам билан бирикиб сулқфат кислота ҳосил қилади. Дизелларда олтингугурт бирикмалари чиқади. Булар қон ишлаб чиқарувчи органлар-илик ва қора жигарни яллиғлантиради.

Қурғошинли бирикмалар. Қурғошин бензинга унинг детонағияга чидамлилигини ошириш учун қўшадиган этил суюқлигида /тетраэтилқурғошин/ кимёвий боғланган тарзда бўлади. Захарлик

даражаси: $\frac{CO}{O_x}; \frac{CH}{O_2} = \frac{1}{75}; \frac{2}{60}$ 19.1-рasm. Бензинли ИЕД нинг ишлатилган газларидаги захарли моддалар миқдорини ўзгариши. Тўла юкланишда.

Двигателни индикатор ва эффектив кўрсаткичларига ва захарли моддалар чиқаришига таъсир қилувчи факторлар.

1. Умумий маълумотлар.
2. Учқундан алангаланадиган двигателларда максимал қувват ёнилғи аралашмасини $\alpha \approx 0,8-0,9$ созлаш ва ўт олиш бурчагини ҳам созлаш орқали эришилади.
3. Дизелларда аралашма таркибини созлаш ҳисобига тутунсиз чиқариш, ва олдиндан пуркаш бурчагини бошланиши асосан шу режимда энг кам ёнилғи сарфига, тез ёниш фазасида босимни рухсат этилган ошиш тезлигига эришишга олиб келади.

Двигателни кўрсаткичларга таъсир қилувчи ҳар хил факторларни анализ қилиш, максимал қувватни олиш, двигателни ҳар хил тезлик режимларида, тежамкорлигига тўғри келмаган ҳолда идеал бўлишини кўрсатади.

Эксплуатағия шароитида двигател тўла бўлмаган режимларда ишлайди. Бу пайтдаги тахлил двигателни барқарор ишлашини энг кўп тежамкорликни ҳар бир тезлик режимига тўғри келишини кўрсатади.

2.4.3. Учқундан алангаланадиган двигателни индикатор кўрсаткичларига ва захарлигига таъсир қилувчи ҳар хил факторлар. Ёниш камерасининг шакли ва конструктив ўлчамлари.

Ёниш камерасининг шаклига қараб ёниш жараёнини ривожланиш характери ва деворга иссиқлик бериши ўзгаради.

Ёниш камерасини конструкциясига қўйиладиган асосий талаб цилиндрни кўпроқ тўлдиришга, ёниш жараёнида энг кам миқдорда захарли моддалар чиқишига ва ажралган иссиқликдан кўпроқ фойдаланишга мўлжалланади. Ёниш камерасини конструкцияси двигателни умумий компоновкасига боғлиқ.

Ёниш камераси тайёрланаётганда уни юзаларига ишлов бериш ва ҳамма цилиндрларда бир хил хажмли бўлишига эътибор берилади. ЗИЛ-120, ГАЗ-51, ГАЗ-20 двигателларида клапанлар пастда жойлашган бўлиб, ёниш камерасини текис овалли, яримпонасимон катта бўлмаган эгилиш бурчаглилари қўлланилган.

(ЗИЛ-130, ЗИЛ-375, ГАЗ-21, ГАЗ-24, МЗМА-407 ва АЗЛК-408, ВАЗ-2103) АЗЛК-412 да яримсферали камера қўлланилган.

Ёниш камералари қуйидаги асосий кўрсаткичлар билан баҳоланади:

1. Юқори даражада тозалаш ва цилиндрни тўлдириш билан (клапанни катталаштириш ҳисобига).

2. Ёниш камера юзасини хажмига нисбати билан, яъни $F_{\text{ЭК}}/V_{\text{ЭК}}$ ошиши деворларда иссиқликни йўқотилишига олиб келади.

$F_{\text{КС}}/V_{\text{КС}}$ - (S/D нисбатига боғлиқ, V_h ва E га боғлиқ).

3. Зарядни турбулизацияланиш даражаси ёниш камерасида киритиш ва сиқиш билан;

4. Ёниш участкасида босимни ошиш тезлиги ва циклдаги максимал босимни катталигига боғлиқ бўлгани билан;

5. Сиқиш даражасини ошиши бир вақтда ёқилғини детонацияли ёнишини камайиши ва захарлилигини камайиши билан;

6. Ёнишни давомийлиги билан. Давомийлик қанча кам бўлса, ёниш камерасининг детонағияга қарши сифати шунча юқори бўлади.

Сиқииш даражаси.

$V = \text{const}$ бўлган назарий цикл учун η_i ни E га боғлиқлиги (1) формула орқали топилади.

$$\eta_i = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{n-1}}$$

19.2-расм. Турли ёниш камералари учун η_i ни ε га боғлиқ ҳолда ўзгариши.

5 эгри чизик камера учун $\eta_i = 1 - 1/\varepsilon^{n-1}$ формула орқали топилган.

1 - эгри чизик (1 камера); 2 - эгри чизик (2 камера);

3 - эгри чизик (3 камера); 4 - эгри чизик (4 камера).

Қийматларини фарқи ёниш камераларини конструкториясига ва иссиқликдан қай даражада фойдаланаётганига боғлиқ. 3 ва 7 эгри чизик 3-камерага тегишли бўлиб, 3-киритиш клапанида зарядни турбулизағияланишини тезлаткич ўрнатилгандаги чизик. 4-камерадаги характеристика $0,6 N_e$ бўлган юкланишда олинган ва ёнилғини тежамкорлик таркибида. 6-эгри чизик $E=7$ да $\eta_i=1$ да олинган. Бу эгри чизиклар шуни кўрсатадики ҳамма камераларда η_i ни характери бир хил.

Цилиндр ўлчамлари.

Цилиндр ҳажмини ошиши пропорғионал 3-даражага, иссиқлик узатиш юзаси F_T -чизикли ўлчамларни квадратига тенг. Шунинг учун, цилиндр ҳажмини ошиши F_T/V нисбатини камайтириш билан ва иссиқликни деворга бериладиган қисмини камайтириш, циклдаги иссиқликдан фойдаланишни яхшилайти.

Аралашмани таркиби.

1. $\alpha < 1$ бой аралашмада η_i тез пасайди, чунки α кичкина бўлганда кираётган ва чиқаётган иссиқликни фарқи кўпаяди.

2. $\alpha = 1$ стехиометрик бўлганда берилган иссиқлик чиқаётганига тенг бўлади.

3. $\alpha > 1$ да камбағал аралашмада бериладиган иссиқлик камайиб, циклни максимал температураси камаяди ва кенгайиш температураси, ҳамда CO_2 ва H_2O ёнган маҳсулотлардаги миқдори камаяди. α ни энг эффектив камбағаллашиш чегараси бу иссиқликни энг яхши ишлатишдир.

Дросселлаш.

Карбюраторли двигателларда аралашмани камбағаллашни эффектив чегараси кам ўзгаради, бу ўз навбатида юкланишни тўладан салт ишлашгача камайганда сифатни созлаб бўлмайди.

Максимал юкланишда камбағаллашни эффектив чегараси $\alpha = 0,8-0,9$ бўлади. Юкланишни камайиши 10-20% сифатли созланганда фақат α шу оралиқ қийматида бўлади. Ундан кейинги юкланишда камайиши цилиндрга кираётган аралашмани миқдорини камайтириш ҳисобига бўлади. Бундай сифатли созлаш дроссел тўсмақопқоғини ёпиш орқали бажарилади. Бунда аралашмани алангаланиш шароити ўзгаради ва камбағаллашишни эффектив чегараси бойланади, яъни α 0,9 дан 1,1 га етади. Максимал босим камаяди. Ҳамда двигателда иссиқликдан фойдаланишни эффективлиги ўзгаради, η_i камаяди.

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги.

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги φ_3 ёниш жараёнини Ю.Ч.Н. га нисбатан бошланишини билдиради, шунинг учун тўла иссиқликдан фойдаланиш билан характерланади. Бурчакни ўзгартирилса, температура, босим ва зарядни турбулизағияланиш шароити ҳам ёниш жараёнини ривожланиш оралиғида ўзгаради.

Айланишлар частотаси.

Тезлик режими ошиши билан ёнишни бошланғич фазаси θ_1 ва асосий фазаси θ_2 , ҳамда φ_3 катталаниши компенсағияланади. Бунда ёниш жараёнини эффективлиги камаймайди. Шу вақтда айланишлар частотаси n ошиши билан иссиқликни йўқотиш камаяди, бу иссиқлик алмашишга вақтни қисқаргани

(газлар билан девор ўртасида) рўй беради. n ошганда ёниб бўлиш фазаси $\theta_{...}$ чўзилади. φ_3 оптимал бўлганда эса η_i ошади.

Дизелларни индикатор ва заҳарлилик кўрсаткичларига ҳар хил факторларни таъсири

Аралашма тайёрлашни сифати ва ёниш камераларни тури.

Аралашма тайёрлашни сифати ва ёниш камераларни тури қуйидаги факторларга боғлиқ:

1) ёнилғи узатиш температураларини параметрларига, (пуркаш тавсифага), ёнилғини вақт бўйича узатишга, пуркаш сифатига, алангани камерага кириш чуқурлиги ва шаклига боғлиқ.

2) ёнилғи пуркалаётган ораликда ҳавони ҳаракатланиш йўналишини ташкил қилишга боғлиқ.

3) ҳавони термодинамик параметрларига;

4) ёнилғини хусусиятига.

Аралашма тайёрлашни қуйидаги усуллари мавжуд:

1. Ҳажмли ёниш камерасида;

2. Пардали аралашма тайёрлаш, фақат 5% ҳажмли ёниш камерасида пуркалади (М жараён).

3. Ҳажм пардали аралашма тайёрлаш. Бунда ёнилғини бир қисми ёниш камерасини ҳажмига пуркалади, қолган қисми уни юзасига.

Бир бўшлиқли ёниш камераси.

Бир бўшлиқли ёниш камерасида сиқиш жараёнини охирида ҳавони йўналтирилган ҳаракатининг тезлиги кам, яъни айланишлар частотасига қараб 0-10 м/с бўлади. Шунинг учун, бундай камераларда форсункали пуркагич 7 та тешиккача бўлиб (0,12-0,15 мм) юқори босимда (100МПа ва ундан юқори) пуркалади.

Поршенда жойлашган ёниш камераси.

Бунда 80% ёниш камераси поршенда жойлашган. Форсунка пуркагичи эса 3-4 тешикли бўлиб, пуркаш босими 15-17,5 МПа гача камаяди.

Ажратилган уюрмали ёниш камералари.

Сиқиш жараёнида ёниш камераларида ҳавони ҳаракати йўналтирилган бўлади. Зарядни катта тезликда ўтиши кичкина тор бўғиздан ўтганда ҳосил бўлади ва шу тезликда ёрдамчи камерага кириб, ундан ҳаво билан ёнилғини аралашмаси ёнган ҳолда ёниш камерасига тушади. Бунда, штифтли пуркагич тешиги 1-2 мм бўлиб, пуркаш босимини 12,5-15 МПа гача камайтириш мумкин.

Олд камераси.

Сиқиш жараёнида ҳавони киришидан ҳосил бўлган кинетик энергия асосан ҳавони ёнилғи билан жадал равишда аралашинишга хизмат қилади. Кичкина уланадиган каналлар олд камерадан чиқаётган алангани катта тезликда чиқишини таъминлайди.

Индикатор кўрсаткичлар камерани турига ва ёнилғи узатиш аппаратларига, иссиқлик ажратиш характеристикасига ҳамда иссиқлик ва гидродинамик йўқотишларга боғлиқ.

Ажратилмаган ёниш камераларида η_i катта бўлади, иссиқликдан фойдаланиш яхши бўлади.

Ажратилмаган ва ярим ажратилган ёниш камераларида қурум ҳосил бўлади, шунинг учун тутун кўп бўлади. Тутунсиз ишлатилган газларни чиқариш учун α ни миқдорини чекка қиймати тўла юкланишда оширилади.

Ажратилган камераларга ёнилғи уюрмали ёки олд камерага пуркагани учун ҳаво ҳар доим кам бўлади. Ёнилғини ёнишида, шунинг учун азот оксиди ҳосил бўлмайди. Кейинги жараён поршен устидаги жойда давом этади, бунда ҳаво кўп бўлади, лекин температура паст бўлади. Шунинг учун, ишлатилган газларда азот оксиди ва қурум ажратилмаган ва ярим ажратилган камераларга нисбатан кам бўлади.

Сиқиш даражаси.

Сиқиш даражаси ошиши билан температура ва босим ёнилғи пуркашни бошланишида ошади. Бу алангаланишгача бўлган вақти қисқаришига олиб келади. t ошиши E катта бўлганда ўрта ва катта юкланишларда азот оксидини кўпайишига олиб келади.

Назорат саволлари

1. Учқун билан ўт олдириладиган двигателларида аралашма қандай ҳосил бўлади?
2. Қандай бензинни пуркаш тизимлари мавжуд?
3. Ёнилғини пурковчи МРІ тизими қандай ишлайди?
4. ИЁДлар чиқариб ташлайдиган асосий захарли моддаларни ҳосил бўлиши ва захарлилигини айтиб беринг.
5. Двигател сиқиш даражаси ва цилиндр ўлчамларининг захарли моддалар ҳосил бўлишига қандай таъсир этишини баён этинг.
6. Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги ёнилғи тежамкорлиги ва ишланган газлар захарлилигига қандай таъсир этади.
7. Аралашма тайёрлашни сифати ва ёниш камераларни тури двигателнинг ишчи жараёнига қандай таъсир этади?
8. Ажратилган уюрмали ёниш камералари ишчи жараёнларига ва двигател кўрсаткичларига қандай таъсир этади?

