

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус  
таълим вазирлиги  
Абу Райҳон Беруний номидаги Тошкент давлат  
техника университети  
Сирдарё вилояти Ширин энергетика  
касб-хунар коллежи

Р.Т. Раҳимжонов

## ЁҚИЛҒИ ВА ЁНИШ АСОСЛАРИ

фанидан касб-хунар коллежи талабалари  
учун

ТОШКЕНТ – 2002

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус  
таълим вазирлиги  
Абу Райхон Бериуний номидаги Тошкент давлат  
техника университети  
Сирдарё вилояти Ширин энергетика  
касб-ҳунар коллежи

Р.Т. Раҳимжонов

## ЁҚИЛҒИ ВА ЁНИШ АСОСЛАРИ

фанидан касб-ҳунар коллежи талабалари  
учун

ТОШКЕНТ – 2002

Раҳимжонов Р.Т.

Ёқилғи ва ёниш асослари. Энергетика касб-ҳунар коллежи талабалари учун дарслик. Т.ТошДТУ. 2002. 204 б.

Китобда ёқилғиларнинг таркиби, таснифи, асосий физик-химиявий хоссалари, текшириш усуллари ҳамда энергетика мақсадлари учун улардан фойдаланиш келтирилган, ёниш жараёнининг физик-химиявий асослари берилган.

Ундан ташқари, ёниш маҳсулотларининг ва иссиқлик исрофларини тавсифлари, иссиқлик баланси тенграмаси, қозон агрегатининг фойдали иш коэффициентини ҳисоби ҳамда ёниш маҳсулотларининг атроф-муҳитга таъсири кўрилган.

Китоб «Иссиқлик энергетикаси» йўналишидаги энергетика касб-ҳунар коллежи талабаларига мўлжалланган.

Rakhimjanov R.T.

Fuel and combustion principles. This is a textbook for power engineering professional colleges. TSTU. 2002. 204 p.

Composition, classification, basic physical-chemical properties of fuel, the methods of research and utilization as an energy fuel and physical-chemical principles of combustion are stated in the book. Besides, the characteristics of combustion products and fuel losses, equation of a heat balance, calculation of boiler aggregate, as well as influence of combustion products on environment are given.

The book is intended to the students of power engineering professional colleges, trained in the direction of «Heat power engineering»

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги Тошкент давлат техника университети ва ўрта махсус, касб-ҳунар таълим Маркази илмий услубий кенгашларининг қарорлари асосида чоп этишга тавсия этилган.

Тақризчилар: техн.фан.д-ри, проф. Р.Х.Каримов, ТошДТУ. техн.фан.н., катта илмий ходим Т.Полатов ОАЖ “ЎзЛТИ нефтгаз”

© Тошкент давлат техника университети, 2002

“Кулай иклим шароити, улкан минерал хом ашё захиралари, стратегик материаллар ва қишлоқ хўжалик хом ашёсининг катта захиралари ҳақли суратда Ўзбекистонни минтақа ва дунёнинг энг бой мамлакатлари қаторига олиб чиқади.”

Ислом Каримов.

## МУҚАДДИМА.

Ўзбекистон Республикасида «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури» да белгиланган мақсад ва вазифалар босқичма-босқич амалга оширила бориб, таълим тизимини ислоҳ қилиш борасида қатор тадбирлар белгиланмоқда. «Таълим тўғрисида» ги Қонунга мувофиқ касб-хунар коллежларида кадрлар тайёрлаш ҳамда уларнинг малакасини оширишни замон талабларига жавоб берадиган даражада ташкил этиш, талабалар савиясининг сифатига кўйиладиган зарур талабларини белгилаб берувчи давлат таълим стандартлари ва ўқув-услугий қўлланмаларнинг янги авлодларини яратиш вазифалари кўйилган.

Шу борада тақдим этилган ушбу дарслик «Иссиқлик энергетикаси» йўналишидаги касб-хунар коллежлари талабаларига мўлжалланган биринчи дарсликлардан бири бўлади.

Бизнинг давлатимиз тўқсонинчи йилларнинг ўрталарида ёқилғи мустақиллигига эга бўлганидан сўнг, ундан оқилона ва тежамли фойдаланиш энг муҳим давлат аҳамиятига эга масалалардан бири бўлиб қолди. Шу кунда бу муаммонни зарурлигини инобатга олиб ҳамда Ўзбекистон Республикасини «Энергиядан оқилона фойдаланиш» Қонунини тадбиқ қилиш мақсадида 2001 июн ойида Ўзбекистон Республикаси Макроиктисодиёти ва статистика вазирлигининг Бирлашган Коллегиясида энергияни тежаш масалалари бўйича 2010 йилга қадар регионал, соҳа ва миллий дастурни ишлаб чиқариш тўғрисида қарор қабул қилинди.

Шу муносабат билан ёқилғилар тўғрисида замон талабларига жавоб берадиган дарсликни яратиш муҳим аҳамиятга эга. Мазкур дарсликда ёқилғилар, жумладан энергетика соҳасида электр ва иссиқлик энергия олиш учун фойдаланадиган ёқилғилар тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Дарслик ўнта бобдан иборат бўлиб, уларда ёқилғилар тўғрисида турли маълумотлар келтирилган: ёқилғиларнинг келиб чиқиши, олиниши, таркиби, қимматбаҳо маҳсулотлар олиш учун уларни қайта ишланиши, физик-химиявий хоссалари ҳамда қаттиқ, суюқ ва газсимон ёқилғилар тўғрисида маълумотлар берилган.

Ундан ташқари дарсликда ёқилғиларнинг ёнишини назарий асослари ҳам берилган. Унда ёқилғи элементларининг ёниши, ёниш жараёни реакциясининг кинетикаси кўрилган. Шартли ёқилғи ва ёқилғи эквивалентлари тушунчалари берилган, турли ёқилғиларни ёниш иссиқликлари, уларни назарий ва амалий ҳисоблаш йўллари билан аниқланиши кўрсатилган.

Дарсликда турли агрегат ҳолатига эга ёқилғиларнинг текшириш усуллариغا катта аҳамият берилиб, уларнинг техникавий таҳлиллари керакли маълумотлар билан тўлдирилган.

Ёниш маҳсулотларининг таркиби, ҳажми, энтальпиялари ҳамда қозондан фойдаланилганда ортиқча ҳаво назорати келтирилган.

Қозон қурилмаларида ёқилғиларни самарали ёқишда қозоннинг иссиқлик балансини тузиш, иссиқлик исрофларини аниқлаш ва уларни камайтириш ҳамда буғ қозон ва қозон агрегатларида фойдали иш коэффициентини аниқланиши берилган.

Дарсликда ҳозирги кунда энг катта муаммо ёқилғини ёқишда атроф-муҳит ҳимояси ҳам кўрилган. Бунда иссиқлик электр станциялари ташламаларининг атроф-муҳитга нохуш таъсири ва уни камайтириш йўллари кўрилган. Келтирилган маълумотлар турли расмлар, диаграммалар, жадваллар билан тўлдирилган.

Дарслик, «Қозон қурилма ва агрегатлари» ихтисослиги бўйича таълим олувчи энергетика касб-ҳунар коллежи талабалари учун ёзилган бўлиб, ундан иссиқлик энергетикаси соҳасида ишлайдиган мутахассислар ҳам фойдаланишлари мумкин.

## БИРИНЧИ БОБ.

### ЁҚИЛГИЛАР ТЎҒРИСИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР.

#### II. АСОСИЙ ИССИҚЛИК ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ, ЁҚИЛГИЛАРНИНГ ХАЛҚ ХЎЖАЛИГИДАГИ АҲАМИЯТИ.

Асосий энергия манбаларини табиий энергия ресурслари ташкил қилади. Уларга қазилма органик ёқилғилар, дарё ва шамол энергияси, парчаланадиган радиоактив моддалар, қуёш нури энергияси, ернинг геотермал энергияси ва бошқалар киради.

Уларнинг орасида энг муҳим энергетик ресурс табиий қазилма органик ёқилғилар ҳисобланади. Унинг ёрдамида иссиқлик энергиясининг кўп қисми олинади ва у халқ хўжалигининг ҳамма тармоқларида ва биринчи навбатда энергетика соҳасини ривожланишида қўл келади. Электр энергия ишлаб чиқаришда кенг миқёсида дарё ва сув ҳавзаларининг эркин настига тушадиган сувларининг гидроэнергиясидан фойдаланилади.

Тугамас иссиқлик энергия манбаи деб қуёш нури энергияси ҳисобланади. Аммо қуёш нури энергиясидан ҳозирги пайтда етарли даражада фойдаланилмаяпти. Ер тагида иссиқлик энергиясини кўп миқдорда манбалари бор, улар ер устига буг ва иссиқ сув бўлиб чиқади. Геотермал энергиясидан иссиқлик олиш ва электрланиш мақсадида кам фойдаланилади.

Сўнгги йилларда иссиқлик манбаи сифатида атом ички ядрели энергиясидан кенг фойдаланилмоқда. Бу ерда иссиқлик ажралиб чиқиши оғир элементларнинг баъзи изотоплари ядросининг парчаланиш реакцияси натижасида вужудга келади. Масалан: иссиқлик энергия табиий  $U^{235}$  уран,  $Pu^{239}$  плутоний ва  $U^{232}$  ураннинг сунъий изотопларидан олинади.  $U^{235}$ ,  $Pu^{239}$ ,  $U^{232}$  ядрели ёқилғилар деб айtilади. Термойдер реакцияси натижасида юқорида келтирилган изотопларни ядроси парчаланadi ва ажралиб чиққан иссиқлик энергияси оддий ёқилғининг ёнишидан ажралиб чиқадиган энергиясидан бир неча баравар кўп бўлади.

Масалан: 1 кг ядрели ёқилғининг парчаланишидан тахминан 80 миллиард кЖ иссиқлик энергияси ажралиб чиқса, 1 кг юқори сифатли тошқўмирнинг ёнишидан атиги 30000 кЖ иссиқлик ажралиб чиқади. Парчаланиб кетадиган ядрели моддаларнинг умумий захираси табиий қазилма органик ёқилғидан бир неча баравар кўпдир.

Термоядер реакцияси натижасида ёки енгил атом ядролари синтезида жуда кўп миқдорда энергия ажралиб чиқади. Шундай синтез учун энг қулай материаллардан бири бу сувда учрайдиган дейтерий – водороднинг табиий изотопидир. 1 кг табиий сувдан ажралиб чиқадиган дейтерий ядросини термоядер реакциясининг синтезида 1 кг нефтни ёқилишидан ажралиб чиқадиган ис-сикликдан бир неча барабар кўп энергия ҳосил бўлади.

Бошқарув термоядер реакциялари мураккаб илмий-техник муаммоси бўлиб турибди, бу муаммони ечиш учун дунёдаги барча олимлар қатор изланишлар олиб бормоқдалар. Бу муаммонинг ечилиши тугамас миқдорда энергияни олишга олиб келади ва хом ашё энергия манбалари ҳеч қачон тугаб қолмайди.

Турли энергетик манбаларига қарамасдан ҳозирги пайтда асосий иссиқлик манбаи бўлиб табиий органик қазилма ёқилғилар ҳисобланади.

Ёқилғининг ердаги захираси жуда ҳам катта. Замонавий энергетика барча ёқилғи турларини қазиб олиш ҳажмига кўра – дунё индустриясининг энг кўп материалларни жалб қиладиган соҳаларидан ҳисобланади. 1995 йилда қазиб олинган ва фойдаланган тижорат ёқилғи турларининг умумий миқдори 12 млрд.т. шартли ёқилғини (ш.ё.) ташкил этди ва унинг ҳажми 1950 йилга нисбатан тахминан 5 барабар ошди. Кўмир ва нефтнинг умумий физикавий ёғирлиги 8 млрд.т. га етди. (1.1-жадвал)\*

1.1-жадвал

| Кўрсаткичлар                                    | 1950 | 1970 | 1990 | 1995 |
|---|------|------|------|------|
| Бирламчи энергия ишлаб чиқарилиши (ш.ё.млрд.т.) | 2,6  | 7,4  | 11,4 | 11,9 |
| Нефтни олиш, млрд.т.                            | 0,5  | 2,3  | 2,9  | 3,3  |
| Табиий газни олиш, трлн. м <sup>3</sup>         | 0,2  | 1,0  | 2,1  | 2,2  |
| Тошкўмирни қазиб олиш, млрд.т.                  | 1,4  | 2,1  | 3,5  | 3,7  |
| Кўнгир кўмирни қазиб олиш, млрд.т.              | 0,4  | 0,8  | 1,2  | 0,9  |
| Электр энергияни ишлаб чиқариш, трлн кВт · с    | 0,96 | 5,0  | 11,8 | 13,1 |

Бу темир рудасини қазиб олиш ва цементни ишлаб чиқаришга кўра 7-8 барабар кўпдир. Ундан ташқари, барча ноги-

жорат энергия ташувчилар турларининг ҳажми баҳолашларга кўра тижорат турларини ҳажмининг 10% ни ташкил этди. Бундай ёқилғи миқдорини қазиб олиш катта муаммолар билан боғлиқ.

Илмий-техник инқилоби даврида дунёдаги энергия манбалар захиралари тузилишида, қазиб олиш ва фойдаланиш тизимларида кескин ўзгаришлар содир этилди. Улар самарали бирламчи энергия манбаларини ишлатиш билан боғлиқ: сифати билан (биринчи навбатда ёниш иссиқлиги, химиявий қайта ишланиш мумкинлиги, чиқиндилар ҳажми); айрим турларнинг солиштирма нархи, ташилиш шароитлари, фойдаланиш йўли ва бошқаларга кўра. XX асрнинг иккинчи ярмида нефть, табиий газ, ИЭС ларнинг электр энергияни ишлаб чиқарилиши кескин ошиб борди (1.2-жадвал).

Дунё бўйича 1950-1995 й., % да энергия ташувчилар ва электр энергияни ишлаб чиқарилишининг ўсishi. \*\*

1.2-жадвал

| Маҳсулот тури                                | 1950 | 1990 | 1995 |
|--|------|------|------|
| Бирламчи энергияни ишлаб чиқарилиши (ш.ё.т.) | 100  | 439  | 442  |
| Нефтни олиш                                  | 100  | 580  | 660  |
| Табиий газни олиш                            | 100  | 1050 | 1100 |
| Тошкўмирни қазиб олиш                        | 100  | 250  | 257  |
| Кўмир кўмирни қазиб олиш                     | 100  | 300  | 225  |
| Электр энергияни ишлаб чиқариш, трлн кВт · с | 100  | 1229 | 1323 |

Иссиқлик электр станция (ИЭС) лар табиий ёқилғилардан асосий фойдаланувчилардан бўлиб, электр станцияларнинг улуши умумий ёқилғи – энергетик балансида 45-50% ни ташкил қилади.

Ўзбекистон ноёб ёқилғи – энергетика ресурсларига эгадир.

Қидириб топилган газ захиралари 2 триллион кубометрга яқин, кўмир-2 миллиард тоннадан ортиқ. 160 дан ортиқ нефть кони мавжуд.

Нефть, газ ва конденсат захиралари ўз эҳтиёжларимизни тўла таъминлабгина қолмай, шу билан бирга энергия манбаларини экспорт қилиш имконини ҳам беради. Ҳозир бу капитал маблағ сарфлашнинг энг фойдали соҳаларидан бири бўлиб қолди.

\* ва \*\* - Н.В.Алисов, Б.С.Хорев. Экономическая и социальная география мира. М. Гардарики. 2000, с.490



Мутахассисларнинг баҳолашича, Ўзбекистоннинг ер остида жуда катта нефть ва газ қатламлари бор. Республика ҳудудининг қарийб 60 фоизда уларни истиқболда қазиб олиш мумкин.

Нефть ва газ мавжуд бўлган 5 та асосий минтақани ажратиб кўрсатиш мумкин. Булар: Устюрт, Бухоро–Хива, Жанубий–Ғарбий Ҳисор, Сурхондарё, Фарғона минтақаларидир. Нефть ва газ ресурсларининг заҳиралари бир триллион АҚШ долларидан зиёд баҳоланмоқда.

Қидириб топилган заҳиралар республика эҳтиёжини табиий газ бўйича 35 йилдан кўпроқ, нефть бўйича эса – 30 йилгача қоплайди. Нефтнинг 90 фоиздан ортиқроғи энг арзон - фаввора усулида олинмоқда.

1992 йил Наманган вилоятида истиқболли Мингбулоқ нефть кони очилди. Уни саноат усулида ишлатиш Ўзбекистоннинг нефть маҳсулотларига бўлган эҳтиёжини тўла таъминлаш имконини беради.

Саноатда ёқилғилардан фойдаланиш ҳар доим ҳам самарали бўлавермайди. Шунинг учун ёқилғидан фойдаланиш ва уни самарали ишлатиш долзарб масалаларидан бири бўлиб қоляпти.

Ёқилғиларни қуйидаги асосий тавсиф ва омиллари, халқ хўжалигидаги аҳамиятини ифодалайди:

Ёниш иссиқлиги ёки иссиқлик ҳосил қилиш хусусияти. 1 кг суюқ ва қаттиқ ёки 1 м<sup>3</sup> газ ёқилғисидан ажралиб чиққан иссиқлик миқдори;

Иссиқлик ишлаб чиқиш – ёниш ҳарорати энг юқори бўлиб, бу ёқилғи тўлиқ ёниши шароитида ҳосил бўлади ва чиққан иссиқлик ёниш жараёнида ҳосил бўлган моддаларни иситишга сарфланади. Иссиқлик ишлаб чиқиши уни юқори ҳарорат жараёнида унумли фойдаланишини белгилайди;

Балласт миқдори ёки қаттиқ ва суюқ ёқилғида минерал қисми ва намлиги, газ ёқилғида эса азот ва углерод (IV) оксид миқдори билан ифодланади. Балласт борлиги ёқилғини ёниш иссиқлигини камайтиради ва ёқилғида уни кўп миқдорда бўлиши иссиқлик ишлаб чиқишини ҳам сезиларли даражада пасайтиради;

Зиён келтирувчи моддалар, айниқса, маиший ва технологик ёқилғининг сифатини пасайтиради;

Қаттиқ ёқилғини қиздириш жараёнида осон учувчан моддаларнинг ажралиб чиқиши ва бойитилган қолдиқлари эса унинг

ёқиллигини ва технологик жараёнларда ишлатилишини таъминлайди;

Ёқилғини ёқиш қулайлиги ва энергиянинг сарфланиши ёқилғини ишлашга тайёргарлиги билан боғлиқ;

Ёқилғининг нархи ва ёқилғи саноатида капитал маблағлар ҳажми, ёқилғи қазиб олиш қийинлиги ва конларни излаб топиш мураккаблиги билан белгиланади.

## 1.2. ЁҚИЛҒИЛАР ТҮҒРИСИДА ТУШУНЧА, УЛАРНИНГ ТАСНИФИ.

Ёнувчи қазиб олинadиган моддаларга иссиқлик энергия манбаи сифатида (таёёр қазиб ёқиш ундan суяғини) усули билан олинadиган) ҳар хил ёқилғилар киради.

Улар маълум талабларга жавоб берадиган бўлсадар, унда ёқилғини деб айтилиши мумкин. Масалан, улар ҳавонинг кислороди билан фаол бирикса ва кўп миқдорда табиий захираси бўлса ва саноатда кенг ишлатилса.

Ёнувчи моддаларнинг иссиқлик қийматига кўра қайси соҳада қулай ишлатилиши ҳал қилинади.

Ёнувчи қазиб олинadиган моддалар ҳам ашё манбаи сифатида химия саноатининг турли соҳаларида катта аҳамиятга эга бўляпти. Ҳар хил ёқилғи турларининг аҳамияти уларнинг таснифларида ўз аксини тошган.

Мисол учун: ёқилғиларнинг умумий таснифи ёқилғининг агрегат ҳолати, уларни қазиб олиш йўллари ва олиниши билан фарқланади. Агрегат ҳолатига кўра ёқилғи қаттиқ, суяқ ва газсимон ҳолатларига бўлинади.

Ундan ташқари келиб чиқиши, олиб келиниши, олтингургурт, кокс, намлик, кулланиши, иссиқликка чидамлилиги, учувчан моддалар чиқиши уваланиб кетишига кўра ҳам таснифланиши мумкин. Охириги икки хусусиятга кўра ёқилғиларнинг саноат таснифи асосланган. Ёқилғи олиб келишига кўра: маҳаллий ва олиб келтирилган ёқилғиларга бўлинади.

Ёқилғиларнинг тикланишига кўра улар қайта тикланидиган (гидроэнергия, геотермал энергия, қуёш нури энергияси ва тикланмайдиган қазилма органик ёқилғилари, ядрели ёқилғилар) га бўлинади.

Олтингугурт микдорига кўра мазутларнинг 3 тури мавжуд.

Бошқа таснифларга кўра улар айрим хусусиятлари ва ишлатиш жараёнлари бўйича бўлинади. Ёқилғи олинишига кўра улар табиий ва сунъийларга бўлинади. Сунъий ёқилғилар табиийларидан физик-механик ёки физик-химиявий қайта ишлаб чиқариш йўли билан олинади. Физик-химиявий қайта ишланиши натижасида ёқилғининг ташқи кўриниши, тузилиши, химиявий таркиби ва механик хоссалари ўзгаради. Физик-механик қайта ишлашда каттик ёқилғилардан фойдаланилади. Табиий каттик ёқилғиларнинг қайта ишлаш натижасида қуйидаги ёқилғи навлари: чангсимон ёқилғи, брикетлар, кокс, чала кокс ҳамда айрим суюқ ва каттик ёқилғилар олинади.

Нефтни қайта ишлаш натижасида кўп ҳар хил ёқилғилардан ташқари турли хил қимматбаҳо ёқилғи маҳсулотлари олинади.

Ёқилғиларнинг олинишини умумий таснифи қуйидаги 1.3-жадвалда берилган: керосин, мазут, дизель ёқилғиси, лигроин, бензин ва бошқалар. Ёқилғини ишлатишига кўра улар энергетик ва технологик ёқилғиларга бўлинади. Энергетик ёқилғилар иссиқлик ва электр энергия олиш қурилмаларида, технологик ёқилғи эса, эритувчи, иситувчи, қайнатувчи, қуйдирувчи ва бошқа нечларда ҳамда химия саноатида ҳам ашё сифатида ишлатилади.

Олинишига кўра ёқилғининг таснифи

1.3-жадвал.

| Ёқилғининг агрегат ҳолати | Олиниш йўли  |  |
|---------------------------|--|--|
|                           | Табиий ёқилғи  | Ёқилғи маҳсулоти   |
| Каттик                    | Утин, торф, кўнғир кўмир, тошкўмир, ёнувчи сланецлар, антрацит | Кокс, чала кокс, брикет, чангсимон ёқилғилар ва бошқалар   |
| Суюқ                      | Нефть  | Бензин, керосин, мазут ва нефтни қайта ишлашдан олинган маҳсулотлар: спирт, тошкўмир смоласи ва бошқалар |
| Газсимон                  | Табиий ёнувчи газ  | Газлар: кокс, домнали, ёритувчи, сув генератор газлари ва бошқалар                                       |

Энергетик ёқилғи сифатида кўн микдорда антрацит, тошкўмир ва кўнғир кўмирлар, ёнувчи сланецлар, табиий газ ҳамда нефтни қайта ишлашдан қолган маҳсулот – мазутдан фойдаланилади.