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.

3-мавзу: Ички ёнув двигателлари ва автотранспорт воситаларининг экологик тозаллиги масалалари ва уларни ечиш йўллари

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: қурум, 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 эксплуатационматериаллар миқдорини; ИЁДларни ишлаб чиқаришда ва эксплуатация қилишда сарфланадиган энергия миқдорини ИЁД экологик тозаллиги 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 констукрцион ва эксплуатацион материалларни тайёрлашга сарфланади, сўнгра двигателларни ишлаб чиқаришда содир бўлади. Деталларни тайёрлаш технологик жараёнларида ҳам заҳарли чиқиндилар чиқади, улар асосан завод ҳудуди чегараларида концентрацияланади.

Ишланган газларда жуда катта миқдорда кимёвий моддалар (300 гача) бўлади, улардан заҳарловчи ташкил этувчилар CO , CH , NO_x ва қурум (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 картер 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 баҳолашади².

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

3.1-жадвал

Ишланган газлар компонентлари заҳарлилиги миқдорининг ўзгариш диапазони			
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; $1 млн^{-1}=0,0001 \%$.

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

² Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 68 p.

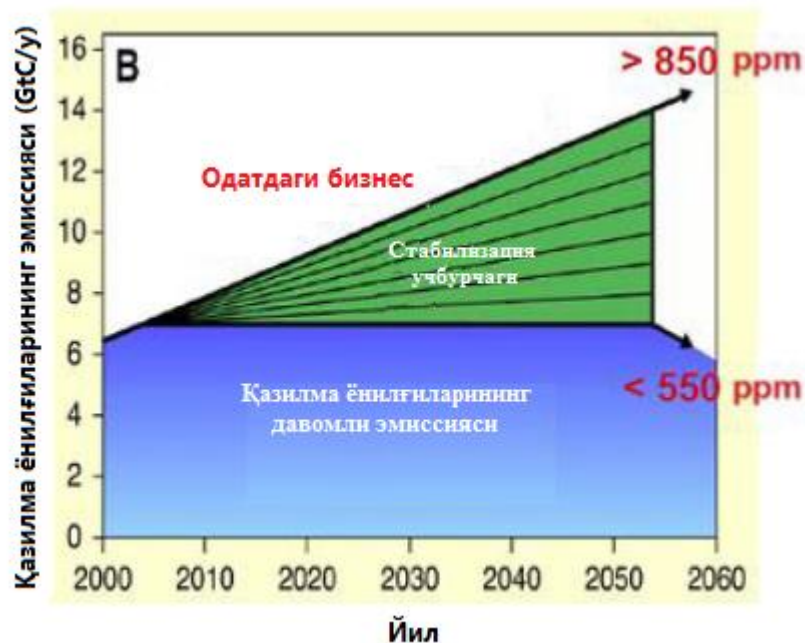
Нефт ва экологик муаммолар

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) курукликда саёҳат қилиш масофасини қисқартириш”¹.

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 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.

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 19-20 p.



6-расм. Стабиллашиш клинлари

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

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

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

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 камайиб бориши 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 чиқилаётгани катта ташвиш туғдирмоқда. Ҳозирги пайтда фақат 4% водород электрдан фойдаланиб (электролиз) ишлаб чиқилмоқда, қолганлари эса бевосита қазиб олинадиган ёнилғидан ёки энергиянинг бошқа манбаларидан фойдаланиб олинмоқда².

Қуйида булар ҳақида маълумотлар келтирилган.

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

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

Водородли иқтисодиёт ва унинг сиёсий оқибатлари:

Водороддан тўғри фойдаланилганда у қазиб олинadиган 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 тарнспортровка қилишда ва доимий бозорлардаги потенциал экологик афзалликлари туфайли ҳам қабул қилинган”¹.

*2003 молия йили бажарилиши ҳақидаги Давлат Ҳисоботи*даги 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 тақлиф 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.

¹ Kenneth Stafford. Alternative Fuels for Automobiles. 2008. 47 p.

“Водородли ёнилги элементлари – бизнинг эрамининг энг зайрат 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 ёнилги 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 чиқаришида иккинчи ўринда бўлган Японияга нисбатан 30% кўпроқ транспорт воситаларини ишлаб чиқаради. Автомобилларнинг ишлаб чиқаришида бевосита иштирок этадиган ҳар бир ишчига автомобил ишлаб чиқаришининг бошқа тармоқларида 7 та ўрин тўғри келади.”

Американинг автомобилсозлари – алюмин, мис, темир, қўرғошин, пластмасса, резина, газлама, винил, пўлат ва компьютер микросхемаларини энг йирик сотиб олувчиларидан биридир. Автомобил саноати ҳам энг катта экспорттер, 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 сиқиб жараёнида бу зоналарга етарли миқдорда кислород келмаса, CH ишланган газлар таркибига ўтади. Алангаланиш бўлмаганда, чиқариш клапани ёки картер вентиляцияси

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.

тизими герметик бўлмаганда ҳамда ёнилғи баки ва карбюраторда бензин буғланиши оқибатида углеводородлар атмосферага чиқариб юборилиши мумкин.

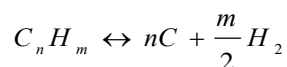
Заҳарли моддаларнинг бу гуруҳига кирувчи ҳар хил индивидуал углеводородлар миқдори 200 дан ортади.

Бензол, толуол, полициклик ароматик углеводородлар (ПАУ) ва биринчи навбатда бенз(*a*)пирена ($C_{20}H_{12}$) 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.

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:

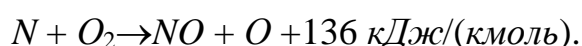
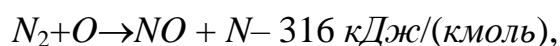


0,3...0,7 дан кичик бўлганда ва газларнинг ҳарорати ва босимига боғлиқ бўлганда ҳамда ёнилғи турига боғлиқ ҳолда қурум ҳосил бўлиши бошланади.

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

Дизелларда ёнишда юқори ҳароратли аланга зоналарига бой аралашмали зоналар туташиди, 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. Чиқаришдаги 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

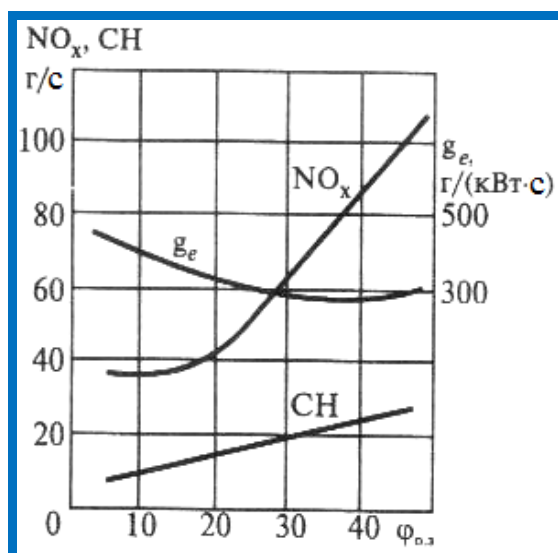
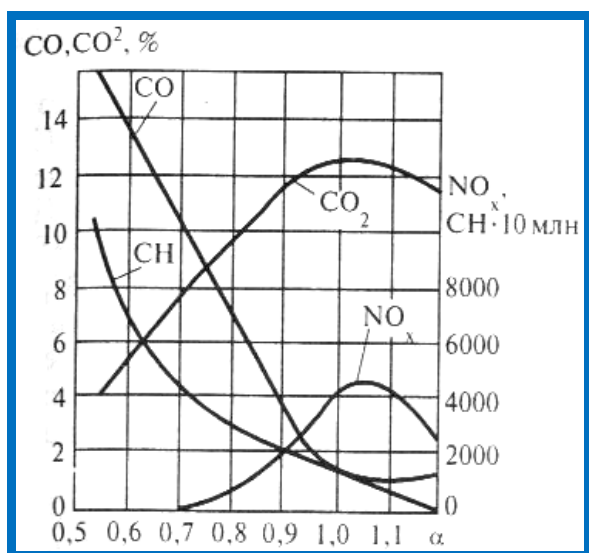
танлаш таъминланиши талаб қилинган ишланган газлар заҳарлилиги даражасига боғлиқ.

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_{03} 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_{03} 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 $СН$ 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 катталаниши натижасида иссиқлик сиғими камайиши ҳисобига).

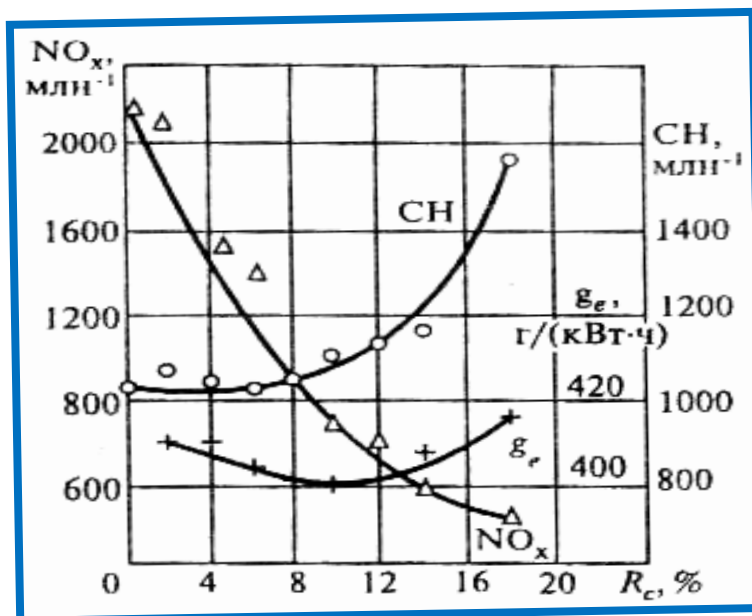
¹ Engineering Fundamentals of IC Engines (Willard W. Pulkrabek University of Wisconsin).292 p.

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 бироз 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 ёмонлашиши кузатилади. Бунда ёниш тез борадиган двигателларда g_e ортиши R_c нинг каттароқ қийматларида бошланади.



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

CH чиқарилиши ва g_e нинг кўпроқ катталашишининг 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 $300...800\text{ }^\circ C$ 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 ишлаганида NO ни қайта тикловчи асосий маҳсулот бўлиб N_2 хизмат қилади, бой аралашмаларда эса кўпроқ NH_3 ҳосил бўлади.

Нейтраллизатор нархини пасайтириш учун учметалли катализатор: платина, палладий, радий 1:16:1 ёки 1:28:1 нисбатда қўлланилади. Битта нейтраллизаторга 1,5 дан 3 гача платина сарфланади. Учкомпонентли нейтраллизатор тизимидан фойдаланилганда этилланган бензиндан фойдаланишга йўл қўйиб бўлмайди.

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

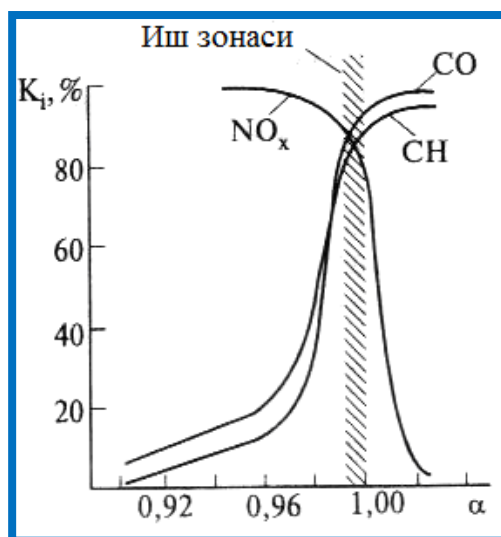
NO_x қайта тикланганда бир пайтда CO ва CH ларнинг оксидланиши содир бўлади. Бундай нейтраллизатор учкомпонентли ёки бифункционал, яъни қайта тикловчи ва оксидловчи деб аталади.

Нейтраллизаторда 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 нейтраллизаторга кириш ва ундан чиқишда бу компонентнинг концентрацияси.



3.4-расм. Учкомпонентли нейтраллизаторнинг таъсир доираси

Бир пайтда учта нормаланаётган компонентлар бўйича K_i нинг энг катта қийматига ($K_i \approx 0,9$) (3.4-расм) двигател бироз бойган 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 нейтраллизатор таъсир доираси 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 нейтраллизатор ишламайди, чунки ундаги ҳарорат етарли даражада юқори эмас, бундан ташқари, двигател бу вақтда бойитилган аралашмаларда ишлайди ва ишланган газлар таркибида CH ни нейтраллизаторда оксидлаш учун зарур бўлган кислород бўлмайди.

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

Нейтраллизаторни тезроқ қиздиришга уни двигателга яқинроқ ўрнатиш, чиқариш клапани ва нейтраллизатор орасида чиқариш тизимини термоизоляциялаш, нейтраллизаторни 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 нейтраллизаторидан фойдаланилади, у асосийга нисбатан кичикроқ ўлчамларга эга ва у ундан олдин ёки унга параллел ўрнатилади. Кейинги ҳолда ишланган газларни бутун оқими старт нейтраллизаторига йўналтирилади, у тез қизийди, сўнгра ишланган газлар оқими махсус заслонка билан асосий нейтраллизаторга 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 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 CH чиқиши 10% га, CO_2 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.