Сўшти йилларда ёқилғи энергиясидан технологик фойдаланишнинг комплекс усули кенг кўламда қўлланиб келмоқда, унга кўра, ёқилғи дастлаб, технологик ишланиб, химия саноати учун хом ашё сифатида, қимматбаҳо моддаларни олиш мақсадида ишлов берилсади, ишланган маҳсулотдан қолган қолдиқ эса энергетикавий ёқилғи сифатида фойдаланилади. Мисол учун чыа кокслан жараёни, ёнувчи сланецнинг қайта ишланишнинг келтириш мумкин.

Ёқилғи қыздиришнинг кўра улар исеқликка чидамли ва чидамсизлигига бўлинади. Исеқликка чидамли ёқилғилар қыздирилганда ўзининг химиявий таркибини ўзгартирмайди.

Бундай ёқилғиларга кокс, бензин, керосин ва бошқалар қиради.

Исеқликка чидамсиз ёқилғилар қыздирилганда янги бирикмаларни ҳосил қилиши билан нарчланади. Бундай ёқилғилар ўтишлар, торф, кўнғир ва тошкўмирлар, ёнувчи сланецлар ва антрацитлар қиради.

Тикланишга кўра қайта тикланадиган ўсимликлардан ҳосил бўлган ёқилғилар (ўтишлар, торф) ва қайта тикланмайдиган (қазима кўмирлар, нефть ва табиий газлар) қиради.

Ундан ташқари, қаттиқ ёқилғилар баъзи бир хоссаларига исеқан: учувчан моддаларнинг чиқиши, кокс қолдиғининг тавсифлари, намлик микдори, кул чиқишига ва бошқа хоссаларига кўра таснифланади.

Бундай ёқилғиларнинг шартли таснифланиши ёқилғиларнинг хоссалари кенг ораликда ўзгариши билан тушунирилади. Мисол учун битта шахтадан олинган ёқилғи хусусияти ҳар хил бўлиши мумкин.

### **1.3. ЁҚИЛҒИ ТАРКИБИ ВА УНИНГ УНСУРЛАРИНИ БАҲОЛАШ.**

Ёқилғи таркибини углерод, водород ҳамда олгинугурт – ёнувчи элементлар ташкил қилади, ундан ташқари улар билан

боғланган ҳолда деярли барча ёқилғи таркибига кирувчи ҳамда ички балластини ташкил қилувчи кислород ва азот киради.

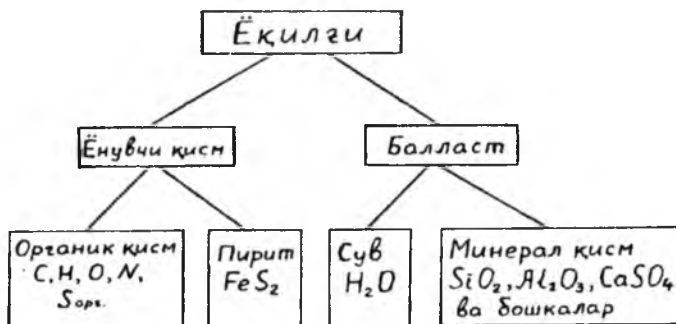
Қаттиқ ва суюқ ёқилғилар мураккаб бирикмалардан иборат бўлиб, уларнинг молекуляр тузилиши ва хусусиятлари старлича ўрганилмаган. Ушбу ёқилғиларнинг таркибига, ташқи балластини ҳосил қилувчи намлик ва минерал қўшимчалар ҳам киради. Каттиқ ёқилғи таркибининг чизмаси 1.1-расмда кўрсатилган.

Газсимоп ёқилғилар оддий ёнувчи ва ёнмайдиған газларнинг механик аралашмасидан иборат. Буларга улерод (II) оксид, водород, метан ва бошқа углеводород бирикмалари ҳамда кислород, азот, улерод (IV) оксид ва оз микдорда сув буғи киради.

Ёқилғи элементларининг орасидаги ўзаро боғлиқликлари номаълум бўлгани туфайли, ёқилғининг таркиби алоҳида бир-бири билан боғлиқ эмас элементлардан ташкил тошган. Шунинг учун бундай ёқилғи таркиби элементли деб аталади.

Органик ёқилғининг таркибига кирувчи асосий элементларининг иссиқлик техникавий тавсифини кўриб чиқамиз.

Улерод – С ёқилғининг асосий ёнувчи қисмини ташкил қилади. Турли хил ёқилғиларда улероднинг микдори ҳар хил.



1.1-расм. Каттиқ ёқилғи таркибий қисмларининг чизмаси.

Масалан, ўтинлар ва торфда улерод микдори 50-60% ни ташкил қилса, тошкўмир ва мазутларда эса 75-90% ни ташкил қилади. 1 кг улероднинг тўлиқ ёнишида 33,5 Мж га яқин иссиқ-

лик ажралиб чиқади. Қаттиқ ёқилғидаги углерод миқдори ўсимлик ва тирик мавжудот қолдиқларининг углеродланиш даражасини белгилайди.

Углероднинг катта миқдори ёқилғида иссиқлик ажралиб чиқиш қийматини оширади.

Водород-Н ёқилғининг иккинчи муҳим таркибий қисмини ташкил қилади. Турли хил ёқилғиларда водороднинг миқдори 1-25% га тенг. Водороднинг ёнишида сув ҳосил бўлади. Бунда, шароитга кўра у суюқ ва буғ ҳолатида бўлиши мумкин, 1 кг водороднинг ёқилишида 119,5-142 Мж иссиқлик ажралиб чиқади. Қаттиқ ёқилғида углеродланиш даражаси ошиб бориши билан (ёқилғининг геологик ёши), водороднинг миқдори камайиб боради.

Кислород - О ёқилғи балластини ташкил қилади, чунки унинг борлиги ёнувчи қисмини камайтиради ва ёқилғининг иссиқлик ҳосил қилиш қийматини пасайтиради. Ҳар хил ёқилғиларда кислороднинг миқдори 0,5-40% оралиғида ўзгаради.

Азот - N ҳам ёқилғининг ички балластини ташкил қилиб, унинг ёнувчи қисмини камайтиради. Ёқилғиларда азот боғланган ҳолда бўлади. Қаттиқ ёқилғиларда азотнинг миқдори 0,5-3% ни ташкил қилади. Аммо, айрим газсимон ёқилғиларда (масалан, домнали ва генератор газларида) азот кўп миқдорда бўлади ва уларнинг иссиқлик ҳосил қилиш қийматини пасайтиради, бир қисми эса, аммиакка ўзгариб кетади. Аммиак минерал ўғитларни ишлаб чиқаришда қимматбаҳо хом ашё ҳисобланади (аммоний сульфат ва бошқа аммоний ёки нитрат тузлари).

Олтингургурт - S 1 кг ёнувчи олтингургурт тўлиқ ёнишда 9,05 Мж га яқин иссиқлик ажралиб чиқади. Қаттиқ ёқилғида олтингургурт миқдори 8% ва ундан кўпни ташкил қилиш мумкин.

Олтингургурт суюқ ёқилғида сульфит бирикмалари шаклида ҳамда эркин ҳолда бўлиши мумкин. Унинг миқдори 3,5% гача бўлиши мумкин.

Олтингургурт газсимон ёқилғиларда водород сульфид ( $H_2S$ ) ва олтингургурт (IV) оксид ( $SO_2$ ) шаклида бўлади.

Ёқилғи таркибида олтингургурт нохуш модда сифатида бўлади, чунки олтингургурт ёнишида ҳосил қилинган  $SO_2$  ва  $SO_3$  намлик борлигида сульфит ва сульфат кислоталарини ҳосил қилади, бу эса буғ генератор металлларини, ички ёнув двигателлар, қуриштиш конструкциялари ва бошқаларнинг занглашини тезлаштиради.

Ундан ташқари олтингургут (IV) оксид ва олтингургут (VI) оксид газлари, ёқилғининг ёнишидан ҳосил бўлган маҳсулотлари билан бирга атмосферага ташланади ва инсон саломатлигига, ҳамда агроф-теваракдаги ҳайвонот ва ўсимлик дунёсига зарарли таъсир қилиши мумкин.

**Кул** – А ёқилғи тўлиқ ёнишида олинадиган минерал қолдиқни ташкил қилади. У ёқилғининг парчаланиши ва минерал қўшимчаларининг қисман оксидланиши натижасидир. Бундай қўшимчаларга сульфат, карбонат, силикат, фосфат, хлорид, пирит ва бошқа бирикмалар мансуб. Кул таркибига  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $H_2O$ ,  $SiO_2$ ,  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  каби оксидлар киради. Кул бирламчи, иккиламчи ва учламчига бўлинади. Бирламчи кул иссиқлик ҳосил қилувчиларнинг таркибига кирувчи минерал қўшимчалардан иборат. Иккиламчи кул ёқилғи шаклланиш жараёнида ёқилғига кириб қолган минерал қўшимчалардан иборат ва учламчи эса – қазиб олиш вақтда. Қаттиқ ёқилғиларда минерал қўшимчаларнинг миқдори кенг ораликда ўзгаради: ўтинларда 1-2%, ёнувчи сланецларда – 70% гача, суюқ ёқилғиларда – 1% гача.

Ёқилғидан фойдаланишда фақат кулнинг чиқиши эмас, балки унинг таркиби ҳам муҳим аҳамиятга эга. Кулда кальций бирикмаларининг катта миқдори борлигида буғ генераторларни қиздирилайётган юза қисмида қаттиқ, қийин ҳалос қилинадиган қатламлар ҳосил қилинади. Осон эрувчан ишқор ва хлоридлар қувурларда қатламларни ҳосил қилишга ёрдам беради. Паст эрувчан ҳароратига эга ванадий бирикмаларининг борлиги металл занглашини тезлаштиради. Кулнинг муҳим хоссаларидан бири бу эрувчанлик ва абразивлик тавсифларидир.

Ёқилғининг ёниш жараёнида минерал қўшимчалар қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиши мумкин. Кулнинг эрувчанлиги унинг асосий хусусияти бўлиб, таркиби ва ёниш жараёни ҳарорат шароити билан белгиланади. Мисол учун, ишқор металлларнинг оксидлари, темир оксидлари кулнинг эриш ҳароратини пасайтиради, кремнезём, магний оксид ва туپроқ моддалари, аксинча уни кўтаради.

Эриш ҳароратига кўра кул қуйидагича фарқланади:

1. Қийин эрувчан,  $1425^{\circ}C$  дан юқори эриш ҳароратига эга.
2. Ўрта эрувчан,  $1200-1425^{\circ}C$  гача эриш ҳароратига эга.
3. Осон эрувчан,  $1200^{\circ}C$  дан паст эриш ҳароратига эга.

Қийин эрувчан кул уваланадиган массага эга ва юзадан осон ҳалос этилади.

Осон эрувчан кул ёқилғининг ёниш жараёнида қаттиқ қолдиққа (шлакка) бир-бирига ёпишадиган масса ёки алоҳида булақларга ўтиб кетади. Ўтхона панжарасида бундай шлакларнинг ҳосил бўлиши ёниш жараёнини ишдан чиқариши мумкин. Ундан ташқари иситиш мосламаларини юза қисмида бундай кул қатламнинг бўлиши ёқилғини газсимон ёнишдан ҳосил бўлган маҳсулотлардан иситиш юзасига иссиқликни узатиш шароитини ёмонлаштиради. Иситиш юзасидан бундай кулнинг халос қилиниши кагга қийинчиликларни келтириб чиқариши мумкин.

Ўтхона газларида абразив кулнинг бўлиши буғ генераторларининг юзасини иситишда жадалланиш суратда механик смирилишини келтириб чиқаради. Минерал қўшимчалар балластга тааллуқли, чунки улар ёқилғини иситиш қийматини пасайтиради.

Солиштирама ҳисобларида ёқилғининг сифат тавсифларига кулланишининг таъсири келтирган кулланиш билан баҳоланади:

$$A^k = \frac{A''}{Q_k''}, \text{ кг}^* \% / \text{Мж}, \quad (1.1)$$

бунда  $A^k$ ,  $\text{кг}^* \% / \text{Мж} \approx 4,19 A^k, \text{кг}^* \% / \text{минг. ккал}$ ;

келтирилган кулланиш бир Мж ишчи ёқилғининг қуйи ёниш иссиқлигига тааллуқли ва  $Q_k''$ , Мж/кг да белгиланади.

Юқорида келтирилган кулланиш маҳаллий ёқилғиларга мансуб, улар узоқ масофага ташилиши мақсадга мувофиқ эмас.

Намлик – W ҳам ташқи балластга тааллуқли, чунки у ёқилғининг иссиқлик қийматини пасайтиради, ёқилғининг ёнишида ажралиб чиққан намликнинг буғланишига иссиқликнинг бир қисми сарфланади.

Ундан ташқари, буғланган намлик газсимон ёниш маҳсулотининг таркибий қисми бўлиб, уларнинг ҳароратини пасайтиради, бу эса иситиш юзага узатилаётган иссиқлик миқдорини камайтиради. Ташқи ва ички намликларга бўлинади.

Ёқилғидаги ташқи намлик ёқилғини олиш, унинг ташиш ва сиклаш жараёнида атроф-муҳитдан ёқилғига намликнинг қўшилиши натижасида ҳосил бўлади.

Ёқилғиларда ташқи намликнинг миқдори кенг ораликда бўлиши ва айрим ҳолларда бир неча 10% ни ташкил қилиши мум



кин. Ёқилғини қуриштида ташқи намликдан қутулиш мумкин.

Ички намлик ёқилғида органик моддалар ва унинг минерал қисми билан боғланган. Бу намликнинг бир қисми (гигроскопик) каллоидли боғланган ҳолатда ёқилғининг массасида баб-баравар тақсимланган. Бошқа қисми эса (гидратли намлик) ёқилғининг минерал қўшимчаларида бор; айрим бирикмалар эса молескула таркибига кирувчи намликдан иборат. Газсимон ёқилғида намлик буғ шаклида бўлиши мумкин, унинг энг юқори микдори берилган парциал босимдаги тўйиниш ҳарорати билан ифодаланади. Газ ҳароратининг пасайиши газлардан сув буғларини конденсатланишга олиб келади.

Ёқилғининг иссиқлик қийматига намликнинг катта таъсири-ни инобатга олиб, солиштирма ҳисобларда келтирилган намликдан фойдаланилади:

$$w' = \frac{w''}{Q_i}, \text{ кг*\%/Мж} \quad (1.2)$$

Келтирилган намлик ёқилғининг қуйи ёниш иссиқлигига берилган. Турли хил ёқилғиларнинг намлиги кенг оралиғида бўлиш мумкин. Қазилма қаттиқ ёш ёқилғилар (торф, ўтин, кўнғир кўмир одатда тошкўмир ва антрацитлар билан солиштирилганда кичи зичликка ва ёқилғи массасининг катта ғоваклигига эга юқори намлик микдори билан тавсифланади.

#### **1.4. ЁҚИЛҒИ МАССАЛАРИ ВА ЁҚИЛҒИ ТАРКИБИНИНГ БИТТА МАССАДАН ИККИНЧИСИГА ЎТИШ УЧУН ҚАЙТА ҲИСОБЛАШ ИФОДАЛАРИ.**

Элемент таркибига кўра ёқилғи шартли равишда ҳар хил массалар билан тавсифланади: ишчи, аналитик, қуруқ, ёнувчи ва органик.

Ҳар қандай массалар ёқилғи унсурларининг таркиби билан аниқланади. Ҳар хил массаларга эга ёқилғи таркиби жадвалда келтирилган. Ердан қазиб олинган ва истеъмолчиларга фойдаланиш учун юборилаётган ёқилғи таркиби ишчи массаси билан тавсифланади. Ишчи массасига эга ёқилғи таркиби % да берилиб, шартли равишда қуйидаги тенглама ёрдамида ифодаланади:

$$C^И + H^И + O^И + N^И + Sy^И + A^И + W^И = 100\%, \quad (1.3)$$

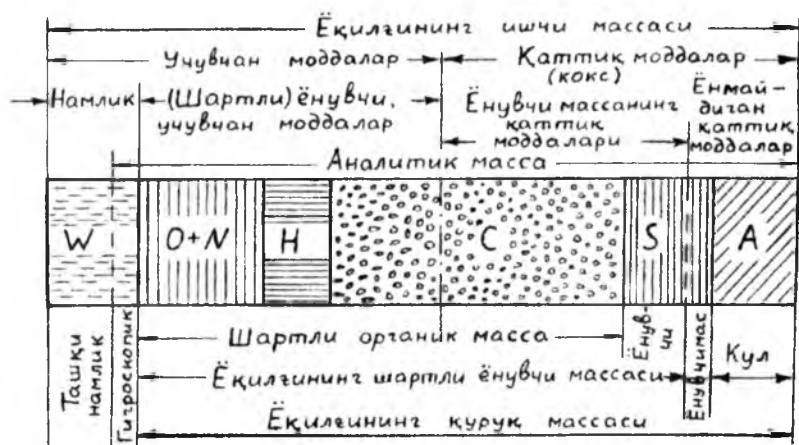
бунда  $C^И, H^И, O^И, N^И, Sy^И, A^И, A^И$ -углерод, водород ва бошқа элементларнинг ёқилғининг ишчи массасидаги миқдори, %да. Агарда ёқилғи фақат гигросколик намликка эга бўлса, унда у аналитик (ҳаво-қуруқ) масса билан тавсифланади. Бундай таркибга, ёқилғи тажриба таҳлилларида фойдаланадиган аналитик намуна тайёрлаш учун келтирилади. Аналитик намунани тайёрлаш учун ёқилғи тажрибахонада, табиий шароитда, ўзгармас оғирлигича қурилади.

Аналитик массасининг таркиби қуйидаги тенглама билан ифодаланилади:

$$C^А + H^А + O^А + N^А + Sy^А + A^А + W^А = 100\%, \quad (1.4)$$

бунда  $W^А$ -ички (гигроскопик) намликнинг миқдори, %да.

Қаттиқ ёқилғи масса ва таркибининг чизмаси 1.2-расмда келтирилган.



1.2-расм. Қаттиқ ёқилғи масса ва таркибининг чизмаси.

Ёқилғининг сунъий қуритиш йўли билан,  $t \geq 105^{\circ}\text{C}$  да ёқилғининг ишчи массасидан барча намлик микдоридан қутилиш мумкин бўлади. Барча намликдан халос этилган ёқилғи массаси қуруқ масса деб номланади. Унинг таркиби қуйидаги ифода билан тавсифланади:

$$C^K + H^K + O^K + N^K + S y^K + A^K = 100\%, \quad (1.5)$$

Ёқилғи ёнувчи қисми фақат углерод, водород ва олтингурутдан иборат. Маълумки, азот нодир газдир, кислород эса ёнишда иштирок этади. Аммо азот ва кислород ёқилғининг бошқа элементларини билан ўзаро боғланган ҳолда бўлади, шунинг учун уларни ёнувчи масса таркибига киритиш мумкин деб шартли ҳисобланади.

Ёқилғининг шартли ёнувчи массаси қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$C^E + H^E + O^E + N^E + S y^E = 100\%, \quad (1.6)$$

Ёқилғининг массага кўра таркиби

1.4-жадвал.

|            |         |               |         |             |         |
|------------|---------|---------------|---------|-------------|---------|
| Намлик     | $W^H$   | $W^A$         | ---     | ---         | ---     |
| Кўл        | $A^H$   | $A^A$         | $A^K$   | ---         | ---     |
| Олтингурут | $S y^H$ | $S y^A$       | $S y^K$ | $S y^E$     | ---     |
| Азот       | $N^H$   | $N^A$         | $N^K$   | $N^E$       | $N^O$   |
| Кислород   | $O^H$   | $O^A$         | $O^K$   | $O^E$       | $O^O$   |
| Водород    | $H^H$   | $H^A$         | $H^K$   | $H^E$       | $H^O$   |
| Углерод    | $C^H$   | $C^A$         | $C^K$   | $C^E$       | $C^O$   |
| Масса      | Ишчи    | Англи-<br>тик | Қуруқ   | Ёнув-<br>чи | Органик |

Ёқилғи ишчи массасидан кулли  $A$  ва намликни  $W$  ҳамда олтингургни  $S$  олиб ташлаб ёқилғини органик масса таркиби олинади. Бу таркиб ҳам шартлидир, чунки олтингург  $S$  ёқилғи таркибига органик бирикмалар кўринишида кириши мумкин.

Ёқилғининг шартли органик масса таркиби қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$C^O + H^O + O^O + N^O = 100\% \quad (1.7)$$

Ёқилғининг энг мустақил таркиби - бу ёнувчи массасининг таркибидир. Шунинг учун ёқилғининг ҳисоблаш тавсифлари жадвалларида уларнинг таркиби ёнувчи массага келтирилган. Иссиқлик техникавий ҳисобларда ёқилғининг таркиби ишчи массада берилган.

Ёқилғининг таркиби битта массада иккинчисига қайта ҳисоблашда қайта ҳисоблаш ифодаларидан фойдаланилади.

Ёқилғини аналитик массада ишчи массага қайта ҳисоблаш ифодасини олин учун бу массаларнинг таркибларини ушбу кўринишда тасавур қиламиз:

$$C^A + H^A + O^A + N^A + S y^A + A^A = 100 - W^A; \quad (1.8) \text{ (a)}$$

$$C^H + H^H + O^H + N^H + S y^H + A^H = 100 - W^H; \quad (1.8) \text{ (б)}$$

Ушбу (a) ва (б) тенгламаларнинг чан қисмини ташкил қилувчи элементлар йиғиндиси нисбати ҳамда чан тарафдаги ҳар қандай ташкил қилувчи элементлар нисбати (a) ва (б) тенгламаларнинг ўнг қисми худди шундай нисбатига баравардир. Тенгламанинг (б) чан тарафдаги ҳар қандай ташкил қилувчисини  $X^H$  орқали ва  $X^A$  орқали эса -(a) тенгламанинг ҳар қандай ташкил қилувчи элементларини ва уларнинг нисбатини олиб, аналитик массада ишчи массага ўтиш учун ёқилғи таркибининг қайта ҳисоблаш ифодасини оламиз:

$$X^H = X^A \frac{100 - W^H}{100 - W^A}; \% \quad (1.9)$$

Мисол: таҳлил билан топилган:  $C^A=72,7\%$ ,  $W^A=1,24\%$  ва  $W^H=12\%$ .  $C^H$ ни аниқлаш керак.

Ёқилги таркибини қайта ҳисоблаш учун кўпайтиргичлар.