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 ёқиши 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 ($NO_{x\max} = 5000 \dots 5500 \text{ млн}^{-1}$) миқдори кўпроқ ҳосил бўлади, ЕСЕ тести бўйича ўтказилган синовлар бензинда ишлаганга нисбатан NO_x чиқиши камайиши кузатилган (анча камбағал водород-ҳаво аралашмаларидан фойдаланилганлиги сабабли)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 $\alpha = 1,5 \dots 1,7$ 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.

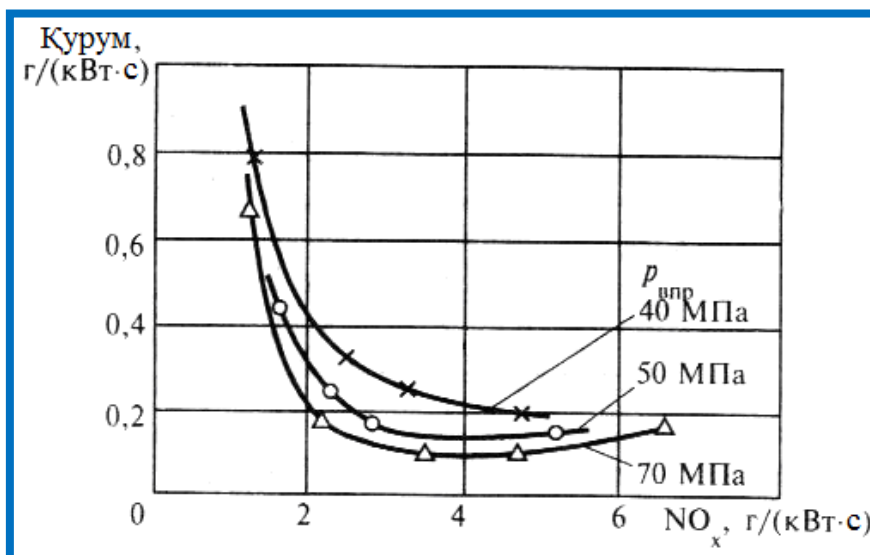
¹ Hua Zhao. Advanced direct injection combustion engine technologies and development. Volume 1: Gasoline and gas engines. USA. Woodhead Publishing Limited, 2010. 84 p.

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. Қурум ва NO_x чиқишлари орасидаги ўзаро боғлиқлик ($n=1500 \text{ мин}^{-1}$; $p_e=0,3 \text{ МПа}$)

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

Ажратилмаган камерали дизелларда ишланган газлар заҳарлилиги ва тутунлилиги кўп жиҳатдан 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 уюрма 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 оралик совитилишидан фойдаланилганда бу камайиш янада сезиларлироқ бўлади, чунки совиганда заряддаги кислород концентрацияси кўпаяди. Масалан, турбонаддувли ва ҳаво ораликда совитилдиган 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_I ни ва бу даврда пуркалган ёнилғи

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

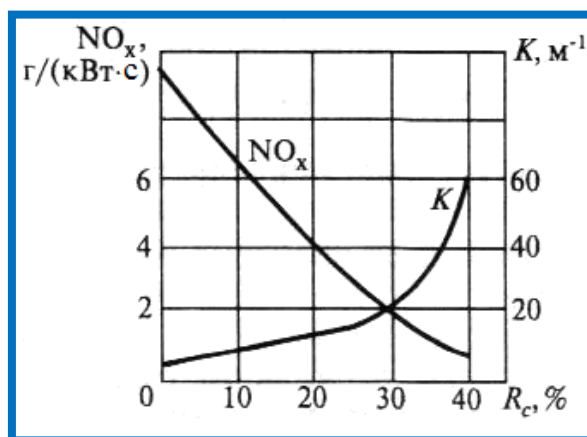
улишини ўзгартиради, бу эса диффузион ёниш давомийлигига таъсир қилади. Масалан, агар θ қисқарса, тез ёниш бошлангунча пуркалган ёнилғи улуши ΔV_i камаяди, ишланган газлар тутунлиги эса мос равишда ортади.

$\varphi_{o.вн}$ 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.

Рециркуляцияловчи газларни совитиш NO_x ва заррачалар чиқишини камайтиради.



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

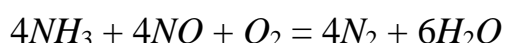
Рециркуляцияловчи газларни совитиш учун ишончли ва самарали иссиқлик алмаштиргични яратиш – мураккаб масала, сабаби дизелдан чиқаётган ишланган газлар таркибидаги қатламлар ва ифлосликлардир.

Ишланган газларни нейтраллаштириш. Каталитик оксидловчи нейтраллизаторлар енгил 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 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:



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

Селектив нейтраллизаторда ҳарорат $t=300...420$ °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 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.

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, мочевина 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 пурқашдан 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 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 тутунлилигини бир неча марта камайтириш ва улардаги альдегидлар ва бенз(а)пирен миқдорини камайтириш имконини беради. Дизел ёнилғисига қўшимча 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.

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 миқдорида 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 муқобил 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.

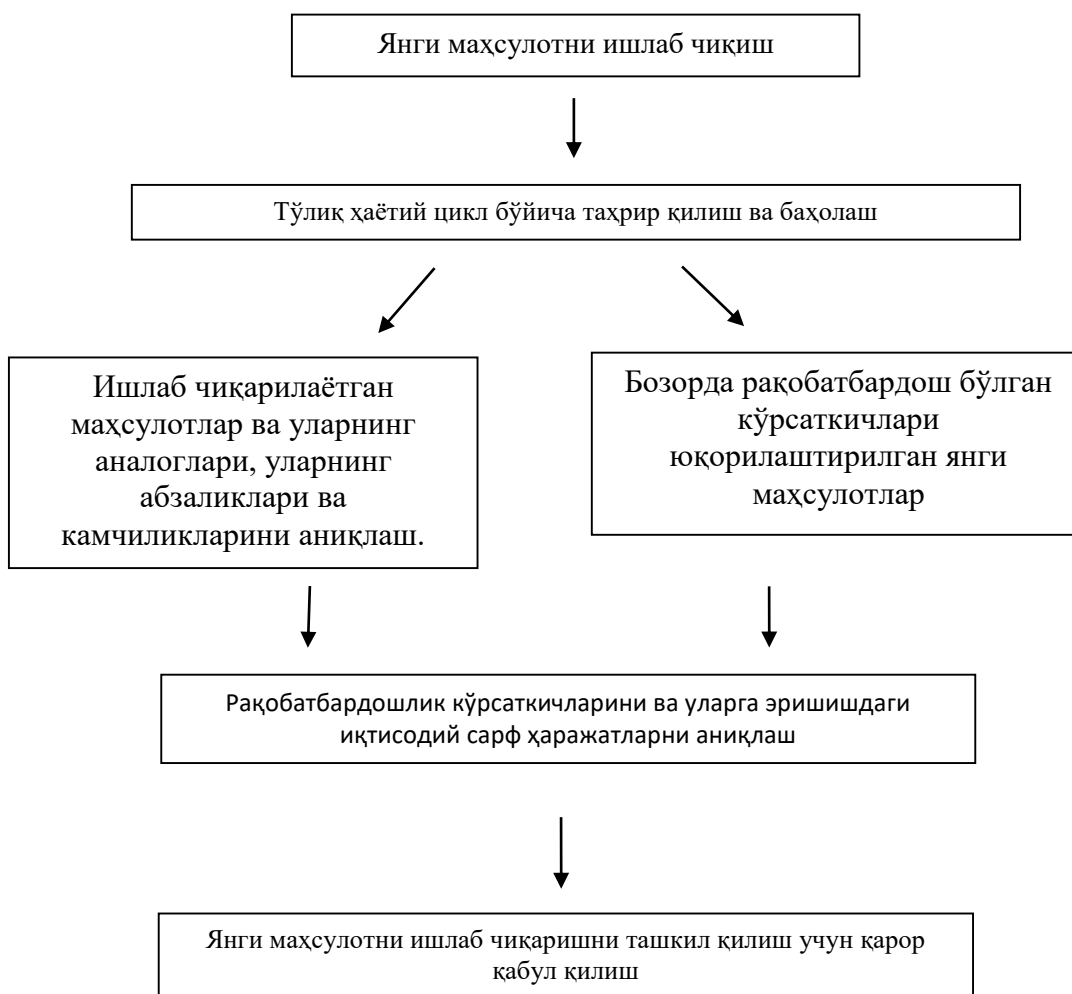
Заррачалар учун филтлар. Мос филтлар ёрдамида ишланган газларни заррачалардан нисбатан қийналмасдан тозалаш мумкин. Лекин бунда филтлар тез тикилиб қолади, чиқишдаги қарши босим эса кескин ортади.

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 тугашини таъминлайди.

Қурум 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. Учқун 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. Муқобилные 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: Двигателнинг иссиқлик ҳисоби

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

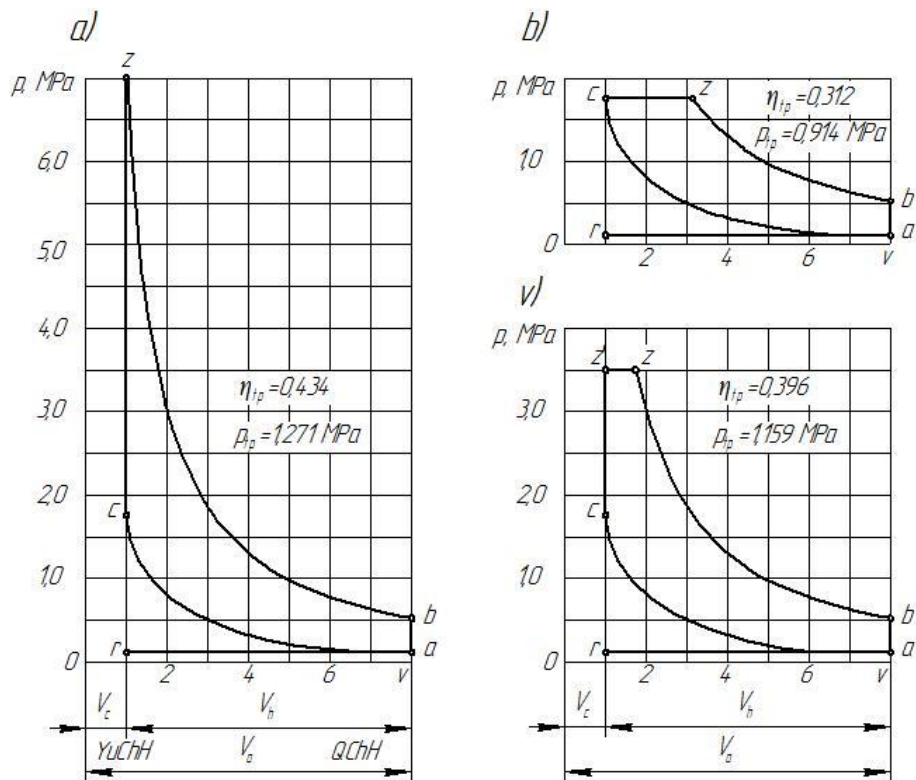
Масаланинг қўйилиши

Машғулот вазифалари:

- замонавий транспорт двигателларига (двигател тури, тактлилиги, цилиндрлар сони ва жойлашиши ҳамда □ тирсақли валнинг айланишлар частотаси) қўйиладиган асосий тежамкорлик ва экологик талаблар бўйича назарий билимларни мустаҳкамлаш;
- двигател эффектив қувватини ҳисоблаш кўникмасини эгаллаш;
- двигател сиқиш даражасининг ёнилғи тежамкорлиги ва атроф муҳит экологиясига таъсирини таҳлил этиш;
- ёнилғи ҳаво аралашмаси таркибини тавсифловчи параметр-ҳаво ортиқлиги коэффициентининг двигател тежамкорлик ва экологик кўрсаткичларига таъсир қилувчи хоссалари бўйича назарий билимларни мустаҳкамлаш;
- ёнилғи турлари, ёнилғи-энергетик ресурслардан транспорт воситаларида фойдаланиш истиқболини таҳлил қилиш кўникмасини эгаллаш;

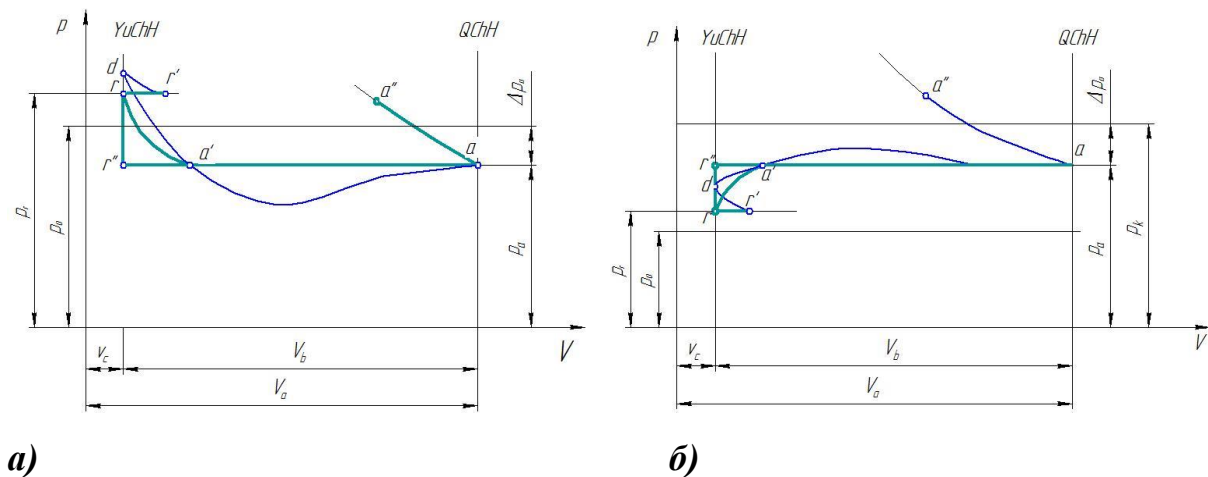
Ишни бажариш учун намуна

Назарий берк бўлмаган циклар кўрилганида киритиш ва чиқариш жараёнлари атроф-муҳит босимига тенг бўлган ўзгармас босимда кечади деб қаралган (1.1-расм, ра тўъри чизиъи).