1.5-жадвал

| Аниқлана-<br>диган<br>масса | Дастлабки масса                 |                                 |                         |                       |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|
|                             | Органик                         | Ёнувчи                          | Курук                   | Аналитик              | Ишчи                            |
| Органик                     | 1                               |                                 |                         |                       |                                 |
| Ёнувчи                      | $100/(100-S_y^e)$               | 1                               |                         |                       |                                 |
| Курук                       | $100/(100-(S_y^k + A^k))$       | $100/100-A^k$                   | 1                       |                       |                                 |
| Аналитик                    | $100/(100-W^A - A^A)$           | $100/(100-W^A - A^A)$           | $100/(100-W^A - A^A)$   | 1                     |                                 |
| Ишчи                        | $100/(100-(S_y^u + A^u + W^u))$ | $100/(100-(S_y^u + A^u + W^u))$ | $100/(100-W^u)$         | $100-W^u/(100-W^u)$   | 1                               |
| Органик                     | 1                               | $(100-S_y^e)/100$               | $100-(S_y^k + A^k)/100$ | $(100-W^A - A^A)/100$ | $(100-(S_y^u + A^u + W^u))/100$ |
| Ёнувчи                      |                                 | 1                               | $(100-A^k)/100$         | $(100-W^A - A^A)100$  | $(100-(A^u + W^u))/100$         |
| Курук                       |                                 |                                 | 1                       | $(100-W^A)/100$       | $(100-W^u)/100$                 |
| Аналитик                    |                                 |                                 |                         | 1                     | $(100-W^u)/100-W^A$             |
| Ишчи                        |                                 |                                 |                         |                       | 1                               |

$$C^H = C^A \frac{100 - W^H}{100 - W^A} = 72,7 \frac{100 - 12}{100 - 1,24} = 64,77\% \quad (1.10)$$

Ёқилғининг ёнувчи массасидан ишчи массасига қайта ҳисоблаш учун (1.9) ифодадан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун ёқилғининг ёнувчи ва ишчи массасининг таркибий тенгламасини куйидагича ёзишимиз мумкин бўлади:

$$C^E + H^E + O^E + N^E + S y^E = 100; \quad (1.11) \text{ а)}$$

$$C^H + H^H + O^H + N^H + S y^H = 100 - A^H - W^H \quad (1.11) \text{ б)}$$

1.11 а) ва б) нисбатлар асосида, ёқилғининг ёнувчи масса таркибини ишчи массага қайта ҳисоблаш ифодасини худди шундай оламиз:

$$X^H = X^E \frac{100 - A^H - W^H}{100}; \%, \quad (1.12)$$

бунда:  $X^H$  - ёқилғининг ишчи массасининг ҳар қандай элементи, %;

$X^E$  - ёқилғининг ёнувчи массасининг худди шундай элементи, %;

$A^H$  ва  $W^H$  - ёқилғининг ишчи массасидаги намликни ва қулни чиқиш миқдори, %.

Шунга ўхшаш ёқилғини бошқа масса таркибини қайта ҳисоблаш тенгламаларини келтириш мумкин. Ёқилғи таркибини қайта ҳисоблаш тенгламалари 1.5-жадвалда келтирилган.

Мисол: Тошкўмир таркиби ишчи массада берилган:

$C^H = 50,6\%$ ;  $H^H = 3,7\%$ ;  $N^H = 11$ ;  $O^H = 8\%$ ;  $S y^H = 4\%$ ;  $A^H = 19,6\%$ ;  
 $W^H = 13,0\%$ ;  $W^A = 5\%$ ;

1.5-жадвалдан ишчи массадаги ёқилғи таркибини органик, ёнувчи, қуруқ ва аналитик массаларига қайта ҳисоблаш мумкин. Ҳисоб натижалари 1.6-жадвалда келтирилган.

| Ўқилғи<br>Массаси | Ташкил қилувчилар, % |      |      |      |     |      |      |
|-------------------|----------------------|------|------|------|-----|------|------|
|                   | C                    | H    | O    | N    | S   | A    | W    |
| Органик           | 79,80                | 5,80 | 12,6 | 1,75 | --- | ---  | ---  |
| Ўнувчи            | 75,3                 | 5,50 | 11,7 | 1,60 | 5,9 | ---  | ---  |
| Курук             | 58,1                 | 4,25 | 9,2  | 1,25 | 4,6 | 22,6 | ---  |
| Аналитик          | 55,3                 | 4,0  | 8,7  | 1,2  | 4,4 | 21,4 | 5,0  |
| Ишчи              | 50,6                 | 3,7  | 8,0  | 1,1  | 4,0 | 19,6 | 13,0 |

### 1.5. УЧУВЧАН МОДДАЛАРНИ ЧИКИШИ ВА КОКСНИНГ ХОСИЛ БЎЛИШИ.

Каттиқ ўқилғининг муҳим иссиқлик техникавий тавсифи учувчан моддаларни чиқиши ҳамда учмайдиған қолдиқ (кокс)нинг тавсифи ва хусусиятлари ҳисобланади. Учувчан моддаларнинг чиқиши намуна массасидан намлик миқдорини айириб ташлаш билан аниқланади; учувчан моддаларнинг чиқиши ўқилғининг ўнувчи массасига тегишли деб қабул қилинған ва  $V^c$  % да белгиланади.

Учувчан моддаларнинг таркибини қуйидаги ўнувчи газлар: углерод (II) оксид  $CO$ , водород  $H_2$  ҳар хил углеводородлар  $C_nH_m$  ва ўнмайдиған газлар-азот  $N_2$  кислород  $O_2$ , углерод (IV) оксид  $CO_2$  ва бошқалар ҳамда сув буғлари ташкил қилади.

Ўқилғи азотининг бир қисми аммиак ва бошқа азот бирикмаларини ҳосил қилади. Органик олтингурут қисман учмайдиған қолдиққа ўтиб кетади, қисман эса водород сульфид ( $H_2S$ ) шаклида чиқади. Учувчан моддалар ўнувчи массага кўра қуйидагича ифодланади:

$$V^c = V^a \frac{100}{100 - A^a - W^a} \% \quad (1.13)$$

бунда  $V^a$ ,  $A^a$ ,  $W^a$ -аналитик масса % да ҳисобланади, ўқилғидаги учувчан модда, қулнинг чиқиши ва намликнинг миқдори.

Кокс-қолдиқ таркибига углерод ва ёқилғининг тобланган мисерал кўшимчалари (кул) киради. Учувчан моддаларнинг чиқиши кул булганда уларнинг ёниши ёқилғининг устида содир этади ва катта алаңга ҳосил қилади. Учувчан моддаларнинг чиқиши камайиб бориши билан ёқилғи қийин ёқилади ва унинг ёниши ёқилғи қатламга кўчади.

Учувчан моддалар ва кокснинг чиқиши кўмирларнинг техникани таснифида қўлланилади. Янги ҳосил бўлган ёш ёқилғиларда учувчан моддаларнинг чиқиши кўн ва углерод миқдори кам бўлади. Ёқилғининг геологик ёши ошиб бориши билан учувчан моддаларнинг чиқиши камаяди ва углерод миқдори кўпайиб боради.

Тошкўмирлар учувчан моддалар чиқиши кенг оралиғида булиши билан тасвифланади ( $V^e=10-45\%$ ). Шу сабабга кўра тошкўмирларнинг таснифи учувчан моддаларнинг чиқиши ва кўмирларнинг қатламметрик тасвифларига асосланади. Қатламметрик кўрсаткичлари кокслаш учун ишлатиладиган кўмирларнинг нави ва технологик туруҳларини баҳолашда ҳамда сифатини назорат қилишда қўлланилади.

Ёқилғи кокс ёқилғининг уваланиб кетишини тасвифлайди, у ёқилғида қиздириш жараёнида парчаланиб кетмасдан суёқ ҳолатига ўтишида ёқилғининг осон эрийдиган элементлар миқдори билан ифодаланади.

Қаттиқ ёқилғиларда учувчан моддаларнинг чиқишининг бошланғич ҳарорати ва %да чиқиш миқдори.

1.7-жадвал.

| Ёқилғи тури  | Газ чиқиши бошланғич ҳарорати | Ёнувчи масса % да учувчан моддаларнинг чиқиши |
|--------------|-------------------------------|---|
| Угин         | 150                           | 85  |
| Торф         | 160                           | 70  |
| Кўнбир кўмир | 230-260                       | 35-50   |
| Тошкўмир     | 300-330                       | 12-45   |
| Антрацит     | 330                           | 4-7   |

Уваланиб кетиш коксни ҳосил қилиш таснифи деб тушунтирилиши, у уваланадиган, ёнишқоқ ва куқун сифатли бўлиши мумкин.



Ёқилғининг уваланиб кетиш муҳим амалий аҳамиятга эга. У кўмирларнинг коксланиши ва уларни ўтхона папжарасида ёқиш усулларини белгилаб бериши мумкин.

Гумолитларга мансуб ёқилғиларда учувчан моддаларнинг ажралиб чиқишининг бошланиш ҳарорати ва %да чиқиши 1.7-жадвалда келтирилган.

## 1.6. ЁҚИЛЎНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ ҲАҚИДА.

Каттик ёқилғи хусусиятларига зичлик, механик мустаҳкамлик, иссиқликка чидамлилиги, бўлакчаларнинг йириклигига кўра ёқилғи таркиби (донадор таркиб) ва бошқалар кириди.

Каттик ёқилғиларни тавсифлаш учун, уларнинг хусусиятини кўрсаткичи сифатида Ўзбекистон Давлат стандартларига (ЎзДавСт) биноан аниқланадиган массасининг зичлигидан фойдаланилади.

Зичлик ҳақиқий, мавҳум, уйма оғирлигидан иборат.

Ҳақиқий зичлик таркибида органик ва минерал қисмлари бўлган, ички ғоваклардан ҳоли, яхлит кўринишдаги қуруқ ёқилғи ҳажм бирлигининг массаси ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ). Ёқилғининг мавҳум зичлиги ички ғоваклари намлик (сув) ва ҳаво билан тўлдирилган ёқилғи ҳажм бирлигининг оғирлиги ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ). Ёқилғининг уйма оғирлиги маълум намлик, кул кўрсаткичи ва йириклигида олинган ёқилғи ҳажм бирлигининг оғирлиги ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ).

Ёқилғининг механик мустаҳкамлиги унинг майдаланиш даражасини белгилайди, кўмирнинг физик тузилишига, минерал қўшимчаларни борлиги ва тавсифига боғлиқ бўлади. Ёқилғини очик ҳавода узок муддат сақлашда кўмирнинг мустаҳкамлиги пасайиб боради ва кўмир майдаланади.

Ёқилғининг механик мустаҳкамлигини ўзгариши, ҳарорат, намлик, атмосфералар босим ва бошқа омилларнинг ўзгариши билан аниқланади. Кўмирнинг оксидланиши ва нураши ҳам мустаҳкамлигини пасайтиради, демак, кўмирни йириклиги ёқилғи таркибига ҳам таъсир қилади.

Ёқилғини юклаш, ташилиши ва туширилиши бўйича транспорт операциялари майда миқдорини кўпайтиради. Майданин ҳосил қилиниши йўқотишларни ва ёқилғи ўз-ўзидан ёниб кетишига мойиллигини кўпайтиради ва ёқилғи намлигининг кўпайишига олиб келади.

Ёқилғининг иссиқликка чидамлилиги – унинг юқори ҳароратда ёрилиб кетмасдан чидамлилигини ифодалайди.

Иссиқликка чидамлилиги химиявий таркиб, кулланиш, намлик, бўлакчаларнинг ўлчами, ҳарорат, бўлакчаларни қиздириш тезлиги ва бошқа омилларга боғлиқдир.

Суюқ нефть ёқилғиларнинг хусусиятларига: зичлик, буғланиш, қовушқоқлик, қоғиш, бирдан ёниш, алангаланиши ва ўз-ўзидан алангаланиш ҳароратлари, детонацияга қарши тавсифлари ва бошқалар қиради.

Зичлик суюқ ёқилғи моддасини масса миқдорининг ҳажм бирлигида тавсифлайди.

Буғланиш ёқилғининг фракцияли таркиби билан тавсифланади. Ёқилғининг фракцияли таркиби, суюқ ёқилғини қиздиришда, маълум ҳарорат оралиғида қайнайдиган, алоҳида фракциялар ҳажми билан аниқланади.

Ковушқоқлик ёқилғининг оқишини тавсифлайди. У ёқилғининг таркиби билан белгиланади. Ковушқоқлик ҳарорат ўзгаришига боғлиқ, ҳароратнинг ошиши ковушқоқликни камайтиради.

Ёқилғининг ковушқоқлиги ошиб бориши билан қувур пулларида ёқилғи ҳаракатига гидравлик қаршилиги кўпайиб боради; ёқиш камераларида ёқилғини сачратиш шаронгларини ёмонлаштиради. Юқори ковушқоқлик суюқ ёқилғини ишлатиш учун омборхонада уни иситиш кўзда тутилиши лозим.

Кристалланиш ҳарорати ёқилғининг суюқ фракцияларида эриган намлик ёки қаттиқ углеводород кристалларининг чўкиши содир этадиган энг юқори ҳароратга тўғри келади.

Ҳароратнинг пасайиш вақтида эса ёқилғининг ҳаракатчанлиги йўқолиб бораётганида, ёқилғининг қоғиш ҳароратига тўғри келиб қолади..

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, ёқилғида намликнинг миқдори ошиши ёқилғининг қоғиш ҳароратини кескин ошириб юборади. Шу туфайли суюқ ёқилғилар имкони борича сувсизланиши лозим.

Қоғиш ҳарорати ёқилғи таркибига ҳам боғлиқ бўлади. Мисол учун; бензин билан бензол аралашмасининг қоғиши  $-30^{\circ}$  С дап наст ҳароратли ёқилғиларни (бензолли) олишга ёрдам беради.

Бирдан ёниш ҳарорати ёқилғи юзасига аланга олиб келганда, суюқ ёқилғининг буги бирдан ёниб кетишини тавсифлайди.

Фақат ёқилғи буғлари эмас, балки суюқ ёқилғида ҳам узок ёниши кузатиладиган юқори ҳарорат алангаланиш ҳарорати деб номланади.

Бирдан ёниш ва алангаланиш ҳароратлари сақлаш шароитларни белгилайдиган ёқилғилар билан ишлаш ва ёнғинга қарши хавфсизлигини таъминлайдиган чораларни аниқлайдиган хусусиятларини ифодалайди.

Суюқ ёқилғиларнинг технологик хусусиятлари ўз-ўзидан алангаланишини содир этиш учун ёнувчи ёқилғи аралашманинг иситилиши энг паст ҳароратгача бўлиши билан аниқланади. Бу билан ёқилғини ташқаридан мажбурий ёқишдан қатъий назар ўз-ўзидан алангаланишга қодирлиги аниқланади ва иссиқлик олиб келиш шароитларга боғлиқ бўлади.

Сиқилган ҳаво билан (дизелларда) ўз-ўзидан алангаланадиган ички ёнув двигателъ қурилмаларида суюқ ёқилғидан фойдаланишда, ўз-ўзидан алангаланиш ҳарорати катта аҳамиятга эга.

Карбюраторли ёқилғиларнинг детонацияга қарши хусусиятлари октанли сон билан тавсифланади, у ёқилғини босимли портлаш тўлқинларисиз (детонациясиз) ёнишини баҳолаш учун хизмат қилади.

Цетанли сон дизель ёқилғининг ўз-ўзидан алангаланиш кўрсаткичларини белгилайди. Қанчалик цетанли сон юқори бўлса, шунчалик ёқилғи ўз-ўзидан алангаланиши осон кечади; шунчалик дизель цилиндрида нормал алангаланишни олиш учун сиқиш даражасини камайтириш мумкин бўлади.

Газсимон ёқилғиларнинг асосий хусусиятларини ранг, ҳид, зичлик, токсиклик, портланиши ташкил қилади.

Газсимон ёқилғилар рангсиз бўлади. Табиий ёнувчи газлар ҳидсиз бўлади. Газсимон ёқилғиларнинг зичлиги уларни таркибига боғлиқ. Табиий ёнувчи газлар учун  $\rho = 0,6-0,8 \text{ кг/м}^3$ , суюлтирилганларда –  $2,3 \text{ кг/м}^3$  гача ва улардан ҳосил бўлганлар учун  $-0,7$  дан то  $1,4 \text{ кг/м}^3$  гача ташкил этади.

Газсимон ёқилғиларни ҳосил қилувчилари (мисол учун домнапи, генератор газлари ва бошқалар) табиийга нисбатан ёнувчи миқдори кам ва одатда чанг билан кўп ифлосланган бўлади.

Газ ҳосил қилувчиларни ишлатиш ҳар доим ҳам руҳсат этилган миқдор  $0,1-0,25 \text{ г/м}^3$  қийматигача чангдан дастлаб тозалашга боғлиқ. Газсимон ёқилғиларда сув буғларининг миқдори ниҳоятда кам бўлади.

Токсикликни (заҳарлиги) деб газсимон ёқилғиларни одамнинг заҳарланиши чиқариш тушунилади. Газсимон ёқилғиларнинг энг хавфли унсурлари деб, углерод (II) оксид (CO), водород сульфид ( $H_2S$ ) ва бошқалар ҳисобланади. Бир % га баравар CO миқдорда 1-3 дақиқа давомида одам ўлишигача заҳарланиши мумкин. Хаво билан ёнувчи газлар маълум нисбатда портлашнинг концентрацияли чегаралари билан тавсифланиб, портлайдиган аралашмалар ҳосил қилади. Кенг портлаш чегараларига водород (4 дан 74% гача) ва углерод (II) оксид (12,5дан 74% гача) эга.

### НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Ёқилғи деб нимага айтилади?
2. Қандай қилиб ёқилғилар физик ҳолатига, олиш усулига ва фойдаланиш тавсифларига кўра фарқланадилар?
3. Ёқилғи таркибига қандай элементлар киради ва улар унинг хусусиятига қандай қилиб таъсир этади?
4. Ёқилғининг ёнувчи қисмини қандай унсурлар ташкил қилади?
5. Ёқилғининг ёнмайдиган қисмини (балластини) қандай унсурлар ташкил қилади?
6. Келтирилган кулланиш ва ёқилғи намлиги деб нимага айтилади?
7. Ёқилғининг массавий таркибини айтиб беринг.
8. Қандай қилиб ёқилғининг битта массасидан иккинчисига ўтиши мумкин бўлади?
9. Учувчан моддаларнинг ва кокснинг чиқиши деб нимага айтилади?
10. Қаттиқ, суюқ ва газсимон ёқилғиларнинг асосий хусусиятларини айтиб беринг.

## ЁҚИЛҒИНИНГ ЁНИШ ИССИҚЛИГИ.

### 2.1. ЁНИШ ИССИҚЛИГИ ТЎҒРИСИДА ТУШУНЧАЛАР.

Ёқилғининг муҳим техникавий тавсифи – бу ёниш иссиқлигидир. Бу тушунча 1 кг қаттиқ (суяқ) ёки 1 м<sup>3</sup> газсимон ёқилғининг тўлиқ ёнишида ажралиб чиққан иссиқлигига дейилади. Ёниш иссиқлиги Q билан ифодаланadi. Ёниш иссиқлиги Q бирлиги қуйидагилардан иборат:

ж/кг (ж/м<sup>3</sup>), кЖ/кг(кЖ/м<sup>3</sup>) ёки Мж/кг(Мж/м<sup>3</sup>).

Қаттиқ ёки суяқ ёқилғидан иборат аралашмани ёқиш ҳолларида унинг ёниш иссиқлиги бу аралашмага кирувчи, ушбу ёқилғининг ёниш иссиқлигини ташкил қилувчи нисбий массали улушининг қўпайтигич йиғиндиси билан аниқланади.

$$Q = \sum_{i=1}^{i=n} g_i Q_i, \quad (2.1.)$$

бунда  $g_i$  – айрим ёқилғиларнинг нисбий массали улуши;

$Q_i$  – айрим ёқилғиларнинг ёниш иссиқлиги, кЖ/кг.

Агарда ёнувчи аралашма икки хил ёқилғидан иборат бўлса, унда ёниш иссиқлиги қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$Q = g'Q' + (1 - g')Q'', \quad (2.2.)$$

бунда  $g'$  - аралашмадаги битта ёқилғининг нисбий массали улуши;

$Q'$  ва  $Q''$  аралашмасидаги (биринчи ёки иккинчи) ёқилғининг ёниш иссиқлиги, кЖ/кг.

Айрим ёқилғиларнинг масса миқдорини ҳисоблаш жараёнида уларнинг нисбий иссиқлик ажралиши  $q$  ва ёниш иссиқлиги  $Q$  қийматига кўра олиб бориш мумкин бўлади.

Чунки 2та ёқилғининг ёниш иссиқлик нисбати уларнинг иссиқлик ажралиш нисбатига тенгдир:

$$\frac{Qg'}{Q'(1-g')} = \frac{q'}{1-q'} \quad (2.3.)$$

ҳар қандай ёқилғининг ёнувчи аралашмасида иссиқлик ажралиш улушида  $q^1$  ва  $(1-q^1)$ , берилган ҳолларда ёқилғи турининг биридаги нисбий массали улуши қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

$$g' = \frac{q^1 Q''}{q^1 Q'' + (1-q^1) Q'}; \quad g'' = 1 - g' \quad (2.4.)$$

бунда  $g^1$  ва  $g''$  - ёнувчан аралашмадаги ёқилғиларнинг нисбий массали улуши;

$q^1$  ва  $(1-q^1)$ -ёнувчи аралашмадаги ёқилғиларнинг иссиқлик ажралиб чиқиши нисбий улуши;

$Q^1$  ва  $Q''$  - ёнувчи аралашмадаги ёқилғиларнинг ёниш иссиқлиги. Қуруқ ёки суюқ ёқилғининг газсимон аралашма билан ёқилишида ёниш иссиқлиги 1кг ёқилғи аралашмасига эмас, балки 1кг қаттиқ ёки суюқ ёқилғида аниқланади. Бунда 1м<sup>3</sup> газсимон ёқилғининг эквивалент массали миқдори инобатга олинади:

$$Q = Q^1 + V * Q'', \text{ кЖ/кг}, \quad (2.5.)$$

бунда  $Q$  - аралашманинг шартли ёниш иссиқлиги, кЖ/кг;

$Q^1$  - қаттиқ ёки суюқ ёқилғининг ёниш иссиқлиги, кЖ/кг;

$Q''$  - газсимон ёқилғининг ёниш иссиқлиги, кЖ/м<sup>3</sup>;

$V$  - 1кг қаттиқ ёки суюқ ёқилғига тўғри келадиган газсимон ёқилғининг ҳажм миқдори, м<sup>3</sup>/кг.

Ҳар қайси ёқилғининг иссиқлик ажралиши улушида  $q$  ва  $(1-q)$  икки хил ёқилғидан иборат аралашма берилган бўлса (мисол учун, суюқ ёқилғининг иссиқлик ажралиш улуши  $q$ , газсимон ёқилғининг иссиқлик ажралиш улуши  $1-q$ ), 1 кг суюқ ёқилғига эквивалентли газсимон ёқилғининг  $m^3$  да ҳажм миқдорини қуйидаги ифода билан топиш мумкин.

$$V = \frac{(1-g')Q'}{g'Q''}, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (2.6.)$$

Келтирилган (2.5.) ифодадан (2.7.) нисбат олиниши мумкин

$$v = \frac{Q - Q'}{Q''} \quad (2.7.)$$

Аниқлашга кўра солиштирма иссиқлик ажралиши  $q' = Q'/Q$  га баравар. Унда

$$v = \frac{\frac{Q'}{q} - Q'}{Q''} \quad (2.8.)$$

Ёқилғи юқори ва қуйи ёниш иссиқликлари билан фарқланади. 1 кг қаттиқ (суюқ) ёки 1  $m^3$  газсимон ёқилғи тўлиқ ёнишида ажралиб чиққан иссиқлик миқдори агарда ёқилғининг водороди ёнишдан ҳосил бўлган сув ва ёқилғининг намлиги суюқ бўлса, бу ёқилғининг юқори ёниш иссиқлиги ( $Q_{\text{н}}$ ) деб тушунилади. 1 кг қаттиқ (суюқ) ёки 1  $m^3$  газсимон ёқилғи тўлиқ ёнишидан ажралиб чиққан иссиқлик миқдори ёқилғининг қуйи ёниш иссиқлиги ( $Q_{\text{к}}$ ) деб тушунилади, агарда ёқилғининг ёнишидан ҳосил бўлган сув буғ ҳолатида бўлса, ёқилғининг юқори ёниш иссиқлигининг доимий қиймати юқори кўрсаткичга эга бўлганлиги учун, у турли ёқилғиларни бир-бирови билан солиштириш учун қўлланилади. Ёқилғининг қуйи ёниш иссиқлиги эса ёқилғи намлик миқдорига боғлиқ бўлади, шунинг учун ёқилғининг иссиқлик қийматини амалий баҳолаш учун фойдаланилади.

Ишчи массани қуйи ёниш иссиқлиги ёқилғининг ёнувчи элементларини юқори ёниш иссиқлиги ва барча намликнинг буғланишига сарфланган иссиқлик фарқидан олинган натижа билан аниқланади.

Ёқилғининг ишчи массасининг юқори ва қуйи ёниш иссиқлиги қуйидаги нисбат билан аниқланади.

$$Q_k^- = Q_{ю}^- - 25,12(9H^- + W^-), \text{ кЖ/кг}, \quad (2.9.)$$

бунда  $Q_k^u$  - ёқилғининг ишчи массасининг қуйи ёниш иссиқлиги, кЖ/кг;

$Q_{ю}^u$  - ёқилғининг ишчи массасининг юқори ёниш иссиқлиги, кЖ/кг;

$25,12(9H^u+W^u)$  – ёқилғи водородини ёнишдан олинган намлик ва ёқилғи намлиги буғланишига сарфланган иссиқлик  $H^u$  (%), кЖ/кг.

## **2.2 ЁҚИЛЎНИНГ ЭЛЕМЕНТ ТАРКИБИЙ МАЪЛУМОТЛАРИГА КЎРА ЁНИШ ИССИҚЛИГИНИ АНИҚЛАШ**

Ёқилғиларнинг айрим турларини ёниш иссиқлиги ёқилғининг элемент таркибий маълумотларига кўра ёки тажриба йўли билан калориметр дейиладиган асбобда аниқлаш мумкин бўлади.

Элемент таркибий маълумотларига кўра ёқилғининг ёниш иссиқлигини аналитикли аниқлаш, маълум элемент таркибга эга ёқилғилар учун мумкин бўлади ва ёқилғининг ёниш қийматини тахминий баҳолаш деб кўрилиши мумкин. Бу қуйидагича тушунтирилади: ёқилғининг ишчи массасининг элемент таркиби ёқилғини сақлаш шароитида ва бошқа омилларда ниҳоятда кўп ўзгариши мумкин.

Ёқилғининг ёниш иссиқлигининг аниқ қийматини тажриба йўли билан олиш мумкин бўлади. Ёниш иссиқлигини тажриба



узули ёрдамида аниқланиши текширилайётган ёқилғининг (масалан қаттиқ ёки суюқ) намунасини, сувга тушурилган, зич ёниладиган металлдан ясалган идишга (калориметрик бомбага), сиқилган кислород муҳитида ёқишидан иборат бўлади.

Бунда ёқилғидан барча ажралиб чиққан иссиқлик миқдори сувга ўтиб кетади ва аниқ ўлчанади. Ёқилғини ёниш иссиқлигини тажриба йўли билан аниқланиши 3-бобда келтирилган.

Ёқилғининг элемент таркиб маълумотларига кўра ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқланиши, ёқилғини ёнувчиларини ташкил қилувчиларини иссиқлик ажралиши масса ёки ҳажм бирлик маълумлигига асосланган. Ёқилғини ёнувчиларини ташкил қилувчиларини ташкил қилувчилари бир бирлари билан боғланмаган, ёқилғида бор кислород эса фақат водород билан боғланган деб фараз қилинади. Қаттиқ ва суюқ ёқилғиларнинг элементларининг ёниш ва ёниши иссиқлиги тўғрисида асосий маълумотлар қуйидаги олтинчи жадвалда келтирилган.

Ёқилғи таркибида кислород (O) бор. Агарда у водород (H) билан боғланган деб қабул қилсак, унда ёқилғи водородининг бир қисми ёнишда иштирок этмайди. Водород (H) нинг битта массали улушига кислород (O) нинг саккизта массали улуши тўғри келади; бунда кислород водородни 0/8 массали улуши билан боғланган бўлади. Шунинг учун ёнишда водороднинг (H) массали улуши эмас, балки водороднинг H-0/8 массали улуши иштирок этади.

Юқорида айтилганни инобатга олиб, ишчи массасига эга ёқилғининг юқори ёниш иссиқлигини, элемент таркиб маълумотларига кўра, қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин бўлади:

$$Q_{ю} = 340,8C^H + 1427,7(H^H - (O/8)^H) + 91,27S^H \quad \text{кЖ/кг,} \quad (2.10.)$$

(2.10.) ифодадан фойдаланиб ишчи массасига эга ёқилғининг қуйи ёниш иссиқлигини қуйидаги тенглама орқали ифодалаш мумкин бўлади:

$$Q_{х}^H = 340,8C^H + 1427,7(H^H + 0/8^H) + 91,27S^H - 25,1(9H^H + W^H), \quad \text{кЖ/кг} \quad (2.11.)$$

(2.10.) ва (2.11.) ифодаларда ёқилғининг  $C^H, H^H, O^H, S^H$  элемент микдорлари ишчи массадаги таркибда % да келтирилган, (2.10.) ифодадаги коэффициентларнинг сонли қийматлари, тегишли элемент массасининг бир % ни ёнишдан ажралиб чиққан иссиқлик микдорини ташкил қилади.

(2.10.) ва (2.11.) нисбатлар элемент таркиб маълумотларига кўра, ёниш иссиқлигини аниқлаш учун ҳисоблаш ифодаларини кўрсатади. Аммо кўрсатилган ифодалар тажриба усули билан аниқланган ёқилғининг ёниш иссиқлиги билан старлича бир бировига тўғри келмайди. Буни қуйидагича тушунтириш мумкин: бу ифодаларда ёқилғининг айрим элементларининг орасидаги боғлиқликлар номаълум бўлиб турганлигини кўрсатади. Шунинг учун элемент таркиб маълумотларига кўра ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқлаш учун эмпирик ҳисоблаш ифодалари қўлланилади.

2.1-жадвал

| Элементнинг номи             | Ёниш махсулотларининг номи, оксидланиш реакциясининг химиявий ифодаси, реакциянинг массали нисбати | 1 кг ёнувчи элементнинг кЖ/кг да ёнишда ажралиб чиққан иссиқлик микдори | 1 кг ёнувчи элементнинг кЖ/кг да ёпиши учун талаб қилинган кислород микдори. | 1 кг ёнувчи элементнинг кЖ/кг да ёниши учун талаб қилинган махсулот микдори. |
|------------------------------|--|---|--|--|
| $C^H$ ишчи массадаги углерод | Углерод (IV)-оксид<br>$12\text{кг}C + 32\text{кг}O_2 = 44\text{кг}CO_2$                            | 34080   | $32/12 = 8/3$  | $44/12 = 11/3$   |
| $C^H$ ишчи массадаги углерод | Углерод (II)-оксид<br>$24\text{кг}C + 32\text{кг}O_2 = 56\text{кг}CO$                              | 10250   | $32/24 = 4/3$  | $56/24 = 7/3$  |
| $H^H$ ишчи массадаги водород | Сув буғи—сув<br>$2H_2 + 32\text{кг}O_2 = 36\text{кг}H_2O$  | Сув буғи<br>120-160 сув<br>142-770                                      | $32/4 = 8$   | $36/4 = 9$   |

Биринчи ифода деб куйидаги кўринишга эга Дюлонг ифодаси олинган

$$Q_{ю}^I = 338,29C^H + 1444,45(H^H - 0/8^H) + 104,67S^H, \text{ кЖ/кг. (2.12.)}$$

Энг қулай боғлиқликка эга Д.И.Менделеев ифодаси ҳисобланади, у қаттиқ ва суюқ ёқилғиларнинг ёнишига кўра, кўп сонли ўтказилган тажриба маълумотларига асосланган ҳолда олинган.

Ишчи массасига эга ёқилғининг юқори ёниш иссиқлигини аниқлаш учун Д.И.Менделеев ифодаси куйидаги кўринишга эга:

$$Q_{ю}^I = 339,13C^H + 1256H^H - 108,86(O^H - S^H), \text{ кЖ/кг. (2.13.)}$$

Ишчи массага эга ёқилғининг куйи ёниш иссиқлиги куйидаги ифода билан аниқланади:

$$Q_{ю}^I = 339,13C^H + 1256H^H - 108,86(O^H - S^H) - 25,12(9H^H + W^H), \text{ кЖ/кг. (2.14.)}$$

Кўп кислород миқдорига эга ёқилғилар учун (ўтин, торф, кўнғир кўмир) Дюлонг ифодасига кўра ёниш иссиқлигининг паст қийматлари олинади. Суюқ ёқилғилар учун (мазут, дизель ёқилғилари ва бошқалар) бу ифодага кўра ҳисобланган ёниш иссиқлигининг юқори қийматлари олинади.

Ёқилғининг берилган элемент таркибига кўра, битта массадаги ёқилғини ёниш иссиқлигини бошқа массадаги таркибга қайта ҳисоблаш мумкин. Берилган массадаги ёниш иссиқлигидан ёқилғини номаълум массага қайта ҳисоблаш 2.2.-жадвалда кўрсатилган.

Газсимон ёқилғиларнинг ёниш иссиқлиги уларнинг таркибий маълумотларига кўра аниқлаш мумкин бўлади.

1м<sup>3</sup> куруқ газларнинг ёниш иссиқлиги куйидаги ифодага кўра аниқланиши мумкин:

$$Q_K = 108H_2 + 126,3CO + 358,2CH_4 + 560,5C_2H_2 + 637,3C_2H_6 + 912,3C_3H_8 + 1186,2C_4H_{10} + 1460C_3H_{12} + 1404C_6H_6 \text{ кЖ/кг, (2.15.)}$$

бунда H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> ва бошқаларни нормал шароитда, ҳажмга кўра % да айрим газсимон унсурларининг миқдори.

Ғы намлиги бор газсимон ёқилғини қуйи ёниш иссиқлигини қуйидаги ифода орқали аниқлаш мумкин:

$$Q_K^n = \frac{Q_K^k}{\rho_{кв} + \frac{d+a}{100}} \cdot \frac{d}{1 + \frac{d}{0.804}} \quad \text{кЖ/кг,} \quad (2.16.)$$

бунда, d - газсимон ёқилғида сув буғининг миқдори, г/м<sup>3</sup>.

a - газдаги кул ёки чангнинг қаттиқ заррачаларининг миқдори, кг/м<sup>3</sup>;

Номаялум массали ёқилғида ёниш иссиқлиқнинг қайта ифодаси

2.2-жадвал.

| Берилган масса | Номаялум масса  |   |   |
|----------------|---|---|---|
|                | ёнувчи  | Курук   | ишчи  |
| ёнувчи         | -   | $Q_k^* = Q_k^* \frac{100 - A^*}{100}$                         | $Q_k^* = Q_k^* \cdot \frac{100 - W'' - A''}{100}$<br>$25,12W''$ |
| Курук          | $Q_k = Q_k^* \frac{100}{100 - A^*}$                               | -   | $Q_k^* = Q_k^* \frac{100 - W''}{100}$                           |
| Ишчи           | $Q_k = (Q_k^{**} + 25,12W''') \times \frac{100}{100 - W'' - A''}$ | $Q_k^* = (Q_k^{**} + 25,12W''') \times \frac{100}{100 - W''}$ | -   |

Нормал шароитдаги курук газнинг зичлиги қуйидаги ифода билан топилади.

$$\rho = 0,001(\rho_1 r_1 + \rho_2 r_2 + \dots + \rho_n r_n), \quad \text{кг/м}^3,$$

бунда  $\rho_1, \rho_2, \dots$ -айрим газларнинг зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\tau_1, \tau_2, \dots$ -аралашмадаги айрим газларнинг ҳажм улуши, %.

Келтирилган (2.13.) ва (2.15.) ифодаларда кўп ҳолларда ёқилғининг ёниш иссиқлигининг тажриба натижалари билан қониқарли тўғри келади.

Ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқлаш учун уларнинг таркибий маълумотларига кўра, ҳар доим ҳам ёниш иссиқлиги бўйича қониқарли натижалар бермайди, чунки ёқилғи ёнувчи элементларининг механик аралашмасидан иборат эмас, балки органик моддаларнинг мураккаб химиявий бирикмаларининг йиғиндисидир.

Бунинг натижасида ёқилғи ёнишида ёниш иссиқлиги қиймати ҳар доим ҳам унинг айрим элементларини ёниш иссиқлиги йиғиндисидан кам чиқади. Буни қуйидагича тушунтириш мумкин: иссиқликнинг маълум миқдори ёқилғининг таркибига кирувчи органик моддаларни молекуляр бирикмалариниң атомлар орасидаги энергетик боғлиқликларининг узилишга сарфланади. Ёқилғининг унсурлар орасидаги энергетик боғланишларини топишда ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқлаш учун аниқроқ ҳисоблаш ифодаларини топишга имкон беради. Мисол: Қуйидаги таркибга эга (ишчи массага кўра, %да), М-40 туркумли кўп олтингурутли мазутни қуйи ёниш иссиқлигини аниқланг:  $C^H=84,0$ ;  $H^H=10,5$ ;  $S^H=2,0$ ;  $O^H+N^H=0,8$ ;  $[O^H=0,5\%]$ ;  $A^H=0,2$ ;  $W^H=2,5\%$ .

Д.И. Менделеевнинг (2.10.)-ифодасидан фойдаланиб:

$$C_k^H = 339,13 \cdot 84,0 + 1256 \cdot 10,5 - 108,86(0,5 - 2,0) - 5,12(9 \cdot 10,5 + 2,5) = 39400 \text{ кЖ/кг};$$

ёки ёниш иссиқлиги  $\text{ккал}/\text{кг}$  да берилиши мумкин. Яъни,

$$Q_k^H = 39400 / 4,1868 = 9410 \text{ ккал/кг},$$

бунда бир  $\text{ккал}$  иссиқлик  $4,1868 \text{кЖ}$  иссиқликка тенг деб олинади

### 2.3. ШАРТЛИ ЁҚИЛҒИ ВА ЁҚИЛҒИ ЭКВИВАЛЕНТЛАРИ.

Ёқилғилар ёниши иссиқликнинг ҳар хил қийматлари билан тавсифланади.

Ёқилғининг иссиқлик қийматларини солиштиришда ва бир ёқилғи иккинчиси билан ўрнини алмаштиришда ҳамда ёқилғини сарфлаш нормаларини тузишда шартли ёқилғи ва турли ёқилғиларнинг ёқилғи эквивалентлари тушунчасидан фойдаланилади.

Шартли ёқилғининг ёниш иссиқлиги 1кг ёниши 7000 ккал га тенг; бунда у 29307,6 кЖ (29,3Мж)га тўғри келади. Шартли ёқилғининг ёниш иссиқлигини  $Q_{ш}$  кЖ/кг орқали белгилаймиз.

Турли ёқилғиларни нисбий иссиқлик қиймати шартли ёқилғи билан солиштирилганда ёқилғи эквивалент ёрдамида фойдаланилади.

Икки хил ёқилғи эквивалентлари мавжуд: калория ва техник эквиваленти.

Ёқилғининг калория эквиваленти  $\mathcal{E}_к$  фойдаланадиган ёқилғининг ишчи массасининг куйи ёниш иссиқлигини шартли ёқилғининг ёниш иссиқлигига нисбатини ифодалайди:

$$\mathcal{E}_к = \frac{Q_к''}{Q_{ш}} ; \quad (2.17.)$$

Ёқилғиларнинг калория эквивалентига кўра солиштириш ёқилғидан фойдаланувчи қурилмаларнинг тежамкорлигини инobatга олмасдан олиб бoрилади. Ёқилғидан фойдаланувчи қурилмалар ёқилғининг ҳар хил фойдаланиш коэффициентлари билан тавсифланади. Қурилмада ёқилғининг фойдаланиш коэффициенти қиймати унинг синовида аниқланади.

Ёқилғининг фойдаланиш коэффициенти ўрнига қурилманинг маълум фойдали иш коэффициенти (ФИК) қиймати қўлланилади.

Ёқилғини солиштириш ёқилғидан фойдаланувчи қурилмаларнинг тежамкорлигини инobatга олган ҳолда ёқилғи техник эквиваленти ёрдамида олиб бoрилади ва қуйидагича ифодала-  
нади:

$$\mathcal{E} = \frac{Q_k \eta}{Q_{ш} \eta_{ш}} ; \quad (2.18.)$$

бунда  $\eta$  (ФИК)-ёқилғидан фойдаланувчи қурилманинг фойдали иш коэффициентини;  $\eta$  (ФИК)<sub>ш</sub> - бирга тенг шартли қурилманинг иш коэффициентини.

Ёқилғи эквивалентлари фойдаланилаётган ёқилғининг  $V_{\phi}$  нинг сарфланишига ва режалаштириш миқдорини шартли  $V_{ш}$  га ва тескари қайта ҳисоблашда қўлланилади. Бунинг учун қуйидаги тенгламадан фойдаланиш мумкин:

$$V_{ш} = V_{\phi} \mathcal{E} \text{ кг}, \quad (2.19.)$$

бунда  $V_{ш}$ -шартли ёқилғи сарфи, кг;  $V_{\phi}$ -фойдаланилаётган ёқилғининг сарфи, кг;  $\mathcal{E}$  - ёқилғининг техник ва калория эквиваленти.

Фойдаланилаётган ёқилғини шартлига қайта ҳисоблашда аввал унинг эквивалентини топиш лозим (калория ва техник эквиваленти), сўнг фойдаланилаётган ёқилғининг берилган миқдорининг эквивалентини сонли қийматига кўпайтириш лозим.

Фойдаланилаётган ёқилғининг миқдорини берилган шартлига кўра аниқлаш учун шартли ёқилғи миқдорини фойдаланилаётган ёқилғининг эквивалент сони қийматига бўлиш лозим.

Мисол: БК3-320-140 буғ генераторининг чанг кўмирли ўтхонасида  $Q_k=18,3$  Мж/кг ли,  $\eta^{cc}=90\%$  га тенг, СС навли тошкўмирни  $Q_k=12,73$  Мж/кг га тенг.  $B_2$  навли кўнғир кўмир билан алмаштирилганда ёқилғини сарфини аниқлаш лозим.

Кўнғир кўмир ёқилишида буғ генераторини  $\eta^{b2}=89,4\%$  га тенг. (2.19.) тенгламадан фойдаланиб ёқилғининг техник эквивалентини

$$\mathcal{E}^{cc} = \frac{Q_k \eta^{cc}}{Q_{ш} \eta_{ш}} = \frac{18,3 * 0,9}{29,3 * 1} = 0,561$$

$$\mathcal{E}^{b2} = \frac{Q_k \eta^{b2}}{Q_{ш} \eta_{ш}} = \frac{12,73 * 0,894}{29,3 * 1} = 0,388$$

аниқлаймиз:

Шартли ёқилғига қайта ҳисобланганда тошкўмирнинг сарфи (2.19.) тенгламадан аниқлаймиз:

$$B_{III} = B_n^{(c)} * \mathcal{E}_c = 13,8 * 0,561 = 7,75 \text{ кг / сек}$$

Унда кўнғир кўмирнинг сарфи қуйидаги ифода ёрдамида тошлади:

$$B_{II} = \frac{B_{III}}{\mathcal{E}_e} = \frac{7,75}{0,388} = 20 \text{ кг / сек}$$

### НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Ёқилғининг ёниш иссиқлигининг умумий аниқланишини келтиринг.
2. Ёқилғининг ёниш иссиқлигининг элемент таркибига кўра қандай аниқланади?
3. Ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқлашда қандай эмпирик ҳисоблаш тенгламаларини биласиз?
4. Қуйи ёниш иссиқлигининг юқорисидан фарқини тушунтириб беринг.
5. Ёниш иссиқлигини аниқлаш учун ҳисоблаш боғлиқлиги қандай тузилган ?
6. Шартли ёқилғи деб нима тушунилади ?
7. Ёқилғи эквивалентлари қандай аниқланади ?
8. Қандай ёқилғи эквивалентларини биласиз ?
9. Ёқилғининг техник эквивалентини калориясидан фарқини изоҳлаб беринг.
11. Қандай қилиб ҳақиқий ёқилғи сарфини шартлига ва шартлини ҳақиқийга қайта ҳисоблаш мумкин ?



## УЧИНЧИ БОБ.

### ЁҚИЛҒИНИ ТЕКШИРИШ.

#### 3.1. ТЕКШИРИШ УСУЛЛАРИ.

Химиявий таркибига кўра ёқилғи шартли равишда учта гуруҳга бўлинади.

Биринчи гуруҳга маълум, ўзига хос химиявий таркибга эга, моддалардан ҳосил бўлган ёқилғиларни киритиш мумкин бўлади. Мисол учун барча газсимон ёқилғи турлари ҳар хил  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  газлардан, памликдан ва чанг заррачаларидан иборат.

Иккинчи гуруҳга, асосан мураккаб тузилишга ва ҳар хил молекуляр массага эга углеводород бирикмаларидан иборат ёқилғиларни киритиш мумкин. Мисол учун: нефтдан ҳайдаш йўли билан олинган суюқ ёқилғилар, ҳар хил узунликка эга углеводород занжиридан иборат углеводород бирикмаларидан ташкил топган.

Учинчи гуруҳга номаълум тузилишга эга ёқилғиларни киритиш мумкин. Бундай ёқилғиларга қаттиқ ҳолатдаги ёнувчи қазилмалар мансуб.

Истеъмолчиларга юборилаётган барча турдаги ёқилғилар, Ўзбекистон Республикаси Давлат Стандарти (ЎзДавСт) билан ўрнатилган техникавий талаблар ёки техникавий шароитларга жавоб беришлари лозим.

ЎзДавСт тарафидан назарда тутилган ёқилғиларни текшириш усуллари сифатини баҳолаш, ундан фойдаланганда оқилона усулларни қўллаш ва айрим ёқилғилар хоссаларини, олдиндан берилган ёки ўрнатилган кўрсаткичлар билан солиштиришга мўлжалланган. Ёқилғини текшириш петрографик, гуруҳли, термик, элемент ва техник усуллари ёрдамида ўтказилади.

Петрографик таҳлил қаттиқ ёқилғи унсурларининг минералогик тузилишини ўрганadi.

Гуруҳли таҳлилда ёқилғиларнинг химиявий таркиби аниқланади. Усулнинг моҳияти, маълум химиявий реагентлар ва эритувчи ёрдамида ёқилғилардан ҳар хил химиявий бирикмаларини ажратиб олишдан иборат.

Термик таҳлилда  $t=450-500^{\circ}\text{C}$  ҳароратда ёқилғининг химиявий табиати аниқланади.

Элемент таҳлилда ёқилғида айрим ташкил қилувчилар: угле-род С, водород Н, азот N, кислород О ва олтингург S %да массавий миқдорининг аниқланиши ўтказилади. Бу вазиятда ёқилғи айрим элементлар ёки унсурлардан иборат механикавий аралашма сифатида берилиши мумкин.

Усулнинг моҳияти ёқилғининг маълум миқдорини кўп миқдорда олинган ортиқча кислородни тежамли ёқишдан ва бунда ҳосил бўлган ёниш маҳсулотларини махсус юттичлар билан ютишидан иборат. Юттичларнинг сарфига кўра унсурларнинг миқдори аниқланади. Юттичларни гуруҳли термик ва элемент таҳлиллари махсус жиҳозланган илмий текшириш тажрибахонасида ўтказилади. Ёқилғидан фойдаланадиган корхона тажрибахонасида техникавий таҳлил дейиладиган ёқилғини энг оддий текшириш усули қўлланилади.