1.1-расм. Берк бўлмаган назарий циклар ($\epsilon=8$; $T_a=350\text{ K}$; $p_a=0,1\text{ МПа}$; $\alpha=1,0$):
 а – бензин $V=\text{сонст}$ да ёнадиган; б – дизел ёнильиси $n=\text{сонст}$ да ёнадиган; в – дизел ёнильиси $V=\text{сонст}$, сўнгра $n=\text{сонст}$ да ёнадиган ва $\lambda_n=2$

Двигателнинг ҳақиқий циклида ушбу жараёнлар қайтмас бўлади ва босимнинг сезиларли ўзгаришида кечади. Киритиш жараёнида босим ўзгаришининг амалдаги характери наддувсиз двигателлар учун 1.2,а-расмда, наддувли двигателлар учун 1.2,б-расмда схематик тарзда (родаоааоо эгри чизиь) кўрсатилган.



1.2-расм. Тўрт тактли двигателда чиқариш жараёнида босимнинг ўзгариши

a – наддувсиз; b – наддувли

Умумий ҳолатлар

Бошланғич маълумотлар:

- *двигател тури (тактлилиги, цилиндрлар сони ва жойлаиши);*
- *тирсакли валнинг айланишлар частотаси n , айл/мин;*
- *еффе́ктив қувват (номинал иш режими учун N_e , кВт)*
- *сиқии даражаси ϵ ;*
- *ҳаво ортиқлиги коэффициенти α ;*
- *ёнилғи тури – бензин АИ-95 АИ-80 ГОСТ Р 51105-97, ўртача элементар таркиби ва молекуляр массаси:*

$C=0,855$, $H=0,145$ ва $m_{\epsilon}=115$ кг/кмол.

Ёнилғи.

Ёнилғи ёнишининг қуйи иссиқлиги

$$H_u = 33,91 \cdot C + 125,60 \cdot H - 10,89 \cdot (O - S) - 2,51 \cdot (9H + W), \text{ kJ / kg}$$

Ишчи жисм параметрлари.

1 кг ёнилғи тўлиқ ёниши учун назарий зарурий ҳаво миқдори

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8H - O \right) \text{ kg havo / kg yon ilg' i;}$$

$$L_0 = \frac{l_0}{0,208} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O}{32} \right) \text{ kmol havo / kg yon ilg' i}$$

Янги заряд (ёнувчи аралашма) миқдори

$$M_1 = \alpha \cdot L_0 + \frac{1}{m_{yo}} \text{ kmol yon .aral . / kg yon ilg' i}$$

Ёниш маҳсулотлари алоҳида компонентларининг миқдори

$$M_{CO_2} = \frac{C}{12} + 2 \cdot \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 L_0, \text{ kmol } CO_2 / \text{ kg yon ilg' i;}$$

$$M_{CO} = 2 \cdot \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 L_0, \text{ kmol } CO / \text{ kg yon ilg' i;}$$

$$M_{H_2O} = \frac{H}{2} + 2 \cdot K \cdot \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 L_0, \text{ kmol } H_2O / \text{ kg yon ilg' i}$$

$$M_{H_2} = 2 \cdot K \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 L_o, \text{ kmol } H_2 / \text{ kg yon ilg' i};$$

$$M_{N_2} = 0,792 \cdot \alpha \cdot L_o, \text{ kmol } N_2 / \text{ kg yon ilg' i};$$

бу ерда K – ўзгармас катталиқ, у водород миқдорининг ёниш маҳсулотлари таркибидаги углерод оксидига бўлган нисбатидир, $K=0,45\dots 0,50$ – бензин учун.

Ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори

$$M_2 = M_{CO_2} + M_{CO} + M_{H_2O} + M_{H_2} + M_{N_2}, \text{ kmol yon mah. / kg yon ilg' i}$$

Атроф мухит параметрлари ва қолдиқ газлар.

Қуйидаги атмосфера шароитларини қабул қиламиз

$$p_k = p_0 = 0,1 \text{ МПа}; \quad T_k = T_0 = 293 \text{ К.}$$

Двигател номинал иш режими учун қолдиқ газлар босимини аниқлаймиз

$$p_{r_N} = (1,05 \dots 1,25) p_0, \text{ МПа}$$

Қолдиқ газлар босимининг катта қийматлари тирсакли вал айланишлар частотаси катта бўлган двигателлар учун қабул қилинади. Кичик қийматлари эса ёниш бевосита пуркаладиган ва таоминлаш тизими электрон бошқариладиган двигателлар учун қабул қилинади.

Двигателнинг ҳар хил тезлик режимлари учун қолдиқ газлар босимини қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз

$$p_p = p_0 \cdot (1,005 + A_n \cdot 10^{-8} \cdot n^2), \text{ МПа},$$

бу ерда

$$A_p = \frac{(p_{r_N} - 1,035 \cdot p_0) \cdot 10^8}{n_N^2 \cdot p_0}$$

n – двигател тирсакли валининг айланишлар частотаси (берилган топшириқдан қабул қилинади), *айл/мин*;

p_{r_N} – номинал режимда қолдиқ газлар босими, *МПа*;

n_N – двигател тирсакли валининг номинал айланишлар частотаси (ҳисобланаётган двигател прототипининг техникхарактеристикасидан аниқланади), *айл/мин*.

Ёнилғи тақсимланиб пуркаладиган бензинли двигателлар учун қолдиқ

газлар ҳарорати T_p ни номограмма бўйича аниқлаймиз.

Назорат саволлари

1. Двигател иссиқлик ҳисобини бажаришда қайси бошланғич маълумотлардан фойдаланилади?
2. Автомобил ва тракторларда қўлланиладиган ёнилғилар турлари, кимёвий таркиби ва экологиклигини таҳлил қилинг.
3. Ишчи жисм параметраларини бирма-бир баён этинг ва уларни ҳисоблаш формулаларини тушунтиринг.
4. Атроф муҳит параметрлари **ва қолдиқ газлар** ишчи жараёнга (ёнилғи тежамкорлиги ва ИЁД экологиклигига) қандай таҳсир этади?
5. Двигателнинг ишчи жараёни назарий циклдан қандай фарқланади?
6. Қолдиқ газлар босимининг катта қийматлари қандай двигателларда ва иш режимларида, кичик қийматлари эса қандай двигателларда ва қандай иш режимларида ҳосил бўлади?
7. Двигателнинг ҳар хил тезлик режимлари учун қолдиқ газлар босимини қайси формула бўйича аниқлаймиз
8. Двигател номинал иш режими учун қолдиқ газлар босимини қандай аниқлаймиз?

Фойдаланилган адабиётлар

1. То'layev B.R. Ichki yonuv motorlari nazariyasi va dinamika asoslari. – Т.: Fan va texnologiya. 2010.
2. Даминов О.О. Ички ёнув двигателлари назарияси. – Т.: “Адабиёт учқуни”, 2018.
3. А.И. Колчин, В.П. Демидов. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М.: Высшая школа, 2008.

2-амалий. Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари

Ишдан мақсад – Двигателнинг эффектив кўрсаткичларини таҳлил қилиш ва ҳисоблаш кўникмасини эгаллаш.

Масаланинг кўйилиши

Машғулот вазифалари:

- ишчи циклнинг эффе́ктив параметрларини таҳлил қилиш кўникмасини эгаллаш;
- двигателдаги механик йўқотишларни таҳлил қилиш ва уларни ҳисоблаш методикасини эгаллаш;
- двигателнинг механик ф.и.к.ни ҳисоблаш кўникмасини эгаллаш;
- эффе́ктив қувватни ҳисоблаш кўникмасини эгаллаш;
- двигателнинг эффе́ктив ф.и.к.га таъсир этувчи омилларни таҳлил қилиш ва ҳисоблаш кўникмасини шакллантириш;
- двигател ёнлилғи тежамкорлигининг асосий кўрсаткичи – ёнлилғининг эффе́ктив солиштирма сарфини аниқлаш кўникмасини шакллантириш.
- двигателнинг эффе́ктив кўрсаткичларини таҳлил қилиш бўйича кўникмани шакллантириш.

Ишчи циклнинг эффе́ктив параметрлари

Двигател ишини тавсифловчи параметрлар индикатор кўрсаткичлардан ҳар хил механик қаршиликларни (кривошип-шатунли механизмдаги ишқаланиш, ёрдамчи механизмлар ва ҳайдагични ҳаракатга келтириш ва б.) енгшига ҳамда киритиш ва чиқариш жараёнларини амалга оширишга фойдали ишни сарфлаш зарурати мавжудлиги билан фарқланади.

Механик йўқотишлар. Двигател ичидаги ҳар хил қаршиликларни енгшига бўлган йўқотишларни механик йўқотишлар қуввати ёки механик йўқотишлар қувватининг цилиндр бир бирлик ишчи ҳажмига нисбатига мос иш билан баҳолашади.

Двигателларнинг дастлабки ҳисобини бажаришда механик йўқотишлар ўртача босими r_m билан тавсифланувчи механик йўқотишларни поршен ўртача тезлигига қараб чизиқли боғланишлар бўйича тақрибан аниқлаш мумкин.

Қуйида ҳар хил турдаги двигателлар учун p_m (МПа) қийматини аниқлаш учун эмпирик формулалар келтирилган:

цилиндрлар сони олтигагача ва $C/D > 1$ бўлган бензинли двигателлар учун

$$p_m = 0,049 + 0,0152 \cdot v_{п.ўр}$$

$C/D < 1$ бўлган саккиз цилиндрли бензинли двигателлар учун

$$p_m = 0,039 + 0,0132 \cdot v_{п.ўр}$$

цилиндрлар сони олтигагача ва $C/D < 1$ бўлган бензинли двигателлар учун

$$p_m = 0,034 + 0,0113 \cdot v_{п.ўр}$$

ёнилғи пуркаладиган ва электрон бошқариладиган юқори форсировка қилинган двигателлар учун

$$p_m = 0,024 + 0,0053 \cdot v_{п.ўр}$$

ажралмаган ёниш камерали тўрт тактли дизеллар учун

$$p_m = 0,089 + 0,0118 \cdot v_{п.ўр}$$

олд камерали дизеллар учун

$$p_m = 0,103 + 0,0153 \cdot v_{п.ўр}$$

уюрма камерали дизеллар учун

$$p_m = 0,089 + 0,0135 \cdot v_{п.ўр}$$

Механик йўқотишлар ўртача босими p_m формулалар бўйича қўлланилаётган мой сифати, двигателнинг ишчанлик ҳолати, сирт ишқаланиш сифати ва наддувни инобатга олмасдан ҳисобланади. Шу боис, юқорида келтирилган формулалар бўйича олинган p_m қийматларидан фойдаланишдан олдин, уларни танқидий баҳолаш зарур.

Наддув агрегати сифатида юритмали ҳайдагич (механик наддув) дан фойдаланилганда двигателдаги йўқотишлар уни юритишга сарфланган қувват миқдорича ортади.

Ўртача эффектив босим. Ўртача эффектив босим – бу двигател валидаги эффектив ишнинг цилиндр ишчи ҳажмининг бир бирлигига нисбатидир.

Двигателларни ҳисоблашда p_e ўртача индикатор босим бўйича аниқланади

$$p_e = p_i - p_m$$

Механик наддувли двигателлар учун

$$p_e = p_i - p_m - p_n$$

бу ерда p_n – ҳайдагични юритишга йўқотиладиган босим.

Номинал юкда ўртача эффектив босим p_e қиймати (МПа) қуйидаги ораликларда ўзгаради:

Тўрт тактли карбюраторли двигателлар учун	0,6...1,1
Форсировка қилинган тўрт тактли карбюраторли двигателлар ва электрон пуркагичли двигателлар учун	1,3 гача
Наддувсиз тўрт тактли дизеллар учун	0,65...0,85
Наддувли тўрт тактли дизеллар учун	2,0 гача
Икки тактли тез юрар дизеллар учун	0,4...0,75
Газли двигателлар учун	0,5...0,75

Ўртача эффектив босим ортиши билан цилиндр ишчи хажмидан фойдаланиш шароитлари яхшиланади, бу эса анча енгил ва ихчам двигателларни яратиш имконини беради.

Автомобил ва трактор двигателларини яратишда узок вақт давомида p_e қийматини оширишга интилиш бўлган.

Лекин 70...80 йиллардаги нефт кризиси бу тенденцияни жиддий секинлатди. Бутун дунёда уларнинг эксплуатациясида двигателлар захарлилигини камайтириш бўйича ўсиб бораётган талаблар ҳам p_e ўсишини тутиб турибди. Бугунги кунда двигател ишининг экологик тозалигини оширишнинг янги самарали усуллари ишлаб чиқилганлиги туфайли p_e нинг ўсиши яна бошланди. Бу усуллар: карбюратордан фойдаланмасдан енгил ёнилғини бевосита киритиш трубопроводига ёки двигател цилиндрига пуркаш, нейтрализаторнинг ҳар хил турларини қўллаш, газсимон ёнилғига ўтказиш. Енгил автомобиллар учун биринчи навбатда, автомобиллар учун умуман, ишчи жараённи яхши ташкил қилиш, юқори навли ёнилғиларни қўллаш, таоминлаш тизимини такомиллаштириш ва наддувдан фойдаланиш ҳисобига ушбу тенденция сақланиб қолинмоқда.

Механик ф.и.к. Ўртача эффектив босимнинг ўртача индикатор босимга нисбати двигателнинг механик ф.и.к. дейилади.

$$\eta_m = p_e/p_i \text{ ёки } \eta_m = 1 - p_m/p_i$$

Двигател юки ортиши билан η_m камаяди. Карбюраторли двигателда юк камайганда газ алмашинувига бўлган йўқотишлар кўпайгани ҳисобига p_m катталашади. Двигател салт иши режимда $p_i = p_m$ ва $\eta_m = 0$ бўлади.

Ишқаланишга йўқотишлар ва ёрдамчи механизмларни юритишга йўқотишлар камайиши билан ҳамда юк маолум чегарага ортганда механик ф.и.к. ортади.

Тажрибавий маълумотлар бўйича номинал иш режимда ишлаётган ҳар хил двигателларнинг ф.и.к. қуйидаги ораликларда ўзгаради:

Бензинли двигателлар учун	0,75...0,92
Наддувсиз тўрт тактли дизеллар учун	0,7...0,82
Наддувли тўрт тактли двигателлар учун (ҳайдагичга йўқотиладиган қувватни ҳисобга олмаганда)	0,8...0,9
Икки тактли тезюрар дизеллар учун	0,7...0,85
Газли двигателлар учун	0,75...0,85

Эффектив қувват. Вақт бирлигида двигател валида олинadиган фойдали иш двигателнинг эффектив қуввати N_e дейилади. N_e қийматини (кВт) индикатор қувватдан механик ф.и.к. орқали аниқлаш мумкин:

$$N_e = N_i \eta_m = p_e V_h i n / (30\tau)$$

бу ерда p_e – МПа да; V_h – л да; n – айл/мин да ифодаланган.

Эффектив қувват ва двигателнинг асосий параметрлари орасидаги боғланиш қуйидаги боғланишда ифодаланади:

$$N_e = \frac{V_h i \cdot n}{30\tau} \cdot \frac{H_u}{\alpha \cdot l_0} \rho_k \eta_v \cdot \eta_i \cdot \eta_m$$

бу ерда V_h – л да; n – айл/мин да; H_u – МЖ/кг да; ρ_k – кг/м³ да ифодаланган.

Ифоданинг таҳлили шуни кўрсатадики, двигателнинг эффектив қувватини, умумий ҳолда, қуйидагилар ҳисобига ошириш мумкин:

- цилиндр ишчи ҳажмини катталаштириш (цилиндр диаметри ва поршен йўлини катталаштириш);
- цилиндрлар сонини кўпайтириш;

- ёнилғи ёнишининг қуйи иссиқлигини ошириш;
- заряд зичлигини ва тўлиш коэффициентини ошириш (масалан, наддув йўли билан ҳамда газ алмашинишини ташкил қилишни яхшилаш, киритиш ва чиқаришда қаршилиқкамайтириш, дозарядкани кўпайтириш мақсадида инерцион наддувни қўллаш ҳисобига ва ҳ.к.);
- индикатор ф.и.к.ни ошириш (ёниш жараёнини такомиллаштириш ва сиқиш ва кенгаиш жараёнларида иссиқлик йўқолишини камайтириш ҳисобига);
- двигателнинг механик ф.и.к. ни ошириш (масалан, юқори сифатли мойлардан фойдаланиш, насос йўқотишларини қисқартириш ҳисобига ва ҳ.к.).

Эффектив ф.и.к. ва ёнилғининг эффектив солиштира сарфи. Эффектив ф.и.к. η_e ва ёнилғининг эффектив солиштира сарфи g_e двигател тежамкор ишлашини тавсифлайдилар.

Двигател валидаги фойдали ишга эквивалент бўлган иссиқлик миқдорининг ёнилғи билан двигателга киритилган иссиқликнинг умумий миқдорига нисбати эффектив ф.и.к. дейилади.

$$\eta_e = L_e / H_u$$

бу ерда L_e – эффектив ишга эквивалент иссиқлик, МЖ/кг ёнилғи;

H_u – ёнилғи ёнишининг қуйи иссиқлиги, МЖ/кг ёнилғи.

Эффектив ва механик ф.и.к.лари орасидаги боғланиш қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$$

Суёқ ёнилғида ишлайдиган двигателлар учун:

$$\eta_e = \frac{p_e}{\rho_k \rho_V} \frac{\alpha \cdot L_0}{H_u}$$

Газсимон ёнилғида ишлайдиган двигателлар учун:

$$\eta_e = 371,2 \cdot 10^{-6} p_e T_k M'_1 / (p_k \eta_V H'_u)$$

Двигателнинг эффектив ф.и.к. ҳамма йўқотишларни (иссиқлик ва механик) ҳисобга олган ҳолда ёнилғи иссиқлигидан фойдаланиш даражасини тавсифлайди.

Номинал режимда ишлаётган двигател эффектив ф.и.к.нинг қийматлари:

Бензинли двигателлар учун 0,25...0,38

Наддувсиз дизеллар учун 0,35...0,42

Наддувли дизеллар учун 0,23...0,30

Газли двигателлар учун 0,38...0,45

Дизелларда эффектив ф.и.к. қийматининг бензинли двигателларнинг η_e дан юқорилигига асосан уларда ҳаво ортиқлиги коэффициенти қийматининг катталиги, яъни уларда ёнилғи тўлароқ ёнишининг натижаси бўлади. Енгил ёнилғи пуркаладиган двигателларда бу камчилик деярли бўлмайди.

Суяқ ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи [г/(кВт·соат)]

$$g_e = 3600 / (H_u \eta_e) \text{ ёки } g_e = 3600 \rho_k \eta_V / (p_e l_0 \alpha)$$

Газсимон ёнилғида ишлайдиган двигателлар учун газсимон ёнилигининг эффектив солиштирма сарфи [м³(кВт·соат)]

$$v_e = 3,6 / (\eta_e H'_u) \text{ ёки } v_e = 9700 p_k \eta_V / (p_e M'_1 T_k)$$

Эффектив қувват бирлигига ёнилғининг солиштирма сарфи [МЖ/(кВт·соат)]

$$q_e = v_e H'_u = 9700 \cdot p_k \eta_V / (p_e M'_1 T_k)$$

Замонавий автомобил ва трактор двигателлари учун номинал юкда ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи қуйидаги қийматларга эга:

Ёнилғини электрон пуркайдиган

двигателлар учун $g_e = 200...290$ г/(кВт·с)

карбюраторли двигателлар учун $g_e = 230...310$ г/(кВт·с)

ажратилмаган ёниш камерали

дизеллар учун $g_e = 200...235$ г/(кВт·с)

Уюрма камерали ва олд камерали

дизеллар учун $g_e = 220...260$ г/(кВт·с)

Газ двигателлари учун $g_e = 12...17$ МЖ/(кВт·с)

Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари

Механик йўқотишлар ўртача босими

$$p_M = a + b \cdot v_{p.ўр}, \text{ МПа.}$$

Ёнилғи пуркаладиган ва электрон бошқариладиган юқори форсировка қилинган бензинли двигателлар учун $a=0,024$ ва $b=0,0053$.

Ёнилғи пуркаладиган двигател учун олдиндан поршен йўли S ни двигател прототипига мос равишда қабул қиламиз ва поршеннинг ўртача тезлигини аниқлаймиз

$$v_{п.ўр} = \frac{S \cdot n}{3 \cdot 10^4}, \text{ м/с.}$$

Ўртача эффектив босим

$$p_e = p_i - p_M, \text{ МПа.}$$

Механик ф.и.к.

$$\eta_M = \frac{p_e}{p_i}.$$

Эффектив ф.и.к.

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_M.$$

Ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u \eta_e}, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат).}$$

Назорат саволлари

1. Киритиш жараёнига таҳсир этувчи омилларни таҳлил қилинг.
2. Ҳарорати ва босимининг қийматларини айтиб беринг ва ҳисоблаш формуласини ёзинг.
3. Силиндрнинг ҳажмий тўлиш коэффициенти формуласини ёзинг ва тушунтириб беринг.
4. Назарий сиқиш жараёни қандай кечади?
5. Ҳақиқий сиқиш жараёни назарий сиқиш жараёнидан қандай фарқ қилади?
6. Сиқиш охирида газларнинг босими ва ҳарорати қайси формулалар билан ҳисобланади?
7. Босимнинг ортиш коэффициенти нимани билдиради?

8. Ёниш охирида газларнинг босими ва ҳарорати қайси формулалар бўйича ҳисобланади?
9. Қайси жараёнда иссиқлик энергияси механик энергияга айланади?
10. Кенгайиш палитрупаси нимани билдиради?
11. Кенгайиш охирида газларнинг босими ва ҳарорати қайси формулалар бўйича ҳисобланади?
12. Двигателнинг иш режими чиқариш жараёнига қандай таъсир этади?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Тулаев Б.Р. Ички ёнув моторлари назарияси ва динамика асослари. – Т.: Фан ва технология. 2010.
2. Даминов О.О. Ички ёнув двигателлари назарияси. – Т.: “Адабиёт учқуни”, 2018.
3. А.И. Колчин, В.П. Демидов. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М.: Высшая школа, 2008.

3 - амалий машғулот: Двигателнинг индикатор кўрсаткичлари

Ишдан мақсад – Двигателнинг индикатор кўрсаткичларини таҳлил қилиш ва ҳисоблаш кўникмасини эгаллаш.

Масаланинг қўйилиши

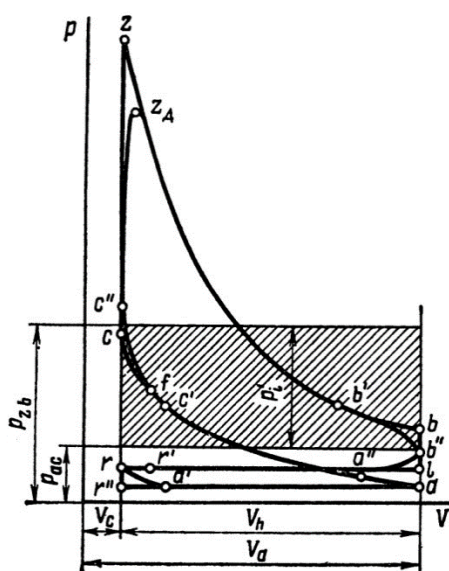
Машғулот вазифалари:

- ишчи циклни индикатор параметрларини таҳлил қилиш кўникмасини эгаллаш;
- двигателнинг индикатор ф.и.к.га таъсир этувчи омилларни таҳлил қилиш, уни ҳисоблаш ва ёнилғининг солиштирма индикатор сарфини ҳисоблаш кўникмасини шакллантириш;
- двигател ишчи циклининг индикатор параметрларини тизимийлаштириш амалий кўникмасини эгаллаш.

Ишчи циклниң индикатор параметрлари

Ички ёнув двигателиниң ишчи цикли ўртача индикатор босими, индикатор қуввати ва индикатор ф.и.к. билан тавсифланади.

Ўртача индикатор босим. Учкун билан ўт олдириладиган двигатель ва дизелниң бутун ишчи цикли давомида босимниң ўзгариши ҳисобий индикатор диаграммаларда (3.1 ва 3.2-расмлар) кўрсатилган. Думалоқлаштирилмаган диаграммаларниң юзаси ($aczba$) маолум масштабда двигатель бир циклда газлар бажарган назарий ҳисобий ишни ифодалайди. Бу ишниң поршен йўлига нисбати назарий ўртача индикатор босим p'_i бўлади.

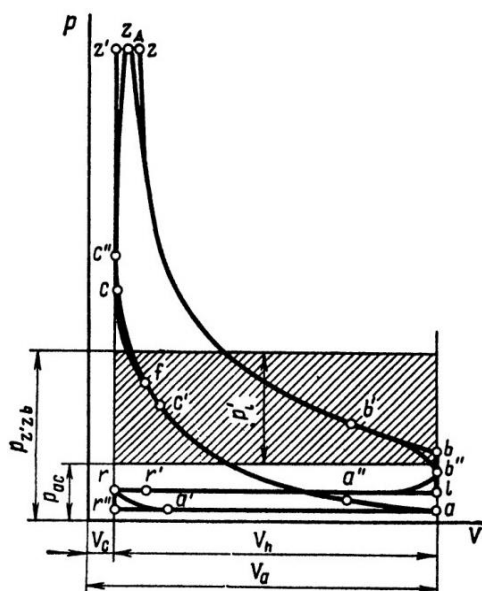


3.1-расм. Бензинли двигателниң индикатор диаграммаси

Индикатор диаграмма бўйича (3.1 ва 3.2-расмлар) p'_i ни график аниқлашда:

а) ac эгри чизиқ остидаги юзани аниқлаш (ишчи аралашмани сиқишга сарфланган иш) ва уни поршен йўлига бўлиб, сиқиш жараёниниң ўртача босими қиймати p_{ac} ни олиш;

б) zb эгри чизиғи остидаги (3.1-расм) ёки $z'zb$ эгри чизиғи остидаги (3.2-расм) юзани аниқлаш, бу юза кенгайиш ишини ифодалайди. Бу юзани поршен йўлига бўлиб, кенгайиш жараёниниң ўртача индикатор босими қиймати p_{zb} ёки $p_{z'zb}$ ни топиш;



3.2-рasm. Дизелнинг индикатор диаграммаси

в) бензинли двигател учун $p'_i = p_{zb} - p_{ac}$ ёки дизел учун $p'_i = p_{z'zb} - p_{ac}$ ни аниқлаш;

г) томонлари p'_i ва V_h бўлган тўғри тўртбурчакнинг юзасини ва индикатор диаграмма юзаси $ac(z')zba$ ни бир-бири билан солиштириш. p_{ac} , p_{zb} ($p_{z'zb}$) ва p'_i қийматлари тўғри топилганда солиштирилаётган юзалар бир-бирига тенг бўлиши керак.