Техникавий таҳлилда ёниш иссиқлиги ва унинг технологик қайта ишланиши мумкинлиги тўғрисида маълумот берувчи тавсифлари аниқланади. Барча ёқилғи турларининг техникавий таҳлилининг ўтказиш усуллари стандартлаштирилган ва тегишли ЎзДавСт ларда келтирилган

### **3.2. ҚАТТИҚ ЁҚИЛҒИНИНГ ТЕХНИКАВИЙ ТАҲЛИЛИ.**

Қаттиқ ёқилғининг техникавий таҳлилида ёниш иссиқлиги ва ундаги намлик миқдори, учувчан моддаларнинг ажралиб чиқиши, тобланган тавсифлари ва ёқилғини бошқа сифат кўрсаткичлари аниқланади.

Ёқилғининг ўрта намунасини олиш. Ёқилғининг ўрта намунасини намоеъли олиш катта аҳамиятга эга, чунки битта ёқилғини ҳар хил муайян миқдори бир хил эмас хоссаларга эга бўлиши мумкин.

Ўрта намуна ушбу ёқилғини барча афзалликларини ва камчиликларини яққол намоеън этиш ва намоеъли бўлиши лозим.

Намуна олиниши маълум вақт давомида (вақтга кўра олиш) ёки ёқилғини бир хил баб-баравар миқдорини ҳар битта вагондан, маълум вагонеткалар сони билан ашикланиши мумкин бўлади. Ғарамдан ўрта намуна олишда ғарамда баб-баравар тақсимланган жойлар танланади ва ғарамнинг устки қисмидан чуқурлиги 0.3 м ни ташкил қиладиган жойдан ёқилғи олинади. Мисол учун 3.1-расмда ғарамдан ёқилғи намунасини олиш жойининг жойлашиш чизмаси келтирилган. Бирламчи намуна учун 0.5 дан 1 т гача ёқилғи миқдори олинади.

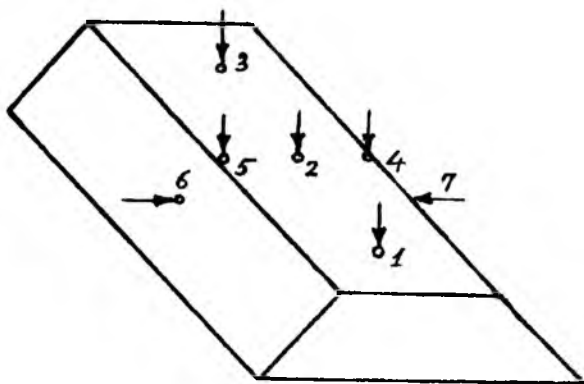
Бу ёқилғи миқдори майдаланганда ва аралаштирилгандан сўнг баландлиги 8-10 см квадрат шаклида баб-баравар қатламга тақсимланади. Иккита қарши қисмлар олиб ташланади; қолган ёқилғининг иккита қисми эса, яна аралаштирилади ва кўшимча майдалашдан сўнг худди шундай ёқилғини ўрталаш операцияси бажарилади.

Ёқилғини ўрталаш операцияси 3 кгга яқин миқдорда намуна қолгунча такрорланаверади. Қолдиқ иккита идишга яхши ёпилиб жойлаштирилади; биринчи идиш таҳлил учун тажрибахонага юборилади, иккинчиси эса ушбу ёқилғини назорат қилиш учун қолдирилади. Тажриба синовларига танлаб намунани ишланишда ташқи намликни ҳалос қилиш мақсадида ёқилғи қуритилади ҳамда майдаланади. ЎзДавСт га кўра аналитик намунада ёқилғи заррачаларининг ўлчами 0,2 мм дан ошмаслиги лозим. Аналитик намуналарни тайёрлашда тезкор усулни тавсия этиш мумкин. Бунда масса-си 500 гр дан кам эмас тажрибахона намунасини қуритиш шкаф идишига 10 мм дан юқори эмас қалинлигида қатлам жойлаштирилади ва қуритиш шкафида 15 минут давомида  $130 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ҳароратда бажарилади.

Ёниш иссиқлигини аниқлаш ЎзДавСт. 147-95. Ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқлашда ёқилғининг унча кўп бўлмаган намунасида, калориметрик қурилимада, сиқилган кислород муҳитида ёқиш билан аниқланади (3.2-расм). Калориметрик қурилимага калориметрик бомба деб аталадиган пўлатдан ясалган идиш ўрнатилади (3.3-расм). Бомбанинг ичига 0,8-1,5 гр. массага эга брикетли ёқилғи тигелда жойлаштирилади. Калориметрик бомбага 10 мл дистилланган сув қуйилади. Йиғилган ҳолда бомба 25-30 бар босимга эга кислород билан тўлдирилади ва у сув тўлдирилган идишга (калориметрга) ўрнатилади.

Бомбанинг клеммаларига электр токи манбаи уланади.

Запжир уланганда, брикетга прессланган симча орқали электр токи ўтиб, симни ва синалаётган ёқилғининг брикетини ёндиради. Бу жараёнда ажралиб чиқаётган иссиқлик, бомбанинг девори орқали калориметр идиши сувига ўтади. Тажриба вақтида айлантиргич узлуксиз идишдаги сувни аралаштириб туради.

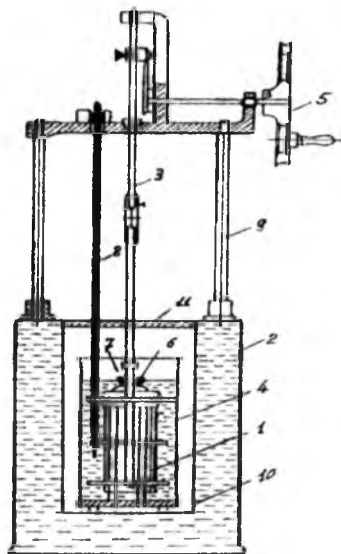


3.1.-расм. Ғарамдан ёқилғи намунасини олиш жойининг жойланиш чизмаси.

1-7-намуна олиш жойлари.

Калориметрда махсус термометр ёрдамида, сувдаги ҳароратнинг ўзгариши аниқланади. Тажриба вақтида сувнинг тўлиқ ҳароратининг ўзгариши одатда  $4^{\circ}$  градусга яқин. Ёқилган ёқилғидан ажралиб чиққан иссиқликнинг бир қисми калориметр қурилманинг элементларини иситишга сарфланади.  $1^{\circ}\text{C}$  ҳарорат кўтарилишида ажралиб чиққан иссиқлик сув ва калориметрик қурилмаларни элементлари билан ютилгани қурилманинг «сув эквиваленти» деб айтиладиган бир неча сувнинг эквивалент миқдори билан қопланади.

Сув эквиваленти деб, сувнинг массали микдорига айтилади унинг иссиқлик сифими, калориметрик тизимнинг иссиқлигига, ундаги сувга, калориметрик бомбанинг ичидагига, аралаштиргичга ва маълум сатҳга туширилган термометрнинг иссиқлик сифимининг йиғиндисига тенг. Калориметрик қурилманинг сув эквиваленти маълум ёниш иссиқлигига эга стандарт бензой кислотанинг бомбада ёқиш йўли билан аниқланади.



3.2.-расм. Калориметрик қурилма:

- 1-калориметрик бомба; 2- ташқаридаги идиш;
- 3-айлантиргич; 4-калориметрик идиш; 5-электр юритгич;
- 6,7- электр ток манбага уланадиган клеммалар;
- 8-метастатик термометр; 9-тутигичлар;
- 10-ушлаб турувчилар; 11-қопқоқ.

Аниқланаётган ёқилғининг массасини, қурилманинг сув эквивалентини ва сувнинг ҳарорати ўзгаришини била туриб, ёқилғининг ёниш иссиқлигини қуйидаги ифода билан аниқлаш мумкин:

$$Q = \frac{G_c [(t_0 - t_0) + \Delta t] - q}{G_e}, \quad \text{кж / кг} \quad (3.1.)$$

бунда:  $G$  – қурилманинг сув эквиваленти, кг;

$C$  – сувнинг иссиқлик сифими 4,19 кЖ/кг<sup>0</sup>С га тенг деб олинади;

$G_e$  – аниқланаётган ёқилғининг массаси, кг;

$t_0$  – тажрибанинг бош даврдаги охириги ҳарорат, <sup>0</sup>С;

$\Delta t$  – калориметр атроф-муҳит билан иссиқлик алмашинувига қўшимча, <sup>0</sup>С;

$q$  – ёндирувчан симнинг ёнишида ажралиб чиқадиган иссиқлик, у  $q = v \cdot Q_{\text{даст}}$  кЖ билан аниқланади,

бунда  $v$  – дастлабки симнинг массаси, кг.

$Q_{\text{даст}}$  - дастлабки симнинг ёниш иссиқлиги, кЖ/кг, у темир сим учун 6698 кЖ/кг га тенг деб олинади; никель учун 3244 кЖ/кг; констатан учун 3140 кЖ/кг ва мис учун 2512 кЖ/кг.

Ёниш иссиқлигини аниқлашда тажриба ўтиши учта даврга бўлинади: бошланғич, бош ва охиригига.

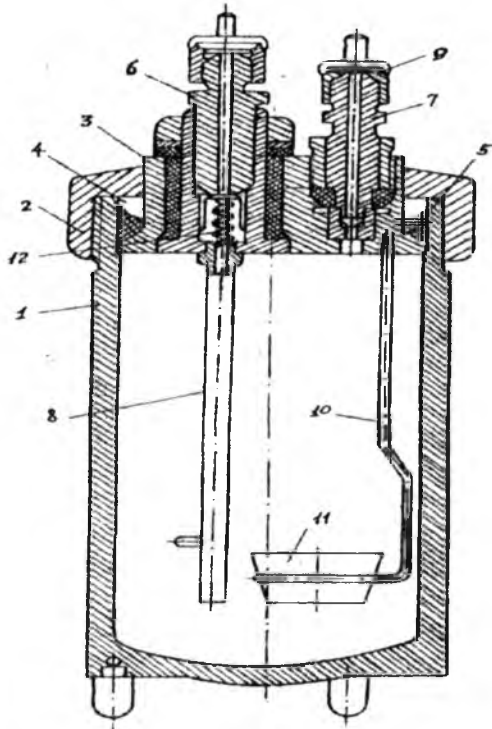
Бошланғич даври ёқилғининг ёнишидан олдинги даврга тўғри келади ва қурилма элементларини атроф-муҳит билан иссиқлик сифимини бошланғич ҳарорат шароитини инобатга олади.

Бош даврда - ёқилғининг ёниши кечади; калориметрик тизимга иссиқлик бериш ва унинг барча элементларида ҳароратнинг тенглашиши кузатилади.

Охириги давр – калориметрик тизимини атроф- муҳит билан иссиқлик алмашинувини охириги ҳарорат шароитида инобатга олади. Бошланғич ва охириги даврлардаги олинган натижалар асосида, калориметрик қурилманинг атроф-муҳит билан иссиқлик алмашинувига  $\Delta t$ °С ҳарорат фарқи кўринишида қўшимча аниқланади. Калориметр атроф-муҳит билан иссиқлик алмашинувига қўшимча олинган натижалар асосида қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\Delta t = \frac{V_1 + V_2}{2} m + V_{1r}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (3.2.)$$

бунда  $V_1$  - бошланғич даврдаги, ярим минут оралтиғидаги



ўртача ҳароратнинг ўзгариши,  $^\circ\text{C}$ ;

3.3-расм. Калориметрик бомба.

1-бомбанинг корпуси; 2-қопқоқ; 3-сиқувчи ҳалқа;

4 ва 5-зичлантирувчи ҳалқалар; 6-кирғизиш клапани;

7-чиқариш клапани; 8-кислородни кирғизиш учун қувурча;

9-электр ток манбага уланадиган клеммалар;

10-ток ўтказувчи ўқ; 11-ёқилғи намунаси учун тигель;

12-кирғизиш клапанининг пружинаси.

$$V_1 = \frac{t_0^{6^{\circ}a} - t_{10}^{6^{\circ}a}}{10}, \quad (3.3.)$$

бунда  $t_0^{6^{\circ}a}$ ;  $t_{10}^{6^{\circ}a}$  – бошланғич даврнинг дастлабки ва охириги ҳарорати, °С;

$V_2$  - охириги даврдаги ярим минут оралиғидаги ўртача ҳароратининг ўзгариши, °С.

$$V_2 = \frac{t_0^{6^{\circ}a} - t_{10}^{6^{\circ}a}}{10}, \quad (3.4.)$$

бунда  $t_0^{6^{\circ}a}$ ;  $t_{10}^{6^{\circ}a}$  – охириги даврнинг дастлабки ва охириги ҳарорати, °С;

m- бош даврнинг ярим минутли ораллиқларининг сони, 0,3°C ва ундан юқори ярим минутда ҳароратнинг кўтарилиши; бунда ҳар доим биринчи ораллиқ ҳам, унинг кўтарилишидан қатъий назар тегишли; r- бош даврнинг ярим минутли ораллиқлар сони, 0, 3°C дан паст ярим минутда ҳароратнинг кўтарилиши.

Шундай қилиб, топилган ёниш иссиқлигига бомба бўйича топилган иссиқлик дейилади ва  $Q_6^a$  кЖ/кг да белгиланади. Сиқылган кислород муҳида бомбада ёқилғи ёнганда, ёқилғидаги азот ва олтингурут оксидланади ва бомбадаги сув (10 мл) билан бирикиб нитрат  $\text{HNO}_3$  ва сульфат  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислоталарини ҳосил қилади.

Бу кислоталарнинг ҳосил қилиниши иссиқлик ажралиб чиқиши билан боғлиқ бўлиб, тажрибада аниқланган ёниш иссиқлиги натижалари ёқилғининг берилган ёниш иссиқлигидан юқори бўлади. Бомбадаги ёниш иссиқлиги ва кислота ҳосил қилиш иссиқлигининг айирмасидан олинган; ёқилғининг ёниш иссиқлиги аналитик намунанинг юқори ёниш иссиқлигини ташкил қилади.

$$Q_{\text{в}}^a = Q_6^a - (94.2S_{\text{в}}^a + \alpha Q_{\text{а}}^a) \text{ кЖ/кг}, \quad (3.5.)$$



бунда  $94, 2 S_y^a$  - сульфат кислотанинг ҳосил қилиш натижасида ажралиб чиққан иссиқлик миқдори ( $S_y^a$  ёқилғидаги учувчан олтингууртнинг миқдори, %);

94.2 кЖ - 0.01 кг олтингууртнинг сульфат кислотага ўзгариши натижасида ажралиб чиққан иссиқлик;

$\alpha Q_{\text{н}}^a$  - нитрат кислотанинг ҳосил қилиш натижасида ажралиб чиққан иссиқлик миқдори, кЖ/кг; антрацитлар учун коэффициент  $\alpha$  0.001 ни ташкил қилади; бошқа кўмир ва сланецлар учун -0.00015.

$Q_{\text{ю}}^a$  ва  $Q_{\text{ю}}^H$  қайта ҳисоблаш куйидаги ифода ёрдамида амалга оширилади:

$$Q_{\text{ю}}^H = Q_{\text{ю}}^a \frac{100 - W^H}{100 - W^a}, \text{ кЖ/кг,} \quad (3.6.)$$

бунда  $W^H$  - ёқилғининг ишчи массасининг намлик миқдори, %;

$W^a$  - аналитик намунада намлик миқдори.

Бомбада ёқилғи намунасининг ёнишида, ёқилғи намлигининг буғланиши ва водороднинг ёнишида ҳосил бўлган сув буғлари, тўлиқ сувга конденсатланади, бунинг натижасида буғланишга сарфланадиган иссиқлик конденсатланишида қайтади ва ўлчовларда инобатга олинади.

Табий шароитда ёқилғининг ёнишида сув буғлари конденсатланмайди, чунки юқори ҳароратли ёниш маҳсулотлари иссиқликдан фойдаланувчи қурилмани тарк этади, натижада буғ ҳосил қилинишига сарфланадиган иссиқлик йўқолади; бунинг натижасида олинган қуйи ёниш иссиқлиги  $Q_k^H$  ҳар доим юқори ёниш иссиқлигидан  $Q_m^H$  паст бўлади. Юқори ва қуйи ёниш иссиқликлари орасидаги боғлиқликлар (2.9) тенглама билан аниқланади.

Намлиқни аниқлаш. Ташқи намлик ёқилғидан паст ҳароратда ҳам осон ажралиб чиқади. Ташқи намликни аниқлашда 200-500 г ёқилғи намунаси идишдан олинади. Ушбу намунанинг массасини тез ва аниқ аниқлашдан сўнг майдаланади ва тажрибахонада қоғоз варағига юпқа қатламда тақсимланади.

Ҳар 12 соатда 0.05 г аниқлигигача ёқилғи намуна массасини йўқотишни топиш, намуна массасидан намликнинг буғланиши тўғрисида маълумот беради. Агарда сўшти икки аниқлаш миқдори бир хил бўлса, унда ушбу тажриба натижаларига кўра ташқи намликни ҳисоблаш қуйидаги ифода билан топилади.

$$W_{ТН} = \frac{G_{ТН} 100}{G}, \% \quad (3.7.)$$

бунда  $W_{ТН}$ -ташқи намликнинг миқдори;

$G_{ТН}$ - ҳавода қуришда массанинг ўзгариши, г;

$G$ - ҳавода қуришдан аввал намуна массаси, г.

Ҳаво - қуруқ ҳолатидаги ёқилғининг гигроскопик (аналитик) намлигини аниқлашда, 5-10 г массали намуна олинади, ундан кейин чинни ҳавончада майдалангандан сўнг, 1-2 г массали намуна олинади.

Ёқилғи намунаси, қоққоғи олиб қўйилган, махсус стаканчада (бюксада) қуритадиган шкаф (термостат)га қўйилади ва 102-105°C ҳароратда, ўзгармас массагача, 1-2 соат давомида қуригилади. Қуригандан сўнг, қоққоғи зич ёпиладиган намунали стаканчада шишали идиш эксикаторда совутилади, унинг ичида ёқилғи намунасини ҳаво намлиги ютилишидан сақлайдиган намликни ютадиган модда – қиздирилган кальций хлорид ёки концентранган сульфат кислотаси жойлаштирилади. Қуригандан сўнг ёқилғи намунасининг массаси аниқланади ва термостатда 30 дақиқа давомида бир неча назорат қуригиш, эксикаторда намунани совутиш билан бажарилади ва охириги икки аниқланишнинг массаси камайиши 0,001 г дан ошмагунча унинг массаси аниқланади.

Гигроскопик (аналитик) намлик миқдори қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$W^a = \frac{\Delta G_2 100}{G}, \quad (3.8.)$$

бунда  $W^a$ - гигроскопик намлик, %;  
 $\Delta G_2$ -термостатда қуритиш жараёнида массанинг ўзгариши, г;  
 $G$ -ҳаво қуруқ намуна массаси, г.

Ёқилғининг ишчи массасида намликнинг тўла миқдори қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$W^H = W_{TH} + W^a \frac{100 - W_{TH}}{100}, \quad \% \quad (3.9.)$$

Учувчан моддаларнинг чиқишини ва тобланишини аниқлаш.

Учувчан моддаларнинг чиқишини аниқлаш платина ёки чинчи тигелларда олиб борилади, унга 1 г массали ҳаво-қуруқ ҳолатидаги ёқилғи намунаси жойлаштирилади.

Тигелнинг массасини ўлчаш 0. 0002 г, ёқилғи массасини эса 0,01 аниқликкача олиб борилади. Ёқилғи намунаси билан бирга тигель қопқоқ билан ёпилади ва масса ўлчанганидан кейин  $850 \pm 25^\circ\text{C}$  ҳароратгача қиздирилган электр печга қўйилади. Печда тигель 7 дақиқа давомида ушлаб турилади. Ундан сўнг, эксикаторда тигель хона ҳароратигача совутилади ва унинг массаси ёқилғи намунаси билан бирга аниқланади.

Тигель ва ёқилғи намунаси массалар айирмасига кўра қиздиришдан аввал ва кейин қуйдириш жараёнида намуна массасининг йўқолиши аниқланади. Агарда тигелнинг ташқи қисмида қора губор пайдо бўлса, унда тажриба такрорланади.

Аналитик массага тегишли учувчан моддаларнинг чиқиши қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$V^a = \frac{\Delta G 100}{G} - W^a, \quad \% \quad (3.10.)$$

бунда  $\Delta G_2$  – қиздиришда массанинг йўқолиши, г;  
 G- намунанинг бошланғич массаси, г;  
 $W^a$  – аналитик массадаги намлик миқдори, %.

Ёнувчан массадаги учувчан моддаларнинг чиқиши қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$V^e = \frac{V^a 100}{100 - W^a - A^a}, \% \quad (3.11.)$$

бунда  $A^a$  – қурук ҳаволи ёқилғида кулнинг миқдори, %.

Айрим ёқилғи турлари, шу жумладан, ёнувчи сланецлар ўз таркибида кўп миқдорда карбонатларга эга. Бу карбонатлар, ёқилғи ёнишида эркин углерод (IV) оксиди чиқиши билан парчаланadi, шунинг учун оддий усул билан аниқланган миқдор, кўмирнинг минерал қисми билан солиштирилганда, сезиларли даражада кам чиқади.

Ёнувчи моддаларнинг чиқишини аниқлашда, карбонатлардан углерод (IV) оксид миқдори ёқилғида 2 % кўн бўлса, инобатга олинади.

Бу ерда:

$$V_{k^a} = V^a - [CO_2]_{k^a}$$

$$V_{k^a} = V^a \frac{100}{100 - W^a - A^a - [CO_2]_{k^a}}, \quad (3.12.)$$

бунда  $[CO_2]_{k^a}$  – карбонатларнинг углерод (IV) оксидини миқдори, %.

Карбонатларда углерод (IV) оксиднинг аниқлаш учун фойдаланилаётган усулнинг моҳияти ёқилғини хлорид кислота билан ишланишидан иборат. Натижада, бу карбонатлар углерод (IV) оксиднинг чиқиши билан парчаланadi. Ажралиб чиққан углерод (IV)

оксиднинг ютилиши махсус идишда олиб борилади. Ютилган газнинг миқдори аниқланиши тажрибадан аввал ва кейин ютувчи идишларнинг масса айирмасидан топилади. Карбонатларнинг угле-род (IV) оксидни миқдори дастлабки намунадаги  $\text{CO}_2$  миқдори билан ва учувчан модданинг чиқиши аниқлангандан кейин учмайдиган қолдиқдаги миқдорлар фарқи билан топилиши мумкин.

Учувчан моддаларнинг чиқишини аниқлаш билан бир вақт тигелни қолдиғига кура ёқилғини товланишини баҳолаш мумкин бўлади.

Ёқилғининг учмайдиган қолдиқ-кокс ЎзДавСТ 6382-91 га кўра қуйидагиларга таснифланади:

- кукун сифатли;
- ёпишқоқлик - қўлни бармоқлари билан озгина босилганда кукунга тўкилиб кетади;
- кучсиз товланишли - қўлни бармоқлари билан озгина босилганда алоҳида бўлақларга бўлиниб кетади;
- товланишли(эритилмаган) - юза кулча кумушсимон оқ металл ялтироқ устки қисми билан;
- эритилган (гирдобли) - гирдобли учмайдиган қолдиқ кумушсимон - оқ металл ялтироқ баландлиги 15 мм паст устки қисми билан;
- эритилган (кучли гирдобли) - гирдобли учмайдиган қолдиқ кумушсимон-оқ металл, ялтироқ, баландлиги 15 мм юқори устки қисми билан.

Агарда ғовакли мустақкам коксинг бўлақчаси ҳосил бўлса, унда ёқилғи товланишликка қарашли бўлиши мумкин. Қиздирилганда кучсиз товланган кўмирдан ёпишқоқ кокс ҳосил бўлади; товланмаган ёқилғилар учун тигелдаги қолдиқ кукун кўринишга эга.

Тошкўмирларнинг технологик таснифи учувчан моддаларни чиқишдан ва кўмирларни қатламметрик кўрсаткичларига биноан амалга оширилади. Бунда пластик қатламнинг қалинлиги - у ва қатламметрик ўтказиш - х аниқланади. Қатламметрик кўрсаткичларнинг аниқланиши ЎзДавСТ 1186-87 га биноан ўтказилади.

Қиздиришда қатламметрик аппаратда баландлиги  $h$  га тенг бир мунча кўмир тўлдирилганда  $250-730^{\circ}\text{C}$  ҳарорат оралиғида пластик қатламнинг қалинлиги ўзгаради. Пластик қатламнинг қалинлигига пластик масса дейилади, унда тик чизиқ бўйича

юқори эгри чизик ва пластик қатламининг паст сатҳи орасидаги миллиметрда ўлчанган энг узок масофа қабул қилинган. Қатламметрик «у» кўрсаткичи 520-630°C ҳарорат оралиғида аниқланади. Қатламметрик ўтиришни катталиги деб, қатламни юқори сатҳи миллиметрда охирги пасайишини, бошланғич ҳолати (нолли чизик)га нисбатан қабул қилинган.

Пластик қатламнинг қалинлиги кўмирни тобланишини маълум даражада тавсифлайди, ўтирилиши ва қатламметрик эгри чизикнинг шакли эса кокелащда кўмирнинг ҳолати тўғрисида кўшимча маълумот беради.

9318-91 ЎзДавСТга биноан тошкўмирларнинг тобланиши пасайган пластик қатлам билан (у 6 мм кам) учмайдиган қолдиқнинг механик мустаҳкамлигини синаш натижаларига кўра аниқланади: у  $t=850^{\circ}\text{C}$  текшириляётган кўмир ва кўшимча аралашмасини қиздиришдан олинади.

Кулнинг чиқишини (кулланишни) аниқлаш, Ёқилғи ҳавоқурук намунасини 1-2 г. массада платина ёки 300°C га қиздирилган муфель печига жойлаштирилади. 1-1,5 соат давомида печь  $850\pm 25^{\circ}\text{C}$  га қиздирилади.

Кўрсатилган ҳароратда қиздириш 1-2 соат давомида олиб борилади. 5 дақиқа давомида ҳаво ва эксикаторда, хона ҳароратигача совутилгандан сўнг тигель билан бирга кулнинг массаси аниқланади.

Тигель билан кул 30 дақиқа давомида назоратли қиздирилади ва уларнинг массасини аниқлаш массанинг ўзгариши 0.001 г дан камни ташкил қилмагунча давом эттирилади.

Ёқилғи намунасининг аналитик массасининг кулланиши % да куйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$A^* = \frac{G_1 * 100}{G} . \% \quad (3.13.)$$

бунда  $G_1$ -тигель қолдиғининг массаси, г;

$G$ -намунани бошланғич массаси, г.

Ёқилғининг қурук массасини кулланиши куйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$A^k = A^u \frac{100}{100 - W^u}, \% \quad (3.14.)$$

бунда  $W^u$ -аналитик массадаги намлик миқдори, %.

Ишчи массанинг кулланиши куйидаги ифода билан аниқланади

$$A^u = A^k \frac{100 - W^k}{100}, \% \quad (3.15.)$$

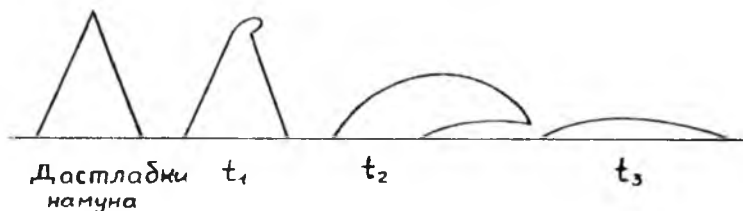
бунда  $W^k$ -ишчи массанинг намлик миқдори, %.

Қаттиқ ёқилғининг асосий ишчи тавсифларини юқорида кўрилган аниқлаш усулларида ташқари, ёқилғининг термик мустаҳкамлигини баҳолаш мақсадида кулнинг эрувчанлиги, олтингугурт миқдорини аниқлаш ва бошқа таҳлиллар қилинади.

Тошкўмирларнинг термик чидамлигини аниқлашда 10 кг массали 25-30 мм бўлақларнинг ўлчамига эга намунани печда 900 °С ҳароратигача 12 дақиқа давомида қиздиришади. Ундан сўнг ЎзДавСТ 2093-82 га биноан элакда элаб таҳлил қилиш билан туркумлар таркибининг аниқланиши бажарилади 13 дан зиёд; 6-13; 3-6; 0-3 мм ва уларга кўра термик мустаҳкамлиги баҳоланади.

Кўнғир ва тошкўмирларни, антрацит, сланец ва торфларни кул ва шлакининг эришини баҳолашда кенг тарқалган усулларида бири конус усулидан фойдаланилади. Бу усулга кўра олинган натижалар қозоннинг ҳисоблаш нормаларига киритилган ва маълумот жадвалларида ёқилғи кулнинг энг муҳим тавсифларига киради.

Конус усули аниқланаётган моддани қиздириш жараёнида учта маълум деформация босқичларига тўғри келадиган ҳароратни аниқлашдан иборат. Аниқланаётган модда уч тарафли пирамида шаклига эга бўлиб, баландлиги 20 мм, паст қисмини бир тарафни 7 мм га тенг.



3.4-расм. Конус усули билан модданинг қиздириш жараёнида ўзгариш босқичлари.

Моддани махсус электр печда қиздириш пайтида қуйидаги (3.4-расм) ҳарорат белгиланади:

1) деформациянинг бошланиш ҳарорати  $t_1$  у конусни эришининг дастлабки белгилари пайдо бўлиш билан аниқланади (унинг юқори қисми қийшайиб қолади).

2) юмшаш ҳарорати  $t_2$ , бунда модда ярим сферани ташкил қилади, унинг баландлиги тахминан паст қисмининг ярмисига тенг.

3) суяқ эрувчан ҳолатига ўтиш ҳарорати  $t_3$  (бу ҳароратда модда тагидаги идишга бутунлай оқиб кетади).

Келтирилган усул ёқилғининг шлакланиш даражасини қатламли ўтхонада ёниш жараёнида баҳолаш учун қўлланилади.

### 3.3. СУЮҚ ВА ГАЗСИМОН ЁҚИЛГИЛАРНИНГ ТЕХНИКАВИЙ ТАҲЛИЛИ ТЎҒРИСИДА ТУШУНЧАЛАР.

Нефть маҳсулоти турлари ва уларни сақлаш усулига кўра ўрта намуна резервуар, цистерна, қувур йўлларида ва майда идишлардан олинади. Техникавий таҳлилини бажариш учун нефть маҳсулотини ўрта сифатини тавсифлайдиган битта ёки бир неча сақлаш ҳажмларидан ўрта намуна олинади. Суяқ ёқилғи ўрта намуна ҳажмига кўра олинади ва икки-учта идишга қуйилади. Битта



идиш текшириш учун ишлатилади, бошқаси эса назорат учун қолади. Намунали резервуар ҳар хил чуқурлигидан олинади ёки суяқ ёқилғини узлуксиз йиғиш идишига махсус ўрнатилган намуна оладиган қувурчадан фойдаланилади.

Суяқ ёқилғининг ёниш иссиқлигини 3.5-расмда келтирилган калориметрик қурилмадан аниқланиши мумкин. Бу ҳолда 1г атрофида ёқилғи намуна массаси тигелга солинади. Ёқилғини ёндириш электр ток билан ёндирувчан сим ёрдамида амалга оширилади.

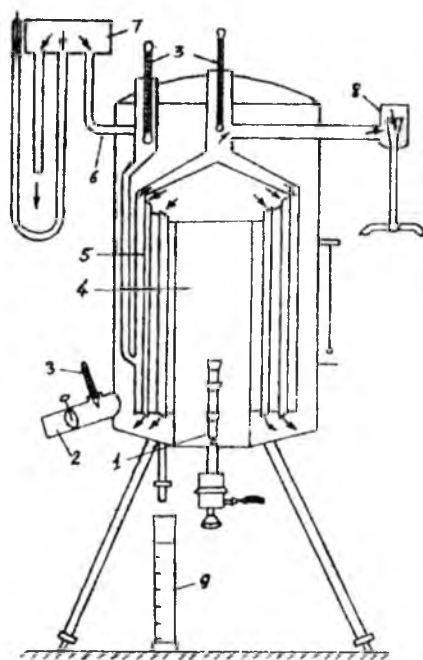
Тажрибани ўтказилиши ва суяқ ёқилғининг ёниш иссиқлигини ҳисоблаш қаттиқ ёқилғининг ёниш иссиқлигини худди шундай аниқланишига ўхшайди.

Суяқ ёқилғининг техникавий таҳлилида ёниш иссиқлигини аниқлашдан ташқари, ундаги намлик миқдори, олтингугурт, кулланиш, механик қўшимчалар, минерал кислота ва ишқорлар, фракцияли таркибининг коксланиши, кислоталиги, қотиш, бирдан ёниш ва алангаланиш ҳароратлари аниқланади. Айрим суяқ ёқилғи турлари учун ундан ташқари октан ва цетан сонларни, смолали моддалар миқдори ва бошқа тавсифлари аниқланади.

Газсимон ёқилғиларнинг техникавий таҳлили ёниш иссиқлигини аниқлашдан ташқари, газлар аралашмасининг таркиби, газсимон ёқилғининг зичлиги ва бошқа тавсифларни аниқлайди.

Газсимон ёқилғининг ёниш иссиқлигининг аниқланиши газ калориметр ёрдамида олиб борилади (Юнкерс калориметрда). 3.5-расмда газ калориметрнинг чизмаси келтирилган.

Текширилаётган ёнувчи газ газли камерага 1 олиб келинади ва ёниш камерасида 4 ёқилади. Ёниш маҳсулотлари қувурчалардан 5 ўтади ва газни олиб кетадиган қувурчадан 2 атмосферага чиқади. 2 қувурчанинг ичига ёниш маҳсулотларини ҳароратини ўлчаш учун термометр ва ёниш камерасида газнинг оқимини тақсимлаш учун шибер ўрнатилган. Газнинг ёниш маҳсулотларининг конденсати ўлчов цилиндрларга 9 юборилади. Совутилган сув 7 камерага олиб келинади, ундан кейин – калориметрни қувурлар аро бўшлиққа юборилади. Сувнинг ортиқчаси 6 қуйиш қувурча орқали канализацияга тўкилади. Калориметрга киришдаги ва ундан чиқишдаги сувнинг ҳарорати термометр 3 ёрдамида ўлчанади. Ёндирилаётган газнинг сарфи газли счётчик ёрдамида, сувнинг сарфи эса, оғирлигини ўлчаб аниқланади.



3.5-расм. Газ калориметрнинг чизмаси.

- 1-ёндиргич; 2-газни олиб кетадиган кувурча; 3-термометр;  
 4-калориметр камераси; 5-кувурчалар; 6-куйиш;  
 7-босимли идиш; 8-тўкиш қурилмаси;  
 9-конденсат учун ўлчов цилиндри.

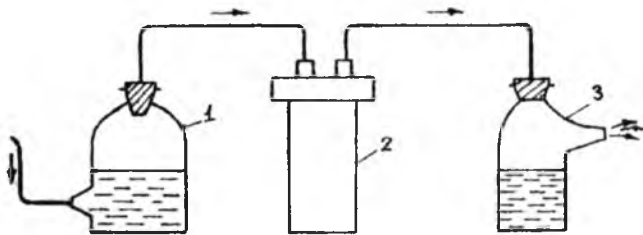
Бу асбобнинг ишлаш тартиби қуйидагига асосланган: газсимон ёқилғини узлуксиз ёнишида ажралиб чиқадиган иссиқлик калориметр орасидан ўтадиган сувга берилади. Сувни ва ёқилган ёқилғининг миқдори ҳамда сувнинг ҳароратини ўзгариши асбобда ўлчангани туфайли бу маълумотларга кўра текширилаётган ёқилғининг юқори ёниш иссиқлиги қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади.

$$Q_{\text{ю}} = \frac{G\Delta t}{V} \text{ кЖ/м}^3, \quad (3.16.)$$

бунда  $Q_{\text{ю}}$ - ёқилғини юқори ёниш иссиқлиги, кЖ/м<sup>3</sup>;  
 $G$ - калориметрдан вақт бирлигида ўтадиган сувнинг  
 массали микдори, кг/с.

Газ калориметр ёрдамида енгил буғланадиган суюқ ёқилғиларнинг (бензин, лигроин ва бошқаларни) ёниш иссиқлигини ҳам аниқлаш мумкин бўлади.

Каттиқ ёқилғилар учун мўлжалланган (3.6-расм) калориметр қурилмаларида табиий газларнинг ёниш иссиқлигини аниқланиши ЎзДавСТ 10062-75 да кўрсатилган.



3.6-расм. Газсимон ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқлаш учун бомбани зарядлаш чизмаси.

1-газ учун аспиратор; 2-калориметрик бомба;  
 3-назорат идиши.

$C$ -4,19 кЖ/кг<sup>0</sup>С га тенг сувнинг иссиқлик сиғими;

$\Delta t$ - асбобга тушадиган ва чиқадиган хароратлар фарки;

$V$  - вақт бирлигида ёқилаётган газсимон ёқилғининг ҳажм микдори, м<sup>3</sup>.

Бунинг учун  $p=760$  мм.сим.устунида босим ва  $t=20^{\circ}\text{C}$  ҳароратга келтирилган газни маълум ҳажм миқдори кислород муҳитида калориметрик бомбада (3.3-расм) ёқилади. Газсимон ёқилғини ёниш иссиқлигини аниқлаш учун бомбани зарядлаш чизмаси 3.6-расмда келтирилган.

Дастлаб бомба газ билан тўлдирилади, сўнгра бомбанинг 6-8 бар босимигача кислород билан зарядланади

$$Q_{\text{кв}} = \frac{Q P}{V B} \frac{273 + t}{273} \cdot \text{кЖ} / \text{м}^3, \quad (3.17.)$$

бунда  $Q$ -калориметрда ажралиб чиққан иссиқлик миқдори, кЖ;

$V$ -бомбанинг ҳажми,  $\text{м}^3$ ;

$B$ -барометрик босим,  $\text{н}/\text{м}^2$ ;

$P=760$  мм.сим.уст. ( $10,133 \cdot 10^4 \text{н}/\text{м}^2$ ).

Газ аралашмаси таркибининг таҳлилини қуйидагича ўтказиш мумкин.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  ва бошқа газларни ва  $\text{C}_n\text{H}_n$  тўйинмаган углеводород,  $\text{O}_2$  кислород ва углеводород (II) оксид йиғиндисининг ҳар биттасини суяқ ютгичлар (реактивлар) билан алоҳида ютилиш йўли билан аниқланади.

Водород  $\text{H}_2$  ва тўйинган углеводородларнинг  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  йиғиндиси ВТИ турли ЎзДавСТ 5439-76 газ анализаторда газ намунасининг таҳлили билан аниқланади.

Газ аралашмасининг таркиби хроматографик усули билан ҳам аниқланиши мумкин бўлади.

### 3.4. ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРДА ЁҚИЛҒИ СИФАТИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ.

Электр станцияга олиб келинган барча ёқилғи турларининг сифати унинг лойиҳасига, ҳаракатдаги ЎзДавСТ ва олиб келиш учун техник шароитлари талабига жавоб бериши лозим; у электр станцияларининг химиявий тажрибахонасида аниқланади.

Кўмир сифатини аниқлаш учун йўриқномага мувофиқ электр станцияларда ёқилғининг солиштирма сарфини ҳисобга олиш учун намлик, кулланиш, ёқилғинини ёниш иссиқлиги ва элемент таркиби аниқланади.

Келтирилган қаттиқ ёқилғининг сифатини аниқлаш учун электр станцияда ёқилғининг кўриқдан ўтказилиши ва назорат учун намуна олиш, ҳаракатдаги стандарт ва қабул қилиш қоидаларига кўра қилинади. Бир сутка давомида қозонхонага келтирилган ёқилғининг ҳамма массасидан ўрта суткали намуна олинади.

Ундан ташқари, ёқилғининг донаторлик таркибини аниқлаш учун махсус намуналар танлаб олинади.

Намунани олишда олинган намуна ёқилғинини ўрта сифатига тўлиқ жавоб бериши таъминланиши лозим. Тажрибахона синови, танлаб олинган ва бўлинган намунада ЎзДавСтнинг кўрсатмаларига мувофиқ ўтказилади.

Танлаб олинган намуна деб, ҳақиқийсидан талаб қилинган катталиқдан ошмаслиги лозим бўлган ёқилғиниш амалий сифатини акс эттирувчи намунага айтилади.

Танлаб олинадиган намунани олишда ўрта суткали намунанинг сифатини талаб қилинган аниқлигида топиш, алоҳида намунанинг масса ва миқдори етарли бўлиши учун керакли чоралар кўрилиши лозим бўлади.

Ўрта суткали намунага олинадиган муайян миқдорлар сони, кўмирнинг суткали оқимига кўра баб-баравар тақсимланиши ва сутканинг ҳар хил вақтларида унинг миқдорига пропорционал бўлиши лозим.

Суткали намунага энг кам муайян миқдорлар сони, шартли ёқилғининг суткали сарфи ва ишлатиладиган ёқилғини ёниш иссиқлигига боғлиқ бўлади. Мисол учун  $Q_{\text{н}}^{\text{н}} > 21000$  кЖ/кг ёниш иссиқлиги ва ёқилғининг суткали сарфи 1000т гача бўлса, 30 муайян миқдор олинishi лозим, 1000т дан кўи сарфи бўлса –60 муайян миқдор олинади.

$Q_{\text{н}}^{\text{н}} < 21000$  кЖ да ёқилғини худди шундай сарфи ўзгарилишида шунга мувофиқ муайян миқдорлар сони 60 дан 120 гача ўсади.

Ёқилғининг ўрта суткали намунаси уч хилдан иборат: бирламчи, тажрибахонали ва аналитикли.

Бирламчи намуна сутка давомида олинган ҳамма муайян миқдорлар сонидан ташкил топган.

Тажрибахона намунаси бирламчи суткали намунасининг бўлиниши натижасида олинади.

Бунда ёқилғини майдалатгичларда 3 мм дан ошмаган бўлакчаларга майдалангандан, кўп марта аралаштирилгандан ва қисқартирилгандан сўнг, массасининг ҳар биттаси 0,5 кг тенг иккита тажрибахона намунаси олинади, улар махсус идишларга солинади. Намунанинг биттаси таҳлил учун тажрибахонага юборилади, иккинчиси эса, бўлиш хонада назорат қилиш сифатида сақланади. Ҳаво қуруқ ҳолатига келтирилган тажрибахона намунасига аналитик намунаси деб айтилади.

Маълумки, ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқлаш учун калориметрик намунасида 1,5 г гача ёқилғи массаси ёқилади. Шу муносабат билан намунасининг тайёрланиши электр станцияларни технологик ва иқтисодий кўрсаткичларини аниқлашда муҳим аҳамиятга эга. Шунинг учун ёқилғи намунасини аниқ ва оқилона олиш ва бўлиш катта амалий аҳамиятга эга бўлади.

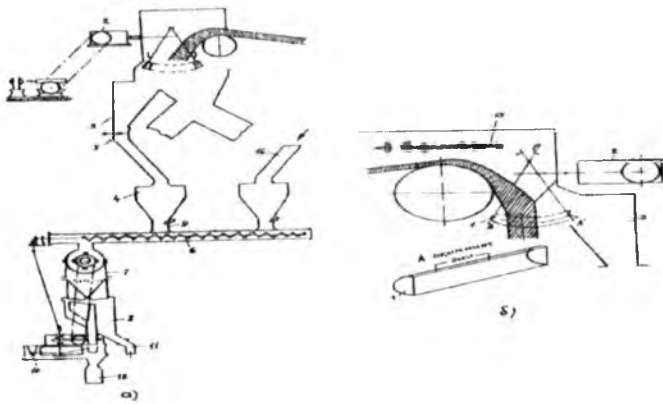
Ёқилғи намунасини олиш ва бўлишини тўлиқ механизациялашни ўзи бир суткада электр станцияларни буғ генераторларининг ўтхонасида ёқиладиган ёқилғининг ҳамма массасининг ўрта сифатини беғараз аниқланишини таъминлаши мумкин.

Тасмали конвейери билан ишлайдиган ёқилғи узатиш тизимларида электр станцияларда намунани олиш ва бўлиш учун махсус намуна оладиганлардан фойдаланилади.

Намунани олиш жойига кўра ёқилғи оқимдан, қайта сочиш бўлимидан намуна оладиганлар ва ҳаракатдаги транспортёр лентасидан бевосита намуна оладиганлар қўлланилади.

Кўмир намунасини олиш ва бўлишни умумий чизмаси 3.7. а) расмда келтирилган, 3.7. б) расмда эса ковш-ажратувчи ВТИ турдаги механикавий намуна оладигандан бирини чизмаси келтирилган. Оладиган элемент, ковш-ажратувчи 1,2 заводли механизм ёрдамида ҳаракатга келади, ёқилғи оқимидан вақти-вақти билан кўмирни айрим муайян миқдори олинади ва уни қабул воронка 3 га ташлайди. Қабул воронкадан кўмирни муайян миқдори бункерга тушади, унинг ҳажми ўрта суткали намуна миқдорига тенг бўлади.

Намунасининг бўлиниши вақти вақти билан қилинади. Шибери 9 очиклигида кўмир шнек ёрдамида болғали майдалатгичга берилади, 3 мм дан катта эмас бўлак ўлчамигача майдалаш учун. Майдаланган кўмир порционер-бўлувчига 8 тушади, унда намуна аралаштирилади ва бир неча барабар қисқартирилади.



3.7-расм. Қаттиқ ёқилғи намунасини механикавий олиш ва бўлиш чизмаси.

а) олиш чизмаси; б) ковш-ажратувчининг чизмаси; 1-ковш-ажратувчи; 2-ковшни вақти-вақти билан ҳаракатлантирувчи механизм; 3-қабул воронкаси; 4-қабул бункери; 5-мигалка; 6-шнек; 7-болғали майдалатгич; 8-порционер; 9-шибер; 10-порцияни йиғиш учун идишлар; 11, 12-кўмирни кетиши; 13-амортизатор; 14-иккинчи транспортёрдан оқим.

Намунанинг айрим муайян миқдори идишларга 10 йиғилади, уларни таҳлил қилиш учун химиявий тажрибахонага юборилади. Ёпиқ идишда 12 назорат таҳлиллари учун кўмирнинг қолдиғи сақланади. Ковш-ажратгич 1, кўмир оқимини кесиб ўтиб, кўмир оқимининг бир қисмини кесиб олади. Механикавий намуна оладигани иккита оладиган элементлари (ковш-ажратгичлари) билан қурилма чизмаси ишлаб чиқарилган.