$V = const$ да иссиқлик киритиладиган цикл бўйича ишлайдиган бензинли двигателлар учун (3.1-рasm) назарий ўртача индикатор босим

$$p'_i = \frac{p_c}{\varepsilon - 1} \cdot \left[\frac{\lambda_p}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) \right]$$

Иссиқлик аралаш киритиладиган цикл бўйича ишлайдиган дизел учун (3.2-рasm) назарий ўртача индикатор босим

$$p'_i = \frac{p_c}{\varepsilon - 1} \cdot \left[\frac{\lambda_p \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) + \lambda_p (\rho - 1) \right]$$

Ҳақиқий циклнинг ўртача индикатор босими $p_i p'_i$ қийматидан c, z, b нуқталарида силлиқлаш ҳисобига ҳисобий диаграмма камайишига пропорционал қийматга фарқ қилади.

Ҳақиқий циклининг ҳисобий циклдан оғиши туфайли назарий ўртача индикатор босимнинг камайиши диаграмма тўлиқлиги коэффициенти φ_i ва насос йўқотишларининг ўртача босими Δp_i қиймати билан баҳоланади.

Диаграмма тўлиқлиги коэффициенти φ_i қиймати қуйидаги ораликларда олинади:

Ёнилғи электрон пуркаладиган двигателлар учун	0,95...0,98
Карбюраторли двигателлар учун	0,94...0,97
Дизеллар учун	0,92...0,95

Кириштиш ва чиқариш жараёнларида насос йўқотишларининг ўртача босими

$$\Delta p_i = p_r - p_c$$

Наддувсиз тўрт тактли двигателлар учун Δp_i қиймати мусбат бўлади. Юритмали ҳайдагичли наддувли двигателларда $p_a > p_r$ бўлганда Δp_i қиймати манфий бўлади. Газ турбинали наддувда p_a қиймати p_r қийматидан ҳам катта ва ҳам кичик бўлиши мумкин, яъни Δp_i қиймати ҳам манфий ва ҳам мусбат бўлиши мумкин.

Ҳисобларни бажаришда газ алмаштиришга бўлган йўқотишлар механик йўқотишларга сарфланадиган ишда ҳисобга олинади, чунки ишқаланиш ишини экспериментал аниқлашда одатда двигателни прокрутка қилиш методидан фойдаланилади ва, табиийки, бу метод билан двигателни прокрутка қилишга бўлган механик йўқотишларда насос йўлига бўлган сарфлар ҳам ҳисобга олинади. Шунга асосан қуйидагилар қабул қилинган: ўртача индикатор босим $p_i p'_i$ дан фақат диаграмма тўлиқлиги коэффициентига фарқланади

$$p_i = \varphi_i \cdot p'_i$$

Тўлиқ юк остида ишлаганда p_i қиймати (МПа):

Тўрт тактли бензинли двигателлар учун	0,6...1,4
Тўрт тактли форсировка қилинган бензинли двигателлар учун	1,6 гача
Тўрт тактли наддувсиз дизеллар учун	0,7...1,1

Тўрт тактли наддувли дизеллар учун 2,2 гача

Наддувсиз дизелларда бензинли двигателларга нисбатан ўртача индикатор босим қийматининг кичиклигига сабаб – улар катта ҳаво ортиқлиги коэффициенти билан ишлайдилар. Бу цилиндр ишчи ҳажмидан тўлиқ фойдаланмасликка ва ортиқча ҳавони қиздиришга қўшимча иссиқлик йўқотилишига сабаб бўлади.

Индикатор қувват. Двигателнинг индикатор қуввати N_i – бу вақт бирлигида цилиндр ичида газлар бажарадиган ишдир.

Кўп цилиндрли двигател учун (кВт)

$$N_i = p_i V_h i n / (30\tau),$$

бу ерда p_i – ўртача индикатор босим, МПа;

V_h – бир цилиндрнинг ишчи ҳажми, l (дм³);

i – цилиндрлар сони;

n – тирсақли валнинг айланишлар частотаси, айл/мин;

τ – двигател тактлилиги.

Тўрт тактли двигателлар учун

$$N_i = p_i V_h i n / 120$$

Бир цилиндрнинг индикатор қуввати

$$N_{iц} = p_i V_h n / (30\tau)$$

Индикатор ф.и.к. ва ёнилғининг солиштирма индикатор сарфи.

Индикатор ф.и.к. η_i фойдали ишни олиш учун ёнилғи иссиқлигидан ҳақиқий циклда фойдаланганлик даражасини тавсифлайди ва у циклнинг индикатор ишига эквивалент бўлган иссиқликнинг ёнилғи билан цилиндрга кирган иссиқликнинг тўлиқ миқдорига нисбатига тенг.

1 кг ёнилғи учун

$$\eta_i = L_i / H_u$$

бу ерда L_i – индикатор ишга эквивалент бўлган иссиқлик, МЖ/кг;

H_u – ёнилғи ёнишининг қуйи иссиқлиги, МЖ/кг.

Демак, индикатор ф.и.к. ҳақиқий циклдаги ҳамма иссиқлик йўқотишларини ҳисобга олади.

Сууоқ ёнилғида ишлайдиган автомобиль ва трактор двигателлари учун

$$\eta_i = \frac{p_i l_0 \alpha}{H_u \rho_k \eta_v}$$

бу ерда p_i – МПа да; l_0 – кг/кг·ёнилғи да; H_u – мЖ/кг ёнилғида; ρ_k – кг/м³ да ифодаланган.

Газсимон ёнилғида ишлайдиган автомобиль ва трактор двигателлари учун

$$\eta_i = 371,2 \cdot 10^{-6} \frac{M'_1 T_k p_i}{H'_u \rho_k \eta_v}$$

бу ерда M'_1 – мол/мол·ёнилғи да; T_k – К да; p_i ва p_k – МПа да; H_u – мЖ/м³ да ифодаланган.

Номинал режимда ишлаётган замонавий автомобиль ва трактор двигателлари учун индикатор ф.и.к. нинг қийматлари:

ёнилғи электрон пуркаладиган двигателлар учун	0,35...0,45
карбюраторли двигателлар учун	0,30...0,40
дизеллар учун	0,40...0,50
газли двигателлар учун	0,28...0,35

Сууоқ ёнилғининг индикатор солиштира сарфи [г/(кВт·соат)]

$$g_i = 3600/(\eta_i H_u) \quad \text{ёки} \quad g_i = 3600 \rho_k \eta_v / (p_i l_0 \alpha)$$

Газсимон ёнилғида ишлайдиган двигателлар учун газсимон ёнилғининг индикатор солиштира сарфи [м³/(кВт·соат)].

$$v_i = 3,6/(\eta_i H'_u) \quad \text{ёки} \quad v_i = 9700 \eta_v \rho_k / (M'_1 T_k p_i).$$

Қувват бирлигини ишлаб чиқиш учун ёнилғининг солиштира сарфи [МЖ/(кВт·соат)]

$$q_i = v_i H'_u = 9700 \eta_v \rho_k H'_u / (M'_1 T_k p_i)$$

n_i ва n_k – МПа да; ρ_k – кг/м³ да; H_u – мЖ/кг да; H_{o_y} – мЖ/м³ да; l_0 – кг/кг·ёнилғи да; M'_1 – мол/мол·ёнилғи да; T_k – К да ифодаланган.

Номинал режимда ёнилғининг солиштира сарфи:

Ёнилғи электрон пуркаладиган

двигателлар учун $g_i = 180...230$ г/(кВт·с)

Карбюраторли двигателлар учун $g_i = 210 \dots 275$ г/(кВт·с)

Дизеллар учун $g_i = 170 \dots 210$ г/(кВт·с)

Газли двигателлар учун $g_i = 180 \dots 230$ г/(кВт·с)

Двигател ишчи циклининг индикатор параметрлари. Назарий

индикатор диаграмма учун циклининг ўртача индикатор босими

$$p'_i = \frac{p_c}{\varepsilon - 1} \left[\lambda_p (\rho - 1) + \frac{\lambda_p \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) \right] \text{ МПа.}$$

Циклининг ўртача индикатор босими,

$$p_i = \phi_t p'_i, \text{ МПа.}$$

бу ерда ϕ_t – индикатор диаграмма тўлиқлиги коэффициенти, ёнилғи электрон пуркаладиган двигателлар учун $\phi_t = 0,95 \dots 0,98$.

Циклининг индикатор ф.и.к.

$$\eta_i = \frac{p_i \alpha l_0}{H_u \rho_0 \eta_v}$$

Ёнилғининг индикатор солиштирма сарфи

$$g_i = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u \eta_i}, \text{ г/кВт} \cdot \text{соат.}$$

Назарий саволлар

1. Ички ёнув двигателининг ишчи цикли қандай тавсифланади?
2. Индикатор диаграмма бўйича p'_i ни график аниқлашда нималарни эътиборга олиш зарур?
3. Диаграмма тўлиқлиги коэффициенти ϕ_i қиймати ёнилғи электрон пуркаладиган двигателлар учун қайси оралиқлардан олинади?
4. Киритиш ва чиқариш жараёнларида насос йўқотишларининг ўртача босими формуласини айтинг ва тавсифланг.
5. Тўлиқ юк остида ишлаганда p_i қиймати тўрт тактли форсировка қилинган бензинли двигателлар учун нечи МПагача бўлади?
6. Двигателнинг индикатор қуввати деганда нимани тушунаси?
7. Индикатор ф.и.к. ва ёнилғининг солиштирма индикатор сарфи ҳақида маълумот беринг.

8. Суюқ ёнилғида ишлайдиган автомобил ва трактор двигателлари учун индикатор ф.и.к. қайси формула бўйича ҳисобланади?
9. Газсимон ёнилғида ишлайдиган автомобил ва трактор двигателлари учун индикатор ф.и.к. қайси формула бўйича ҳисобланади?
10. Номинал режимда ишлаётган газли двигателлар учун индикатор ф.и.к.нинг қийматини айтинг.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Тулаев Б.Р. Ички ёнув моторлари назарияси ва динамика асослари. – Т.: Фан ва технология. 2010.
2. Даминов О.О. Ички ёнув двигателлари назарияси. – Т.: “Адабиёт учқуни”, 2018.
3. А.И. Колчин, В.П. Демидов. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М.: Высшая школа, 2008.

4-амалий. Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари

Ишдан мақсад – Двигателнинг эффектив кўрсаткичларини таҳлил қилиш ва ҳисоблаш кўникмасини эгаллаш.

Масаланинг қўйилиши

Машғулот вазифалари:

- ишчи циклниң эффектив параметрларини таҳлил қилиш кўникмасини эгаллаш;
- двигателдаги механик йўқотишларни таҳлил қилиш ва уларни ҳисоблаш методикасини эгаллаш;
- двигателнинг механик ф.и.к.ни ҳисоблаш кўникмасини эгаллаш;
- эффектив қувватни ҳисоблаш кўникмасини эгаллаш;
- двигателнинг эффектив ф.и.к.га таъсир этувчи омилларни таҳлил қилиш ва ҳисоблаш кўникмасини шакллантириш;
- двигател ёнлиғи тежамкорлигининг асосий кўрсаткичи – ёнилғининг эффектив солиштирма сарфини аниқлаш кўникмасини шакллантириш.
- двигателнинг эффектив кўрсаткичларини таҳлил қилиш бўйича кўникмани шакллантириш.

Ишчи циклнинг эффе́ктив параметрлари

Двигател ишини тавсифловчи параметрлар индикатор кўрсаткичлардан ҳар хил механик қаршилиқларни (кривошип-шатунли механизмдаги ишқаланиш, ёрдамчи механизмлар ва ҳайдагични ҳаракатга келтириш ва б.) энгишга ҳамда киритиш ва чиқариш жараёнларини амалга оширишга фойдали ишни сарфлаш зарурати мавжудлиги билан фарқланади.

Механик йўқотишлар. Двигател ичидагичар хил қаршилиқларни энгишга бўлган йўқотишларни механик йўқотишлар қуввати ёки механик йўқотишлар қувватининг цилиндр бир бирлик ишчи ҳажмига нисбатига мос иш билан баҳолашади.

Двигателларнинг дастлабки ҳисобини бажаришда механик йўқотишлар ўртача босими p_m билан тавсифланувчи механик йўқотишларни поршен ўртача тезлигига қараб чизиқли боғланишлар бўйича тақрибан аниқлаш мумкин.

Қуйида ҳар хил турдаги двигателлар учун p_m (МПа) қийматини аниқлаш учун эмпирик формулалар келтирилган:

цилиндрлар сони олтигагача ва $C/D > 1$ бўлган бензинли двигателлар учун

$$p_m = 0,049 + 0,0152 \cdot v_{n,\dot{y}p}$$

$C/D < 1$ бўлган саккиз цилиндрли бензинли двигателлар учун

$$p_m = 0,039 + 0,0132 \cdot v_{n,\dot{y}p}$$

цилиндрлар сони олтигагача ва $C/D < 1$ бўлган бензинли двигателлар учун

$$p_m = 0,034 + 0,0113 \cdot v_{n,\dot{y}p}$$

ёнилғи пуркаладиган ва электрон бошқариладиган юқори форсировка қилинган двигателлар учун

$$p_m = 0,024 + 0,0053 \cdot v_{n,\dot{y}p}$$

ажралмаган ёниш камерали тўрт тактли дизеллар учун

$$p_m = 0,089 + 0,0118 \cdot v_{n,\dot{y}p}$$

олд камерали дизеллар учун

$$p_m = 0,103 + 0,0153 \cdot v_{n,\dot{y}p}$$

уюрма камерали дизеллар учун

$$p_m = 0,089 + 0,0135 \cdot v_{n,\dot{y}p}$$

Механик йўқотишлар ўртача босими p_m формулалар бўйича қўлланилаётган мой сифати, двигателнинг ишчанлик ҳолати, сирт ишқаланиш сифати ва наддувни инобатга олмасдан ҳисобланади. Шу боис, юқорида келтирилган формулалар бўйича олинган p_m қийматларидан фойдаланишдан олдин, уларни танқидий баҳолаш зарур.