Суюқ ва газсимон ёқилғи намуналарини олиш учун махсус намуна оладиганлардан фойдаланилади.

ЎзДавСТ 2517-82 га мувофиқ намуна оладиганлар билан нефть ёқилғиси ва нефть маҳсулот намуналари олинади. Бу вазиятда, ҳажмнинг бутун баландлигидан битта муайян микдор кўринишида ёки ҳисоблаш маълумотларига кўра, айрим микдорларда намуна олишга имкон берадиган намуна оладиганлар қўлланилади. Олинган намуналарга кўра ўрта намуна тузилади.

Намуна оладиганлар ёрдамида ёки ёқилғини пропорционал сарфидан узлуксиз, ёки вақти-вақти билан тенг муайян микдор билан автоматик асбоблар ёрдамида ёки намуна оладиган жўмраклар ёрдамида намуналар олинади.

Вақти-вақти билан олинишда камида учта муайян микдорлар олинади: бошида, ўртада ва охирида ҳар 500 м<sup>3</sup> ёқилғининг ташилишида ўрта намуна бу намуналарнинг тенг қисмидан ташкил топиши керак.

Газсимон ёқилғиларнинг намунасини олиш газ қувурларидан олиб борилади.

Техникавий фойдаланиш қоидаларига биноан газсимон ёқилғиларни ёқишда электр станцияларнинг газ қувурлари газ намунасини олиш учун ёки газсимон ёқилғининг ёниш иссиқлиги ва зичлигини автоматик аниқлайдиган қурилмалари билан жиҳозланади.

### НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Ёқилғиларни текшириш учун қайси усуллар қўлланилади?
2. Қаттиқ ёқилғининг ўрта намунасини олиш қандай бажарилади?
3. Калориметр қурилмасида ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқлаш моҳиятини тушунтириб беринг.
4. Қаттиқ ёқилғининг намлиги қандай аниқланади?
5. Қаттиқ ёқилғилардан учувчан моддаларнинг чиқиши қандай аниқланади?
6. Қаттиқ ёқилғининг қулланиши қандай аниқланади?
7. Учмайдиган қолдиққа кўра ёқилғини тобланишини баҳолаш қандай аниқланади?
8. Қулнинг эрувчанлигини тавсифлайдиган асосий ҳарорат ҳолатларини айтиб беринг.
9. Суюқ ва газсимон ёқилғиларнинг техникавий таҳлилларида нима аниқлашади?
10. Электр станцияларда ёқилғи сифатининг назорати қандай ташкил қилинган?



## ТЎРТИНЧИ БОБ.

### ҚАТТИҚ ЁҚИЛҒИ.

Қаттиқ ёқилғининг табиий турлари жумласига ўтинлар, торф, кўнғир кўмир, тошкўмир, антрацит ва ёнувчи сланецлар киради. Ҳар қандай қаттиқ ёқилғининг бошланғич материали бу ёғочдир.

Қазиб олинadиган қаттиқ ёқилғи ёнувчи массасининг таркиби унинг пайдо бўлиш шароитига ва геологик ёшига боғлиқ. Геологик ёшнинг ортиб бориш тартибида қаттиқ ёқилғини бундай жойлаштириш мумкин бўлади: ўтин, торф, ёнувчи сланецлар, кўнғир кўмир, тошкўмир, антрацит.

#### 4. 1. ҚАТТИҚ ЁҚИЛҒИЛАРНИНГ КЕЛИБ ЧИҚИШИ.

Қаттиқ ёқилғи жинслари ўн ва бир неча юз миллион йиллар аввал ер юзидаги ўсимлик ва микроорганизмлардан ташкил топган. Бу эса баъзи бир кўмир ва бошқа қаттиқ ёқилғи турларида химиявий ўзгариб ўзининг ташқи кўринишини сақлаб қолган ўсимлик қолдиқлари билан исботланган. Худди шундай ўзгаришлар, кўпгина олимларнинг фикрига кўра, нефть ва табиий ёқилғи газларида ҳам содир бўлган. Табиий органик ёқилғиларнинг ер қатламида бири-биридан фарқ қилиниши асосан органик қолдиғининг пайдо бўлиш йўлидан ҳамда бу қолдиқларнинг ўзгариш жараёнларига боғлиқ бўлади.

Дастлабки органик моддалар. Ўсимлик ва микроорганизмлар таркибидаги ҳар хил моддаларнинг ёқилғи жинслар пайдо бўлишдаги иштироки, уларнинг тузилиши ва хусусиятлари яқинлиги билан бир неча гуруҳга бўлинишига асосланади.

1. Углеводлар – ўсимлик ҳужайраларини деворининг асосий таркибини ҳосил қилади.

2. Лигнин – юқори молекулали бирикма бўлиб, ўсимлик ҳужайраларининг орасини тўлдириб турадиган модда.

3. Оксиллар – организм ҳужайраларида протоплазма таркибига кирувчи моддалар.

4. Липоидлар – кутикула – плёнка таркибига кирувчи моддалар, улар ўсимликнинг ташқи томонини ҳосил қилади.

Ҳозирги назарияга кўра органик моддалар қолдиғи таркибидаги асосий моддалар гуруҳи, маълум шароитда ёқилғи жинслар пайдо бўлишида иштироки исботланган.

Курук ернинг ботқоқланиш шароитида органик материалининг тўпланиши асосан ўсимлик қолдиқларидан келиб чиққан. Уларнинг органик қолдиқларининг ўзгариб кетиши натижасида кейинчалик гумолит туркумидаги ёқилғи жинслар пайдо бўлишига олиб келди.

Денгиз ва океан тубида йиғилган органик қолдиқлар асосан бир хужайрали организмларнинг чириб кетиши натижасида ҳосил бўлади. Кислород бутунлай йўқ шароитида улар ўзгариб сапропелни ҳосил қилади ва кейинчалик сапропелит туркумидаги жинслар пайдо бўлади.

Торф ва қазилма кўмирлар гумолитларга мансуб, сапропелитларга кам учрайдиган айрим кўмирларнинг турлари ҳамда ёнувчи сланецлар, нефть ва табиий газ киради. Баъзи бир ёқилғилар гумолит – сапропелитларга, айримлари эса, сапропелит – гумолитларга ҳам тааллуқли бўлиши мумкин.

Гумолитларнинг ўзгариш жараёнлари. Гумолитларнинг пайдо бўлиши дастлабки материалнинг ҳар хил ўзгариш босқичларидан ташкил топган. Улар ўзгаришига кўра учта босқичдан иборат: торф, қўнғир кўмир ва тошкўмир босқичлари. Бу босқичлардаги ўзгаришлар ташқи ва ички омиллар билан боғлиқ бўлиб, органик материалини кислород билан оксидланиши ва бактериялар фаолиятдан ҳимоясини таъминлаб туради.

1. Торф босқичида ўсимлик қолдиқлари тўпланади ва энг аввал қисман ҳаво таъсирида, кейинчалик бутунлай ҳаводан ажралган ҳолда (сув тагида) ўзгаришлар давом этади.

Ўсимлик моддаларининг ўзгариши асосан бактерия фаолияти билан боғлиқ бўлиб, биохимиявий жараёнлар натижасида содир бўлади. Ўзгариш жараёнида дастлабки материалнинг парчаланиши ва янги моддаларнинг ҳосил бўлиши кузатилади.

Юқори молекулали моддалар асосан икки йўл орқали ҳосил бўлиши мумкин: микроорганизмларнинг ўзида биохимиявий йўли билан ва иккинчиси бу микроорганизмлар ҳазм қилишга улгурмаган дастлабки моддалар қисман полимерланиш ва поликонденсатланиши мумкин.

Торф босқичида асосан юқори молекулали гумин кислоталари ҳосил бўлади. Уларнинг тузилиши мураккаб ва асосан конденсатланган ароматик ядроси ва перифирик функционал-гидроксил-ОН, карбоксил-СООН ва карбонил-С=О гуруҳлардан иборат.

Дастлабки органик материалларни гумин кислотасига ўзгаришида ўсимлик қолдиқлари ўзининг дастлабки ҳолатини йўқотади ва структурасиз массага айланиб кетади.

Бу ўзгариш жараёни (кўздан кечириб ёки микроскоп орқали) структурасиз материал микдори билан аниқланади, фоизда ифодаланади ва торфнинг парчаланиш даражаси деб айтилади.

Кўнғир кўмир босқичи. Торф босқичи шароитидан тубдан фарқ қилади, бу босқичда материалнинг кейинги ўзгаришлари содир бўлади.

Торфнинг кўмирга айланишини таъминлаб турувчи асосий омиллардан бири, бу торфни ер қатламига чуқур кўмилгани, тектоник ўзгаришлари натижасида (бунда ер қатламини сурилиши) содир этади: ернинг тагидаги юқори ҳарорат (тахминан  $180-250^{\circ}\text{C}$ ) ва босим ( $3 \cdot 10^8$  Па), органик қолдиқларининг ўзгаришига олиб келади.

Бу ўзгаришлар кўмирланиш жараёни деб номланади. Бу жараёнда химиявий реакциялар натижасида органик материалларни углерод билан бойитилиши ва гумин кислотаси бетараф гуминни ҳосил қилиш билан якунланади. Бу жараённинг охирига етиши кўмирланишнинг кўнғир кўмир босқичининг якунига етгани тўғрисида далолат беради.

Кўмирда гумин кислотаси борлиги тўғрисида хулоса қилиш учун кўмирни ишқорнинг иссиқ эритмаси билан ишлов бериш лозим.

Гумин кислотаси бундай реакция натижасида эрийдиган туз ҳосил қилади (гуматлар), эритмаларга ўтиб, эритмани кўнғир ранга бўяйди. Ўз номини кўнғир кўмир ишқорли эритманинг рангига кўра олган.

Бу ўзгаришларнинг асосий омиллари деб ҳарорат (тошкўмир ҳосил бўлиши учун  $250-350^{\circ}\text{C}$  ҳарорат бўлиши тахмин қилинади) ҳисобланиши мумкин.

Гумолитларга мансуб ёқилғиларнинг органик массаларининг таркиби қуйидаги 4.1-жадвалда келтирилган.

Гумолитларга мансуб ёқилғиларнинг органик массаларининг элемент таркиби.

4.1-жадвал.

| Ёқилғи тури  | Органик массанинг таркиби, % |     |      |         |
|--------------|------------------------------|-----|------|---------|
|              | да                           |     |      |         |
|              | С                            | Н   | О    | N       |
| Ўтин         | 44,0                         | 6,0 | 50,0 | 0,5-1,5 |
| Торф         | 59,0                         | 6,0 | 35,0 | 0,5-1,5 |
| Кўнғир кўмир | 70,0                         | 5,5 | 24,5 | 0,5-1,5 |
| Тошкўмир     | 82,0                         | 5,0 | 13,0 | 0,5-1,5 |
| Антрацит     | 95,0                         | 2,0 | 3,0  | 0,5-1,5 |

Тошкўмир босқичида ўзгариш натижасида органик материалларда углерод миқдорининг ошиши, кислород миқдорининг камайиши, мустақамлиги ва ёниш иссиқлиги ошиши, сезиларли электр токи ўтказиш хусусияти пайдо бўлиши кузатилади.

Кўмирдаги кузатилган ўзгаришларни охириги натижаси антрацит ҳосил бўлишидир - бу кўмирнинг тури металлларга ўхшаб ялтирайди, юқори даражада қаттиқ, водород миқдори унда кам бўлади. Шундай конлар учрайдики, улар органик материалларнинг кўмирланиш даражаси антрацитга қараганда юқорироқ бўлади. Шундай материаллар соф углероддан иборат бўлиб, майда кристалл тузилишга эга ва табиий графит деб айтилади.

Сапропелитларнинг ўзгариш босқичлари. Сапропелитларга мансуб қаттиқ ёқилғи жишларнинг ўзгариши икки босқичдан иборат бўлади, гумолитларнинг торф ва тошкўмир ўзгариш босқичларига ўхшаб кетади. Бу босқичларда органик материалнинг ўзгариши гумолит босқичлари омиларни таъсирига ўхшаб кетади,

фақат фаркли тарафи торф босқичдан бошлаб кислородни умуман иштирокисиз (сувни қалин қатлами сабабли) асосий ролни махсус анаэробли бактериялар бажаради. Дастлабки материалда таркиби гумолитларникига кўра кескин фаркланиши билан сапропелитларнинг химиявий тузилиши ва физикавий хоссалари ўзига хос хусусиятлари белгилаб беради.

Сапропелитнинг торф босқичдаги ўзгаришлари сапропелитни сапроколга айлантиришдан иборат. Сапрокол қаттиқ структурасиз бир хил масса бўлиб, ҳар хил моддаларнинг аралашмасидан ташкил топган.

Сапроелитга мансуб тошқўмирларнинг минерал моддалари кам бўлса боғхед деб айтилади. Боғхедлар қўнғир ёки қора қўнғир рангли жинслар бўлиб, бир хил бўлади.

Тез-тез учрайдиган сапроелитлар чўкма жинслар (қум, ту-проқ билан аралашма ҳосил қиладилар) ва уларнинг миқдори 90 % ва ундан кўпни ҳосил қилади.

Минерал моддаларнинг миқдори тавсифли фарқланиши: уларда водороднинг миқдори кўп бўлишини (9–11%) ҳамда уларда гүмин моддаларнинг йўқлигидан келиб чиқади.

## 4.2. ҚАТТИҚ ЁҚИЛҒИЛАР ТЎҒРИСИДА МАЪЛУМОТЛАР.

Ўтин. Ўтин ёнганда кам кул тушиши, алангасининг узунлиги ва таркибида учувчан моддалар кўпчилиги сабабли осон аланга олиши ёғочнинг афзалликлари ҳисобланади. Турли хил ўтинларни органик массасининг таркиби бир-бировидан унча фарқланмайди ва қуйидаги маълумотлар асосида тавсифланиши мумкин:  $C^0 \approx 50\%$ ;  $H^0 \approx 6,0\%$ ;  $O^0 \approx 43\%$ ;  $N^0 \approx 1\%$ . Ўтинда деярли олтингугурт йўқ. Ўтин ёқилғининг қуруқ массасидан кулланиши унча кўп эмас ( $A^* = 1-2\%$ ).

Ўсаётган дарахтнинг намлик миқдори 45 дан 65% гача бўлиши мумкин. 1,5-2 йил давомида очиқ хавода ўтинни сақлашда унинг намлиги 18-20 % гача пасайиши мумкин. Турли хил ўтин ёқилғилари органик массасининг таркиби бир-бирига яқин бўлгани туфайли уларни органик массасини ёниш исеклиги деярли бир хил ва тахминан 18400 кЖ/кг га тенг. Ўтинлардан учувчан моддаларнинг кўп чиқиши ( $V^e = 85\%$  гача) унинг осон ёнишини таъминлайди.

Ҳозирги пайтда ўтин қурилиш материали ва химия саноати учун хом ашё сифатида ишлатилади; ўтин сифатида эса ёғоч темир йўл транспортдан узокда жойлашган ёғочдан ва ёғоч чиқиндиларидан бошқа ёқилғи турлари бўлмаган жойларда кичик қозонхоналарда ёқилади.

Торф. Торф сув остида ҳавосиз шароитда ботқоқлик ўсимликларидан ҳосил бўлади. У ер сиртидан унчалик чуқур бўлмаган жойда қалинлиги 10 м гача қатламлар ҳосил қилади.

Бятта қатламнинг ўзида парчаланиш даражаси турлича бўлган торфларни: янги, мутлақо парчаланмаган толасимон моддадан тартиб то қора-қўнғир рангли тайёр торфни учратиш мумкин.

Торфнинг парчаланиши – бу унинг углеродланиш жараёнидир.

Парчаланиш даражаси қанчалик юқори бўлса, унинг таркибида шунчалик кўп углерод бўлади ва бинобарин унинг иссиқлик ажратиш хусусияти шунчалик юқори бўлади. Лекин торфнинг парчаланиш даражаси билан ёниш орасидаги катъий боғлиқлик йўқ.

Торфнинг органик массаси  $C^0=53-60\%$ ;  $H^0=4,5-6,5\%$ ;  $O^0=30-40\%$ ;  $N^0=1.5-3\%$ ;  $S^0=0.5-1.5\%$  ни ташкил қилади.

Торфнинг қуруқ массасидаги қулнинг миқдори 3 дан 10% гача ўзгариши намликнинг миқдори эса 50% гача бўлиши мумкин. Янги қазиб олинган торф очик ҳавода 1-2,5 ой давомида қуритилади. Бунда торфнинг намлиги 30-40% гача камайиши мумкин. Торфнинг ишчи массасининг ёниш иссиқлиги ундаги балласт миқдорига бевосита боғлиқ бўлиши мумкин. Ҳаво қуруқ торф учун қуйи ёниш иссиқлиги  $Q_{\kappa}^H=11750-12580$  кЖ/кг га тенг.

Ёниш иссиқлиги кам ва механикавий мустаҳкамлиги кичик бўлгани туфайли торфни маҳаллий ёқилги жумласига киритиш мумкин бўлади.

Уни бир жойдан иккинчи жойга ташиш мақсадга мувофиқ эмас, чунки ташиш найтида у майдаланиб кетади, осон ҳўлланади, музлаган ва нураган торф уваланиб кетади. Торфдан ёқилги сифатида фойдаланадиган корхоналарни торф қазиб чиқариладиган жойга яқин қуриш керак.

Торфни газга айлантирган маъқул. Ёқилгининг ёнувчи массасида учувчан моддалар миқдори 70% га етади. Газни ташиш ва ёқиш қулай.

Ёнувчи сланецлар. Қадимий торф қазиб чиқариладиган кўмирга жуда ўхшаш бўлади. У ёнувчи сланецлар ёки сланец кўмир дейилади. Ёнувчи сланецлар осон ўт олади ва узун тугайдиган аланга ҳосил қилиб ёнади. Улар қуруқ ҳайдалганда кокс, смола ва қўшимча маҳсулотлар олинади.

Ёнувчи сланецлар қуруқ массага ҳисобланганда минерал моддаларнинг миқдори 70% га етади. Ёнувчи сланецларни иситиш ва киздиришда уларни минерал қисми парчаланишда кўп миқдорда углерод (IV) оксид ва қул қолдиғи ажралиб чиқади. Ёнувчи сланецларни ишчи массадаги  $W^H$  намлигининг миқдори 20% ни, учувчан моддаларнинг чиқиши эса  $V^c=70-80\%$  ни ташкил этади.

Органик массада водороднинг миқдори ( $H^0$  11% гача) бўлиши сланецлар учун табиий ҳол. Углерод миқдори  $C^0=60-70\%$  ни ташкил қилади.

Сланецларда углерод ва водородни миқдори кўп бўлиши уларни ёнувчи массасини ёниш иссиқлиги юқори бўлишини  $C^e = 27200-33500$  кЖ/кг ни таъминлайди. Аммо, минерал қўшимчалари кўп бўлгани сабабли ёнувчи сланецларда ишчи массасини ёниш иссиқлиги унча юқори эмас ва  $Q^H_k = 5860-10050$  кЖ/кг оралиғида бўлади.

Ёнувчи сланецлар қимматли маҳаллий ёқилғи ва химиявий хом ашё ҳисобланади. Бизнинг ўлкамизда ёнувчи сланец ва торфлар учрамайди.

Қазиб олинadиган кўмирлар. Табиий қаттиқ ёқилғининг асосий тури қазиб олинadиган кўмирлардир. Улар узоқ тошкўмир даврида дарахт ва ўсимликлардан ҳосил бўлган.

Қазиб олинadиган кўмирлар геологик ёшига кўра кўнғир кўмир, тошкўмир ва антрацитга бўлинади.

Кўмирнинг геологик ёши ортиб бориши билан унда углероднинг миқдори кўпайиб боради, бинобарин, унинг иссиқлик ажратиш хусусияти ортади.

Кўнғир кўмир қатламлари ер остида юзароқда жойлашган. Баъзан у очик усулда қазиб олинади. Кўнғир кўмир тўқ ялтироқ масса кўринишида бўлиб, баъзан унда дарахтнинг тузилиши сақланган бўлади. Углеродланиш даражасига кўра кўнғир кўмирлар торф ва тошкўмирларнинг оралиғидаги ҳолатни эгаллайди. Кўнғир кўмирларда гумин кислоталари кўп миқдорда бўлгани туфайли, ишқорли иссиқ суви эритмасини кўнғир рангга бўяйди, тошкўмир ва антрацитлар эса бундай рангга бўялмайди.

Кўнғир кўмирларнинг органик массасида 69 дан 75 % гача углероднинг миқдори бор. Янги қазиб олинган кўнғир кўмирларда намлик миқдори 20 дан 55 % гача бўлиши мумкин. Намликни миқдорига кўра кўнғир кўмирлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади: намлиги 40 % дан зиёд  $B_1$  гуруҳлари; намлиги 30 дан 40 % гача эга  $B_2$  гуруҳлари ва намлиги 20 дан 30 % гача эга  $B_3$  гуруҳлари.

Кулнинг миқдори кенг ораликда 7 дан 45 % гача бўлиши мумкин. Кўп ҳолатларда кўнғир кўмирлар юқори кулланиши билан тавсифланади. Уларда олтингургурт миқдори 5% ни ташкил қилади. Кўнғир кўмирлар тобланмаган бўлади ва учувчан моддалар кўп чиқади ( $V^e > 40$  %).

Кўнғир кўмирларнинг ёнувчи массадаги ёниш иссиқлиги 29300 кЖ/кг дан ошмайди. Кўнғир кўмирларнинг ишчи массасининг қуйи ёниш иссиқлиги кул ва намликнинг миқдорига кўра кенг ораликда  $Q^H_k = 6290-16800$  кЖ/кг ўзгариши мумкин.

Кўнғир кўмирлар мустаҳкам эмас ва сақланишда ўз-ўзидан ёниб кетишга мойиллиги билан тавсифланади. Кўнғир кўмир паст навли ёқилғи жумласига киради. Кўнғир кўмир маҳаллий энергетикавий ёқилғи бўлиб ҳисобланади. Унинг асосий массаси иссиқлик электр станциялари ва буғ генератор қурилмаларининг саноат ўтхоналарида энергетикавий ёқилғи сифатида ишлатилади. Ундан ташқари, кўнғир кўмирлар газлаштириш, чала кокслаш, брикетлаш учун ҳамда маиший ёқилғи сифатида ишлатилади.

Кўнғир кўмирлардан оқилона фойдаланиш мақсадида бўлақларнинг ўлчамига қараб қатор туркумларига бўлинади.

Ўзбекистон катта кўмир захираларига эга. Ўзининг геологик захиралари бўйича Марказий Осиёда иккинчи ўринда туради. Ўзбекистонда кўмир Ангрэн, Шарғун ва Бойсун конларида қазиб чиқарилади.

Уларнинг умумий захираси –2 миллиард тонна.

Улар орасида Ангрэн кўмир кони энг ноёб кон ҳисобланади.

4.2-жадвал.

| Кўнғир кўмир турри | Шартли белгила-ниш | Бўлақларнинг ўлчами, мм. |
|--------------------|--------------------|--------------------------|
| Тахта (плита)      | ҚП                 | >100                     |
| Йирик кўмир        | ҚЙ                 | 50-100                   |
| Ёнғоқ кўмир        | ҚЁ                 | 25-50                    |
| Майда кўмир        | ҚМ                 | 15-25                    |
| Штиб               | ҚШ                 | <6                       |
| Оддий              | ҚО                 | чегараланмаган           |

Бу ерда кўмир захиралари ҳамда иқтисодий жиҳатидан мақсадга мувофиқ усуллар билан: 150-250 метр чуқурликдаги кўмир қатламларини очиқ усулда, ер ости усулида ва ер остида газга айланштириш усулида қазиб олинади. Бунда чикитсиз технологиядан фойдаланилади.