Наддув агрегати сифатида юритмали ҳайдагич (механик наддув) дан фойдаланилганда двигателдаги йўқотишлар уни юритишга сарфланган қувват миқдорича ортади.

Ўртача эффектив босим. Ўртача эффектив босим – бу двигател валидаги эффектив ишнинг цилиндр ишчи ҳажмининг бир бирлигига нисбатидир.

Двигателларни ҳисоблашда p_e ўртача индикатор босим бўйича аниқланади

$$p_e = p_i - p_m$$

Механик наддувли двигателлар учун

$$p_e = p_i - p_m - p_n$$

бу ерда p_n – ҳайдагични юритишга йўқотиладиган босим.

Номинал юкда ўртача эффектив босим p_e қиймати (МПа) қуйидаги оралиқларда ўзгаради:

Тўрт тактли карбюраторли двигателлар учун 0,6...1,1

Форсировка қилинган тўрт тактли карбюраторли двигателлар ва электрон пуркагичли двигателлар учун 1,3 гача

Наддувсиз тўрт тактли дизеллар учун 0,65...0,85

Наддувли тўрт тактли дизеллар учун 2,0 гача

Икки тактли тез юрар дизеллар учун 0,4...0,75

Газли двигателлар учун 0,5...0,75

Ўртача эффектив босим ортиши билан цилиндр ишчи ҳажмидан фойдаланиш шароитлари яхшиланади, бу эса анча енгил ва ихчам двигателларни яратиш имконини беради.

Автомобил ва трактор двигателларини яратишда узоқ вақт давомида п_е қийматини оширишга интилиш бўлган.

Лекин 70...80 йиллардаги нефт кризиси бу тенденцияни жиддий секинлатди. Бутун дунёда уларнинг эксплуатациясида двигателлар заҳарлилигини камайтириш бўйича ўсиб бораётган талаблар ҳам п_е ўсишини тутиб турибди. Бугунги кунда двигател ишининг экологик тозалигини оширишнинг янги самарали усуллари ишлаб чиқилганлиги туфайли п_е нинг ўсиши яна бошланди. Бу усуллар: карбюратордан фойдаланмасдан енгил ёнилғини бевосита киритиш трубопроводига ёки двигател цилиндрига пуркаш, нейтрализаторнинг ҳар хил турларини қўллаш, газсимон ёнилғига ўтказиш. Енгил автомобиллар учун биринчи навбатда, автомобиллар учун умуман, ишчи жараёни яхши ташкил қилиш, юқори навли ёнилғиларни қўллаш, таоминлаш тизимини такомиллаштириш ва наддувдан фойдаланиш ҳисобига ушбу тенденция сақланиб қолинмоқда.

Механик ф.и.к. Ўртача эффектив босимнинг ўртача индикатор босимга нисбати двигателнинг механик ф.и.к. дейилади.

$$\eta_m = p_e/p_i \text{ ёки } \eta_m = 1 - p_m/p_i$$

Двигател юки ортиши билан η_m камаяди. Карбюраторли двигателда юк камайганда газ алмашинувига бўлган йўқотишлар кўпайгани ҳисобига p_m катталашади. Двигател салт иши режимида $p_i = p_m$ ва $\eta_m = 0$ бўлади.

Ишқаланишга йўқотишлар ва ёрдамчи механизмларни юритишга йўқотишлар камайиши билан ҳамда юк маолум чегарага ортганда механик ф.и.к. ортади.

Тажрибавий маолумотлар бўйича номинал иш режимида ишлаётган ҳар хил двигателларнинг ф.и.к. қуйидаги оралиқларда ўзгаради:

Бензинли двигателлар учун	0,75...0,92
Наддувсиз тўрт тактли дизеллар учун	0,7...0,82
Наддувли тўрт тактли двигателлар учун (ҳайдагичга йўқотиладиган қувватни ҳисобга олмаганда)	0,8...0,9

Икки тактли тезюар дизеллар учун 0,7...0,85

Газли двигателлар учун 0,75...0,85

Эффектив қувват. Вақт бирлигида двигател валида олинадиган фойдали иш двигателнинг эффектив қуввати N_e дейилади. N_e қийматини (кВт) индикатор қувватдан механик ф.и.к. орқали аниқлаш мумкин:

$$N_e = N_i \eta_m = p_e V_h i n / (30\tau)$$

бу ерда p_e – МПа да; V_h – л да; n – айл/мин да ифодаланган.

Эффектив қувват ва двигателнинг асосий параметрлари орасидаги боғланиш қуйидаги боғланишда ифодаланади:

$$N_e = \frac{V_h i \cdot n}{30\tau} \cdot \frac{H_u}{\alpha \cdot l_0} \rho_k \eta_v \cdot \eta_i \cdot \eta_m$$

бу ерда V_h – л да; n – айл/мин да; H_u – МЖ/кг да; ρ_k – кг/м³ да ифодаланган.

Ифоданинг таҳлили шуни кўрсатадики, двигателнинг эффектив қувватини, умумий ҳолда, қуйидагилар ҳисобига ошириш мумкин:

- цилиндр ишчи ҳажмини катталаштириш (цилиндр диаметри ва поршен йўлини катталаштириш);
- цилиндрлар сонини кўпайтириш;
- ёнилғи ёнишининг қуйи иссиқлигини ошириш;
- заряд зичлигини ва тўлиш коэффициентини ошириш (масалан, наддув йўли билан ҳамда газ алмашилишини ташкил қилишни яхшилаш, киритиш ва чиқаришда қаршилиқкамайтириш, дозарядкани кўпайтириш мақсадида инерцион наддувни қўллаш ҳисобига ва ҳ.к.);
- индикатор ф.и.к.ни ошириш (ёниш жараёнини такомиллаштириш ва сиқиш ва кенгаиш жараёнларида иссиқлик йўқолишини камайтириш ҳисобига);
- двигателнинг механик ф.и.к. ни ошириш (масалан, юқори сифатли мойлардан фойдаланиш, насос йўқотишларини қисқартириш ҳисобига ва ҳ.к.).

Эффектив ф.и.к. ва ёнилғининг эффектив солиштира сарфи. Эффектив ф.и.к. η_e ва ёнилғининг эффектив солиштира сарфи g_e двигател тежамкор ишлашини тавсифлайдилар.

Двигател валидаги фойдали ишга эквивалент бўлган иссиқлик миқдорининг ёнилғи билан двигателга киритилган иссиқликнинг умумий миқдорига нисбати эффектив ф.и.к. дейилади.

$$\eta_e = L_e / H_u$$

бу ерда L_e – эффектив ишга эквивалент иссиқлик, МЖ/кг ёнилғи;

H_u – ёнилғи ёнишининг қуйи иссиқлиги, МЖ/кг ёнилғи.

Эффектив ва механик ф.и.к.лари орасидаги боғланиш қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$$

Сууюқ ёнилғида ишлайдиган двигателлар учун:

$$\eta_e = \frac{p_e}{\rho_k \rho_V} \frac{\alpha \cdot L_0}{H_u}$$

Газсимон ёнилғида ишлайдиган двигателлар учун:

$$\eta_e = 371,2 \cdot 10^{-6} p_e T_k M'_1 / (p_k \eta_V H'_u)$$

Двигателнинг эффектив ф.и.к. ҳамма йўқотишларни (иссиқлик ва механик) ҳисобга олган ҳолда ёнилғи иссиқлигидан фойдаланиш даражасини тавсифлайди.

Номинал режимда ишлаётган двигател эффектив ф.и.к.нинг қийматлари:

Бензинли двигателлар учун 0,25...0,38

Наддувсиз дизеллар учун 0,35...0,42

Наддувли дизеллар учун 0,23...0,30

Газли двигателлар учун 0,38...0,45

Дизелларда эффектив ф.и.к. қийматининг бензинли двигателларнинг η_e дан юқорилигига асосан уларда ҳаво ортиқлиги коэффициенти қийматининг катталиги, яъни уларда ёнилғи тўлароқ ёнишининг натижаси бўлади. Енгил ёнилғи пуркаладиган двигателларда бу камчилик деярли бўлмайди.

Сууюқ ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи [г/(кВт·соат)]

$$g_e = 3600 / (H_u \eta_e) \text{ ёки } g_e = 3600 \rho_k \eta_V / (p_e l_0 \alpha)$$

Газсимон ёнилғида ишлайдиган двигателлар учун газсимон ёнилиғининг эффектив солиштирма сарфи [м³(кВт·соат)]

$$v_e = 3,6/(\eta_e H'_u) \text{ ёки } v_e = 9700 p_k \eta_V / (p_e M'_1 T_k)$$

Эффектив қувват бирлигига ёнилғининг солиштирма сарфи
[МЖ/(кВт·соат)]

$$q_e = v_e H'_u = 9700 \cdot p_k \eta_V / (p_e M'_1 T_k)$$

Замонавий автомобиль ва трактор двигателлари учун номинал юкда ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи қуйидаги қийматларга эга:

Ёнилғини электрон пуркайдиган

двигателлар учун $g_e = 200 \dots 290$ г/(кВт·с)

карбюраторли двигателлар учун $g_e = 230 \dots 310$ г/(кВт·с)

ажратилмаган ёниш камерали

дизеллар учун $g_e = 200 \dots 235$ г/(кВт·с)

Уюрма камерали ва олд камерали

дизеллар учун $g_e = 220 \dots 260$ г/(кВт·с)

Газ двигателлари учун $g_e = 12 \dots 17$ МЖ/(кВт·с)

Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари

Механик йўқотишлар ўртача босими

$$p_M = a + b \cdot v_{p,orr}, \text{ МПа.}$$

Ёнилғи пуркаладиган ва электрон бошқариладиган юқори форсировка қилинган бензинли двигателлар учун $a=0,024$ ва $b=0,0053$.

Ёнилғи пуркаладиган двигател учун олдиндан поршен йўли C ни двигател прототипига мос равишда қабул қиламиз ва поршеннинг ўртача тезлигини аниқлаймиз

$$v_{п.ўр} = \frac{S \cdot n}{3 \cdot 10^4}, \text{ м/с.}$$

Ўртача эффектив босим

$$p_e = p_i - p_M, \text{ МПа.}$$

Механик ф.и.к.

$$\eta_M = \frac{p_e}{p_i}.$$

Эффектив ф.и.к.

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m.$$

Ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{N_u \eta_e}, g / (\text{кВт} \cdot \text{соат}).$$

Назорат саволлари

1. Ишчи циклнинг эффектив параметрлари қандай тавсифланади?
2. Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари қандай механик йўқотишлар мавжуд?
3. Ўртача эффектив босим ҳақида маълумот беринг.
4. Номинал юкда ўртача эффектив босим p_e қиймати газли двигателлар учун қайси оралиқлардан олинади?
5. Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари қандай механик ф.и.к. мавжуд?
6. Тажрибавий маълумотлар бўйича номинал иш режимида ишлаётган ҳар хил двигателларнинг ф.и.к. бензинли двигателлар учун қайси оралиқлардан олинади?
7. Двигателнинг индикатор қуввати деганда нимани тушунаси?
8. Эффектив қувват ҳақида маълумот беринг.
9. Эффектив қувват ва двигателнинг асосий параметрлари орасидаги боғланиш қайси формула бўйича ҳисобланади?
10. Эффектив ва механик ф.и.к.лари орасидаги боғланиш қайси формула бўйича ҳисобланади?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Телаев Б.Р. Ички ёнув моторлари назарияси ва динамика асослари. – Т.: Фан ва технология. 2010.
2. Даминов О.О. Ички ёнув двигателлари назарияси. – Т.: “Адабиёт учқуни”, 2018.
3. А.И. Колчин, В.П. Демидов. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М.: Высшая школа, 2008.

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 асосланг. 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 резинотехник 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 тизимида 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 кўтарила 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 билдиринг.

2-кейс: Ички ёнув двигателлари учун қўлланила бошланган баъзи алтернатив ёнилғилар мотор ўт олиши ва аланганинг тарқалишига салбий таъсир қилмоқда ҳамда зарарл 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 коррозия актив модда ҳисобланади.

Метанолдан бензинга самарали қўшимча 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: 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 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.

VII. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Автомобилнинг ҳавони ифлослаши AUTOMOTIVE AIR POLLUTION	Транспорт воситасидан атмосферага чиқарилаётган буғланган ва тўлиқ ёнмаган заҳарли ёниш маҳсулотлари, асосан углерод оксиди (CO), углеводородлар (CH), азот оксиди (NO _x), олтингугурт оксиди (SO _x) 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 (NO _x), sulfur oxides (SO _x) and particulates.
Азот оксиди NITROGEN OXIDES (NO_x)	Азот ва кислороднинг барча кимёвий бирикмалари. Азот оксиди автомобил 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 автомобил 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 VAPOR	Газ: ихтиёрий модданинг газсимон ҳолати, суюқлик ёки қаттиқ ҳолатлардан фарқли ҳолат.	A gas: any substance in the 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 газы.	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 газы – 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 colorless, odorless and highly flammable gas when mixed with oxygen over a wide range of concentrations.

<p>Гибридэлектромобили (ГЭМ) HYBRID ELECTRIC VEHICLE (HEV)</p>	<p>Электрюртмаситизими ёрдамида ҳаракатланувчи ва муқобил қувват блоки (МҚБ) деб номланувчи иккинчи қувват манбаи сифатида ички ёнув двигатели қўлланиладиган транспорт воситаси.</p>	<p>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).</p>
<p>Двигатель ENGINE</p>	<p>Иссиқлик энергиясини механик энергияга айлантириб берувчи машина.</p>	<p>A machine that converts heat energy into mechanical energy.</p>
<p>Детонация (Портлаш) DETONATION</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>Дизель ёнилғиси DIESEL FUEL</p>	<p>Дизель ёнилғиси – юқори босимли ўз-ўзидан аланагаланадиган двигателлар учун кенг тарқалган ёнилғи бўлиб, бошқа турдаги ёнилғилар билан солиштириш учун стандарт ҳисобланади.</p>	<p>Diesel fuel is the most common fuel for heavy-duty engines and is therefore a standard of comparison for other fuels.</p>
<p>Диффузия DIFFUSIVITY</p>	<p>Газни ҳаво билан аралашиб (қўшилиб) кетиш қобилияти.</p>	<p>The ability of a gas to diffuse in air.</p>
<p>Ёнилғи FUEL</p>	<p>Кислород билан кимёвий реакцияга киришганда энергия ажралиб чиқадиган модда.</p>	<p>A substance that releases energy when reacted chemically with oxygen.</p>
<p>Ёнилғи билан таъминлаш тизими FUEL SYSTEM</p>	<p>Двигателнинг цилиндрига буғланган ёнилғи ва ҳаво аралашмасини узатиб</p>	<p>The system (fuel cylinders and lines, gauge, fuel pump,</p>

	берувчи тизим (ёнилғи баклари ва кувурлари, фильтр, ёнилғи насоси, карбюратор ва киритиш коллектори).	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, уюрмавий 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 қувурига вертикал ўрнатилган, ҳар бир цилиндр учун электрон бошқарладиган ёнилғи инжекторлари цилиндрларга углеводородли ёнилғини пуркаб етказиб берувчи ёнилғи тизими тури. Тизим ёнилғи қувурида 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.

<p>Ёниш COMBUSTION</p>	<p>Ёнилғи, юкори ҳарорат ва кислород комбинацияси натижасидаги ўт, олов. Двигателда ёнилғи аралашмасининг тез ўт олиши ёниш камерасида содир бўлади.</p>	<p>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 combustion chamber.</p>
<p>Ёниш камераси COMBUSTION CHAMBER</p>	<p>Поршеннинг туби ва цилиндр каллаги орасидаги бўшлиқ бўлиб, ёнилғи-ҳаво аралашмаси ёнадиган жой.</p>	<p>The space between the top of the piston and the cylinder head, in which the air-fuel mixture is burned.</p>
<p>Заҳарли моддалар POLLUTANT</p>	<p>Атроф-муҳитга зарарли таъсир этаётган ёки ифлослантираётган барча моддалар. Транспорт воситасида двигателнинг ишлаб бўлган газларидаги ёки ёнилғи тизимидан буғланаётган моддалар.</p>	<p>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.</p>
<p>Икки ёнилғили тизим DUAL-FUEL</p>	<p>Бир вақтда иккита ёнилғида ишловчи тизим, масалан, дизель ёнилғиси ва сиқилган газда ишловчи дизель двигатели.</p>	<p>A system that operates on two fuels simultaneously, such as a fumigated diesel engine that runs on diesel and natural gas</p>
<p>Икки хил ёнилғили тизим BI-FUEL</p>	<p>Иккита турдаги ёнилғи билан ишловчи тизим, турли вақтларда алоҳида-алоҳида масалан бензин ва СқТГ.</p>	<p>A system that can operate on two fuels, one at a time and not simultaneously, such as gasoline and CNG.</p>
<p>Инжектор INJECTOR</p>	<p>Ёнилғи коллектордаги ҳаво оқими ёки ёниш камерасига пуркаладиган учлик ёки трубка.</p>	<p>The tube or nozzle through which fuel is introduced into the intake airstream or the combustion chamber.</p>
<p>Иссиқлик эффeктивлиги EFFICIENCY, THERMAL</p>	<p>Термодинамик жараён (кимёвий реакция каби) натижасида фойдаланилаётган эффeктив ишнинг жараён</p>	<p>The ratio of the useable work that results from a thermodynamic process (such as a chemical reaction) to the total</p>

	давомида сарфланаётган умумий энергияга нисбати.	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, тупроқни, сувни, океанни ифлослаш шунингдек шовқин 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 RECIRCULATION	Иссиқликни бошқариш ва/ёки NOx миқдорини бошқариш тизими бир қисм ишлаб бўлган газларни киритиш коллекторига қайта йўллаш.	A thermal dilution and/or NOx control system that recirculates a portion of the 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.

<p>Катализатор CATALYST</p>	<p>Моддалар орасидаги кимёвий жараённи тезлаштирувчи ёки секинлаштирувчи, бироқ ўзи жараёнда иштирок этмайдиган модда. Платина – типик катализатор ҳисобланади.</p>	<p>A substance that can speed or slow a chemical reaction between substances, without itself being consumed by the reaction. Platinum is a typical catalyst.</p>
<p>Каталитик конвертер (Нейтрализатор) CATALYTIC CONVERTER</p>	<p>Катализатори бўлган чиқариш тизимидаги курилма бўлиб, ишлаб бўлган газлар таркибидаги заҳарли газларни зарарсиз газларга айлантириб беради.</p>	<p>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.</p>
<p>Кимёвий формула CHEMICAL FORMULA</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>Қайта ёниш BACKFIRE</p>	<p>Мажбуран ўт олдириладиган двигателларда чиқариш коллекторида ҳаддан ташқари бой бўлган аралашмани тўсатдан портлаши. Қайта ёниш шунингдек ёнишнинг кечикиши натижасида ёнилғи чиқариш клапани атрофида ёнганда ва аланга индукцион тизимдан орқада қолганда келиб чиқади.</p>	<p>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 travels back into the induction system.</p>

<p>Марказий (ёнилғи) узатиш тизими CENTRAL (FUEL) DELIVERY SYSTEM</p>	<p>Бу тизим киритиш тактида ёнувчи аралашмани ҳосил қилади. Буғлатиш киритиш коллекторида ҳосил бўлади. Карбюратор – марказий узатиш тизими ҳисобланади.</p>	<p>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.</p>
<p>Механик эффективлик MECHANICAL EFFICIENCY</p>	<p>Двигателнинг йўқотишлари от кучи ва умумий от кучи нисбати.</p>	<p>In an engine, the ratio between brake horsepower and indicated horsepower.</p>
<p>Муқобил ёнилғилар ALTERNATIVE FUEL</p>	<p>Нефздан қайта ишлаб олинмаган бензин ёки дизел ёнилғисига муқобил бўлган ёнилғилар, масалан суюлтирилган табиий газ (СТГ), сиқилган нефть газ (СНГ), сиқилган табиий газ (СқТГ), этанол, метанол ёки водород</p>	<p>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.</p>
<p>Нотўғри ёниш ABNORMAL COMBUSTION</p>	<p>Зарбий дастлабки ёниш бўлиб, аланга юза бўйлаб тарқалади; бундай ёниш нормал кечмайди (яъни учқун билан бошланган аланга фронти бутун ёниш камераси бўйлаб бир текис ва портлашсиз тарқалмайди).</p>	<p>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).</p>
<p>Октан сони OCTANE NUMBER</p>	<p>Бензиннинг октан сонини баҳоловчи сон. Октан сони ички ёнув двигателяда ёнилғининг детонацияга чидамлилики даражасини ифода қилади.</p>	<p>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.</p>
<p>Октан сонини баҳолаш OCTANE RATING</p>	<p>Бензиннинг детонацион хоссаси ўлчови бўлиб, октан сони қанча юқори</p>	<p>A measure of the antiknock properties of a gasoline. The higher</p>

	бўлса, бензин шунча нотўғри ёнишга (детонацияга) чидамли бўлади.	the octane rating, the more resistant the gasoline is to abnormal combustion.
Олтингугурт оксиди SULFUR OXIDES (SO_x)	Қайноқ ишлаб бўлган газлар билан каталитик нейтрализатордаги 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 PYROLYSIS	Юқори ҳароратларда углеводородларни кимёвий парчалаш жараёни.	The chemical 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 гази (СВГ) COMPRESSED HYDROGEN GAS (CHG)	Сиқилган водород газни юқори босимда ва атмосфера ҳароратида сақланадиган сиқилган водород.	Compressed hydrogen gas is hydrogen compressed to a high-pressure and stored at ambient temperature.
Сиқилган нефть гази (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 predominantly 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.	Reducing the volume of a gas by squeezing it

	Ҳажмининг камайиши газ босимни, зичлигини ва ҳароратини оширади.	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.
СҚТГ 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 STIRLING ENGINE	Иссиқлик двигателларининг бир тури бўлиб, поршен ишчи газнинг навбатма-навбат қиздирилиши ва совитилиши натижасида босим ўзгариши ҳисобида ҳаракатланади. Унда иккита изотермик ва иккита изохорик жараён мавжуд.	A type of internal 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)	Мотор ёнилғиси сифатида ишлатилиш учун табиий газни суюлтириш.	A motor fuel composed of natural gas that has been liquefied.

<p align="center">LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG)</p>	<p>Суюлтирилган газ 111 К гача (– 259 °F; –162 °C) совитилади ва атмосфера босимида суюқликка айланади.</p>	<p>Liquefied natural gas cooled to 111 K (–259 °F; –162 °C) and ambient pressure becomes a liquid.</p>
<p align="center">Тизимнинг эффektivлиги EFFICIENCY, SYSTEM</p>	<p>Қатор жараёнлар натижасида фойдаланилаётган эффektiv ишнинг шу жараёнлар давомида сарфланаётган умумий энергияга нисбати. Тизимнинг эффektivлиги қатор жараёнларнинг фақатгина нисбий миқдори ҳисобланади, масалан, двигателнинг маховики учун тизимнинг эффektivлиги транспорт воситасининг филдирагидаги тизимнинг эффektivлигидан фарқ қилади. Бир тизимдаги тизимнинг эффektivлигини бошқача усул билан аниқланган бошқа тизимнинг эффektivлиги билан солиштириш кўп ҳолларда тўғри эмас.</p>	<p>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.</p>
<p align="center">Углеводород (СН) HYDROCARBON (НС)</p>	<p>Асосан табиий ёнилғилар, нефть, табиий газ ва кўмир таркибида мавжуд бўлган углерод ва водороднинг органик бирикмаси: фотохимёвий смог ҳосил қилувчи агент ҳисобланади.</p>	<p>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.</p>
<p align="center">Углерод оксиди (СО) CARBON MONOXIDE (СО)</p>	<p>Машинанинг чиқариш қувуридан чиқувчи заҳарли модда бўлиб, ёнилғининг тўлиқ ёнмаслиги натижасида ҳосил бўладиган рангсиз, таъмсиз</p>	<p>A pollutant from engine exhaust that is a colorless, odorless, tasteless, poisonous gas that results from incomplete combustion of carbon with oxygen.</p>

	ва хидсиз бўлган заҳарли газ.	
Ўз-ўзидан алангаланиш ҳарорати AUTOIGNITION TEMPERATURE	Аланга манбаси бўлмаганда ёнувчи аралашмани ўз-ўзидан алангаланиши учун зарур бўлган минимал ҳарорат. Ўз-ўзидан ёниб кетиш ҳарорати 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 IGNITION SYSTEM	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 тақсимлагичи, 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 стехиметрик 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	An indicator of the ignition quality of diesel fuel. A high-cetane fuel ignites more easily (at lower temperature) than a low-cetane fuel.

	алангаланади (паст ҳароратларда). Дизел ёнилғилари учун цетан сони 30 дан 70 гача ўзгаради, 40 дан 50 гача типик ҳисобланади.	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	Киритиш 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 эжектордан чиқиб ҳаво билан аралашади ва оқим билан бирга сўриб олинади.	A device used to circulate gas: new gas enters the 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 кутилаётган натижалар нисбати.	The ratio between an actual result and the theoretically possible result.

VII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 488 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. 1-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 592 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-жилд. Т.: “Ўзбекистон”, 2018. – 507 б.
4. Мирзиёев Ш.М. Нияти улуғ халқнинг иши ҳам улуғ, ҳаёти ёруғ ва келажак фаёвон бўлади. 3-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.
5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тикланишдан – миллий юксалиш сари. 4-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2020. – 400 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

6. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2018.
7. Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда қабул қилинган “Таълим тўғрисида”ги ЎРҚ-637-сонли Қонуни.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июнь “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрель "Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармони.

13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида” ги ПФ-5847-сонли Фармони.

15. 15.Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 29 октябрь “Илм-фанни 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6097-сонли Фармони.

16. 16.Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2020 йил 25 январдаги Олий Мажлисга Мурожаатномаси.

17. 17.Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарори

III. 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. RichardFolkson, 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. Муқобилные моторные топлива. – Тошкент: SHAMS ASA, 2014. – 189 с.

IV. Интернет ресурслари:

1. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
2. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси
3. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
4. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet
5. <http://natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси
6. <http://www.infocom.uz>
7. <http://www.press-uz.info>
8. <http://www.fueleconomy.gov>