Тошкўмир деярли ҳамма вақт ер остида анча чуқур жойлашган бўлади, шу сабабли уни қазиб чиқариш ер ости ишлари билан боғлиқ. Тошкўмирнинг таркибида 75 дан 93 % гача углерод бўлади. Ишчи массасини 4 дан 12 % гача, қуруқ массага нисбатан ҳисобланганда кули 6 дан 30 % гача, учувчан моддалар миқдори қуруқ массага нисбатан 10 дан 45 % гача. Тошкўмирларнинг ишчи массасининг куйи ёниш иссиқлиги  $Q_{\text{к}}^{\text{н}} = 20930-29300$  кЖ/кг га тенг.



Узун алангали ва ғозсиз коксланмайдиган тошкўмирлар энергетикавий ёқилғи, коксланадиган кўмирлар эса металлургия ёқилғиси ҳисобланади.

Антрацит қазилма кўмирлар орасида энг қадимийсидир. У зич бўлганлиги сабабли ишчи намлиги кам (4 дан 6% гача), қуруқ массага нисбатан ҳисобланганда кули 14 дан 18% гача, учувчан моддалар микдори 4 дан 7% гача бўлади. Антрацитнинг асосий кони –Донецк тошкўмир ҳавзасидир.

### **4.3. ҚАТТИҚ ЁҚИЛҒИНИНГ ПАСТ ҲАРОРАТЛИ ОКСИДЛАНИШИ УНИНГ МЕХАНИЗМИ ВА ЁҚИЛҒИНИ САҚЛАШДА ОКСИДЛАНИШДАН ҲИМОЯЛАШ.**

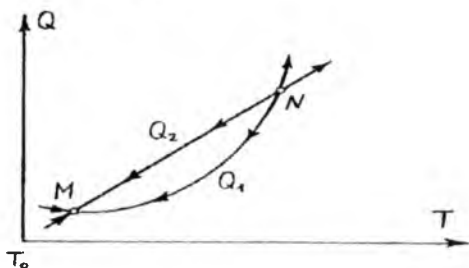
Ёқилғининг ёнувчи қисми ҳавонинг кислороди билан химиявий реакцияси амалиётда кенг қўлланиладиган усул ёниш асосини ташкил қилади. Ёниш жараёнини тавсифли тарафи оксидланиш – қайтарилиш реакциясида экзотермик иссиқлик эффекти сабабли реакция тизим ўз-ўзидан қаттиқ қизиб кетади. Қаттиқ ёқилғининг оксидланиши кислород билан сезиларли тезлик билан паст ҳароратда ҳам кечиши мумкин.

Кечаётган оксидланиш иссиқлик жараёнини куйида келтирилган 4.1-расмда кўришимиз мумкин.

Бунда  $Q_1$  иссиқлик ажралиб чиқиши ва иссиқликнинг тарқалиш нисбати  $Q_2$  ҳар хил ҳароратда берилган.

Иссиқлик чиқиши химиявий реакциянинг тезлигига пропорционал ёки ҳароратдан Аррениус қондасига биноан:

$$Q = k_{\text{oxp}}(-E/RT), \quad (4.1.)$$



4.1–расм. Ёқилги оксидланиш жараёнининг ҳар хил ҳароратда иссиқлик баланси.

Иссиқлик тарқалиши тахминан ҳароратнинг функцияси деб қаралиши лозим.

$$Q_2 = Sa_{\text{эфф}}(T - T_0), \quad (4.2.)$$

- бунда  $k$  – пропорционаллик коэффициентини;  
 $E$  – оксидланишнинг химиявий реакциясининг активлаш энергияси;  
 $S$  – ташқи қисмнинг майдони, бу ерда реакцияон тизимни атроф- муҳит билан иссиқлик алмашинуви ифодалайди;  
 $a_{\text{эфф}}$  – ташқи қисмдан атроф-муҳитга самарали иссиқликни тарқатиш коэффициентини;  
 $T_0$  – атроф-муҳитнинг ҳарорати.

Келтирилган расмда икки эгри чизик  $Q_1$  ва  $Q_2$  ларнинг ҳар хил шаклда бўлгани учун иккита бир-бирини кесиб ўтувчи  $M$  ва  $N$  умумий нуқтаси бор.

Бу нуқталар бутун ҳарорат оралиғида учта интервалда бўлади.  $M$  нуқтанинг чапроғида иссиқлик ажралиб чиқиши иссиқлик тарқалишига қараганда кўпроқ бўлади ( $Q_1 > Q_2$ ), бу эса, тизимнинг ўз-ўзидан исиб кетишга олиб келади.  $M$  нуқтада динамик иссиқлик мувозанат сақланади ( $Q_1 = Q_2$ ), тизим ҳароратининг ўсиши фақат иссиқликнинг ташқаридан бериш натижасида бўлиши мумкин.

Агарда ташқаридан иситиш натижасида тизимнинг ҳарорати  $N$  нуқтадаги ҳароратга қараганда юқорироқ бўлса, унда ўз-ўзи билан ҳароратнинг кўтарилишига шароит яратилади.

Шундай қилиб, оксидланиш иккита ҳар хил ҳарорат шароитларида содир бўлиши мумкин: а) паст ҳароратли ва б) юқори ҳароратли.

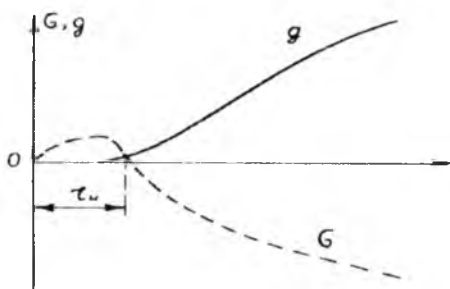
Биз ёқилғи ҳавонинг кислороди билан оксидланишни бу ерда фақат паст ҳароратда (мисол учун ёқилғини омборхона шароитида сақлаш жараёнида) кўришимиз мумкин.

Паст ҳароратли оксидланиш механизми. Паст ҳароратли оксидланиш жараёнилари асосан гумолиглар торф ва кўмирларда ўрганилган ( $100-150^{\circ}\text{C}$  ҳароратда). Кислород кўмирнинг органик моддасига бошланғич даврда таъсири (4.2-расмга қаралсин) оксидланиш маҳсулотларини ажралиб чиқишига олиб келмайди, аммо ёқилғининг массаси сезиларли ошишини кузатиш мумкин. Бу даврнинг давом этиши гумолитларнинг кўмирланиши ва оксидланиш шароитига қараб ўзгариб боради.

Индукция даври якунланиши билан, асосан  $\text{O}_2$  си бор  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  газ маҳсулотлари ажралиб чиқиши ҳисобига кўмирнинг массаси камайиб боради.

Индукция даврининг оксидланиш жараёни борлиги шундан далолат берадики, бу жараён ҳар хил кинетик тавсифларига эга бир неча кетма – кет содир бўладиган босқичлардан иборат. Бундай босқичлардан камида учтасини кузатиш мумкин бўлади.

Биринчи босқич - кўмирнинг устки қисмидаги кислороднинг адсорбцияси. Бу физик тавсифга эга жараён. Буни шу босқичда кўмирдаги вакуум усули билан кселородни ажратиб олиш тасдиқлайди.



4.2-расм. Паст ҳароратли оксидланиш жараёнида кўмирнинг массаси ўзгариши ( $G$ ) ва ажралиб чиққан газ маҳсулотининг миқдори ( $g$ ).

Аmmo қисқа вақтдан сўнг (1 дақиқа ёки 10 дақиқадан сўнг) ташқи шароит сақланган ҳолда, сорбцияланган кислород кўмир билан мустаҳкам боғланиб қолади.

Иккинчи босқич - кўмирда кислороди бор комплексни ҳосил қилиш – бу химиявий бирикмалар бўлиб, юқори молекулали моддаларнинг таркибига киради.

Учинчи босқич - кислородни комплекснинг парчаланиши – бунда молекулалари кичик (газ) маҳсулотлар ҳосил бўлиши билан кечади.

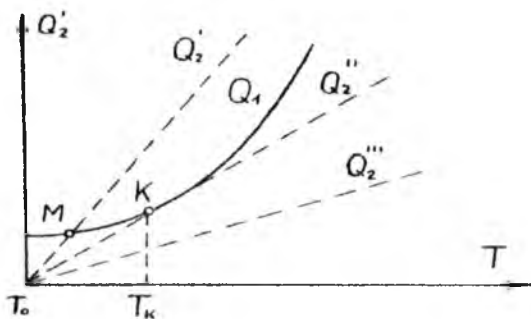
Кўрилган иккита босқич индукция даврини ташкил қилади, учинчиси эса, кўмирнинг массаси камайиши даврига тўғри келади.

Ёқилғини сақлаш даврида ўз – ўзидан ёниб кетиши.

Иссиқлик ажралиб чиқиши ва иссиқликнинг тарқалиши нисбати аввалги расмда келтирилиб, фақат битта йўналишни ифода қилади. Агарда иссиқликни тарқалиши юқори оксидланишга эга ёқилғини олсак ёки иссиқликнинг тарқалишини камайтирсак, унда  $Q_1$  ва  $Q_2$  эгри чизиклари бошқача кўринишда бўлиши мумкин.

4.3- расмда пунктир чизиклар билан иссиқликни тарқалиши мумкин бўлган учта иссиқлик баланси шакллари келтирилган.

биз аввал  $Q$  ни кўриб чиқамиз. Бунда ёқилгининг ўз-ўзидан қизиб кетиши  $M$  нуктадаги ҳарорат билан чегараланган. Иссиқлик тарқалишининг камайиши эса бу жараёни ўзгартиради.



4.3-расм. Ўз-ўзидан ёниб кетиш шaroитларини аниқлаш.

Иссиқлик ажралиб чиқиши  $Q_1$  иссиқликни тарқалиш шaroити билан боғлиқ эмас.  $Q=f(T)$ ники эса бу шaroитлар билан боғлиқ бўлади.

Мисол учун  $Q_2^{III}$  ни олсак, иссиқлик ажралиб чиқиши ва иссиқлик тарқалиши эгри чизиқлари ҳеч қаерда бир-бирини кесиб ўтгани йўқ, шунинг учун  $Q_1 > Q_2$  кетиши критик шaroитларидан кўп ва ўз-ўзидан ёниб кетишига олиб келади.  $Q_2^{II}$  эгри чизиғи эса иккита кўрилган шaroитларнинг орасидаги вазиятни ифодалайди. У  $Q_1$  билан фақат битта умумий нуктага эга. Шу нуктага тўғри келган шaroит ўз-ўзидан ёниб кетадиган шaroит деб кўрилади. «К» нуктадаги ҳарорат эса, ўз-ўзидан ёниб кетадиган критик нуктаси деб айтилади.

Электр станцияларнинг тажрибахонасида ёқилғиларни ғарам усулида сақлаш жараёнида ва қуритилган ёқилғи чангини қозонлар ёндиргичига бериш йўлида йиғилиб қолиши ўз-ўзи билан ёниб кетиш ҳодисаларига олиб келиши мумкин. Бу ҳодисалар жуда хавфли ҳисобланади.

Ёқилғини сақлашда оксидлашдан ҳимоялаш. Ёқилғи сифатини сезиларли даражада ёмонлашишини ҳамда очик (ғарамли) сақлашда уни ўз-ўзидан ёниб кетишини олдини олиш мақсадида, паст ҳароратли оксидланишга мойиллик ёқилғилар учун махсус ҳимоя чоралари қўлланилади. Оксидланишга юқори даражада торф, кўнғир кўмирлар нисбатан паст даражали углеводданишли тошкўмирлар ва ёнувчи сланецлар дучор бўлади. Ёқилғини оксидланишдан ҳимоялаш учун юқорида кўрилган омилларни инobatта олган ҳолда бу жараёнга таъсир этишга ҳаракат қилинади. Биринчи навбатда ғарамда масса алмашинув шароитларини ёмонлашишига ёки  $A_{эф}$  ни пасайишига чора кўрилади. Бу мақсадда ғарамлар ҳосил қилиниши ва ҳар битга қатламнинг зичланиши таъминланади. Ундан ташқари ғарамнинг устки қисмлари ҳам зичланади, кўмирлар узоқ вақт сақланиши ҳисобга олиниб, улар лой ва оҳак эритмалари билан сувашади. Оҳак эритмаларидан фойдаланиш бир вақтда  $A_{эф}$  камайтириш ва ғарамни юзасини куёш нурлари билан иситилишини пасайтиради ёки атроф-муҳит ҳароратидан ҳимоя қилади.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, ёқилғида намликнинг борлиги оксидланиш жараёнига катта таъсир этади ва активлаш энергияси  $E$  пасайтирилади. Шунинг учун, ёқилғини сақлашда уни атмосфера ёғингарчилиги намлигидан ва ер ости сувларидан ҳимояланади. Ёқилғи омборхонаси учун майдонни курук ва юқори жойда бўлишини таъминлашади ғарамга шундай шакл беришадикки, ундан ёмғир ва эриган сувнинг узлуксиз тушиши таъминланади. Сўнгги йилларда махсус моддалар ингибиторларнинг ишлатилиши кўпайиб бормоқда, уларни бўлиши, ёқилғиларни активлаш энергиясини кўтарилиб бориш ҳисобига, кўмирларни оксидланишини тезлигини пасайишига имкон беради. Шу мақсадда кўмирга айрим туз эритмалари  $Ca(HCO_3)_2$ ,  $(NH_4)_2CO_3$ ,  $NH_4Cl_3$  ва ғарам орасига юбориладиган газсмон аммиак билан ишлов берилади. Агарда, кўрсатилган чора-тадбирларга қарамасдан ғарамда 60-70 °C ҳарорат кузатилса, у бузиб ташланиши лозим, ундаги қизиб кетган ёқилғи олинади, совутилади ва тез ишлатилади.

Оксидланиш туфайли, ёқилғи сифатини ҳаддан ташқари ёмонлашишининг олдини олиш учун, ғарамда энг узоқ сақлаш муддати ўрнатилган (6-24 ой).

#### 4.4. ҚАТТИҚ ЁҚИЛҒИЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ.

Табиий ёқилғи ва ёқилғи чиқиндиларини саноатда фойдаланишни яхшилаш мақсадида улар қайта ишланади. Ҳозирги пайтда ёқилғини қайта ишлашнинг механикавий ва физик усуллари кенг кўламда қўлланилмоқда.

Ёқилғини қайта ишлашни механикавий усули унинг шаклини ва агрегат ҳолатинигина ўзгартириб, химиявий таркибини ўзгартирмайди.

Бу усулга ёқилғини бойитиш, навлаш, қуритиш, қукунлаш ва брикетлаш киради.

Қазилма ёқилғи бойитилади. Бойитишдан мақсад бу ёқилғида балласт ва зиён келтирувчи қўшимчалар (олтингурут, намлик ва кулланиш) нинг миқдорини камайтиришдан иборат.

Кўмирларни бойитилиши кўмир ва уларни қўшимчаларини физикавий ва физик-химиявий хоссаларини (зичлиги, ранги, ишқаланиш коэффициенти, суюқлик билан ҳўлланиши) фарқига асосланган.

Бойитиш қуруқ ва ҳўллага бўлинади. Транспортёрларда жинсни қўлда ажратиш, уни ишқалаш сепаратор ва ҳаво оқимида ажратиш қуруқ бойитишга, сувни юқорига чиқиш оқимида жинсни ажратиш ва фракция усули – ҳўл бойитилишга тегишлидир.

Бойитилган маҳсулот – концентрат (бойитилган кўмир) энергетикавий ёқилғи сифатида фойдаланадиган оралик маҳсулотлар ва ташлаш жойларига юборилаётган, асосан минерал қўшимчалар ва олтингурутдан ташкил топган, думлардан (бўш жинслардан) иборат. Ундан ташқари, кўмирни юваётган машиналардан ишлаб чиқарилган суюқликлардан тутқичларда чуқиб қолишида қуйқум ҳосил бўлади (кўмирни энг майда заррачалари) ва энергетикавий ёқилғи сифатида ишлатилади.

Кўмирларни навлашдан мақсад, ер тағидан олинган кўмир бўлагини йириклигига кўра, айрим навларга ажратишдан иборат.

Навланган кўмирларнинг ишлатилиши, ёқилғи бўлақларини юқори физикавий бир хиллиги туфайли самаралидир. Навлашдан ва бойитилишдан қолган майда ва элангандан сўнг қолган чиқинди технологик мақсадда фойдаланилмаганида энергетикавий ёқилғи сифатида ишлатилади.

Қукун гайёрлаш ёқилғи бўлақларини чангенмон ҳолатига ўзгартириш жараёнига айтилади. Ёқилғи қукун ҳолатида ёқилиши

паст навли ёқилгиларни (кўнғир кўмирларни, антрацит майдаларини, торф, ёнувчи сланецларни кўмирни бойитилишидан чиққан чиқиндилар) тежамли ишлатилишга имкон беради.

Кукуц тайёрлашни асосий операциялари бу металл буюмларни ёқилгидан ажратиш, майдалаш, қуритиш ва ёқилгини элашдан иборат.

Ёқилгидан металл (пўлатли) буюмларни ажратиб олиш магнитли сепараторлар ёрдамида қилинади. У майдалайдиган ва кўмирни элайдиган қурилмаларни ишончли ишлашини таъминлайди.

Ёқилгини майдалаш болғали ёки ўкли майдалатгичлар ёрдамида қилинади. Майдалангандан сўнг кўмир бўлагини энг катта ўлчами намлигига кўра 10-15 мм.га тенг бўлиши лозим.

Кам намланган кўмирларнинг қуритилиши эланиш жараёнида тегирмон агрегатига иссиқ ҳаво ёки ўтхона газлари билан амалга оширилади. Намланган кўмирлар махсус қуритиш қувурларида 600-700 °С ҳароратга эга бўлган газ ҳаво аралашмаси билан дастлаб қуритилади. Кейинги қуритилиши эса тегирмонда амалга оширилади.

Ёқилги эланиши тегирмон агрегат (тегирмон)ларда қилинади.

Чангсимон ёқилги ўлчами 300-500 мк.гача фракция кўплигини ташкил қилувчи ёқилги заррачаларини ва 20-50 мк. эланиш жараёнига кўра механик аралашмасини ташкил қилади.

Ҳаво билан кулнинг кукуни қувур йўлларида осон ҳайдаладиган, ҳаракатчан аэрозолни ҳосил қилади.

Юқори қувватли электр станцияларининг буғ генераторлар ўтхонасида қаттиқ ёқилгининг чангли ёқилиши уни асосий усули деб ҳисобланади.

Брикетлаш. Ёқилги майдасини пресслаш ёрдамида тўғри шаклга эга 0,1 дан 0,8 кг гача массали брикетга ўзгаришидан иборат.

Пресслашдан аввал кўмир майдасининг намлик қолдиғини 12-16% гача кўнғир кўмирлар учун ва 2-4% гача тошкўмирлар учун қуритилади.

Ёш кўнғир кўмирлар одатда, боғловчи моддаларни қўшмасдан, 98-120 Мн/м<sup>2</sup> босими остида брикетланади.

Брикетлар юқори механикавий мустаҳкамлигига ва узок муддат сақланишида ўз-ўзидан ёниб кетишдан ва нурашга қарши чидамликка эга.



Брикетланган ёқилғини ёниш иссиқлиги намлигининг камайиши ва боғловчи органик моддаларни қўшилиши туфайли дастлабки ёқилғи материални ёниш иссиқлигидан юқори бўлади.

Панжарали ўтхоналарда брикетли ёқилғининг ёқилиши кам йўқотишлар билан амалга оширилади.

Кўмир брикетлари энергетикавий ёқилғи сифатида хонадонларда ва технологик ёқилғи сифатида химиявий саноатда ишлатилади.

Ёқилғини физик-химиявий усулда қайта ишлаш юқори даражагача қиздириш йўли билан амалга оширилади. Ёқилғи турли шароитларда ва турли тартибларда парчаланadi, химиявий жиҳатидан ўзгаради, физик – химиявий хоссалари ўзгача бўлган янги ёқилғи тури ҳосил бўлади. Ёқилғинининг наст навлари бундай қайта ишлаш йўли билан бойитилади ва анча юқори сифатли ёқилғига айлантирилади.

Ёқилғини қайта ишлашдан олинган кўшимча маҳсулотларидан турмушда ва халқ хўжалигининг барча тармоқларида кенг қўламда ишлатиладиган қимматли моддалар (каучук, лаклар, анилин, бўёқлар, спиртлар ва фармацевтика препаратлари, пластик массалар, нафталин ва кўнгина моддалар) олинади.

Бошланғич хом ашёнинг химиявий табиати ва физикавий хоссалари, шунингдек, ташқи омиллар: босим, ҳарорат, қиздириш усуллари, ёқилғини қайта ишлаш қурилмаларини турлари ва бошқалар ёқилғини қайта ишлаш жараёнининг боришига ва охириги натижасига таъсир этади.

Қаттик ёқилғи чала коксланади, коксланади ва газга айлантирилади, натижада парчаланган суюқ ва газ маҳсулотлари ҳамда учувчан бўлмаган углеводородланган қаттик қолдик олинади.

Ҳарорат кўтарилиши билан ёқилғини термик парчаланиши уч босқичда ўтади: бертиринаш, чала кокс, кокс.

Бертиниращ босқичи. Ёқилғи органик қисмининг 300-380 °С термик парчаланиши бертиринаш номини олган. Бу босқичда пирогенетик сув (ёнишдан ҳосил бўлган сув) ва газлар ажралиб чиқади, уларнинг таркибида  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  ва оз миқдорда углеводородлар бор. Бертиринаш газини миқдори унча кўп эмас ва амалиётда унинг аҳамияти кам (у ёқилғини органик массасини 2-2.5% ни ташкил қилади), аммо ёқилғидан кислороднинг йўқолиши ёқилғини қаттик қисмида – бертиринатда ёниш иссиқлиги кўпайишига олиб келади.

Шунинг учун бертиринаш жараёни паст павли ёқилғини бойитиш усули сифатида алоҳида аҳамиятга эга.

Чала кокслаш. Коксланадиган кўмирлар, торфлар ва ёнувчи сланецлар чала кокслаш учун хом ашё сифатида ишлатилади.

Чала кокслаш жараёни махсус печларда ҳавосиз амалга оширилади, бунда қайта ишланадиган ёқилғи 500-550 °C га қадар бир меъёردа қиздирилади.

Юқори ҳарорат таъсирида ёқилғининг органик қисми парчаланadi, парчаланиш маҳсулотлари эса ўзаро яна реакцияга киришади.

500-550 °C ҳароратда хом ашёнинг парчаланиши тўхтайдди ва печда углеродга айланган қаттиқ қолдиқ чала кокслашнинг асосий маҳсулоти бўлган чала кокс қолади.

Чала коксда кўпгина учувчан моддалар қолади. У турмушда ва энергетика мақсадларида ишлатиладиган ёқилғи сифатида ва газга айлантириш учун хом ашё сифатида ишлатилади.

Чала кокслашнинг қўшимча маҳсулотлари – смола, газ ва парчаланишнинг смола суви бўлади.

Чала кокслашда 30% гача смола чиқади. У суюқ ёқилғи ва химиявий маҳсулотлар олиш учун хом ашёдир.

Чала кокслашда ҳосил бўладиган газлар қимматли ёқилғи ва химиявий қайта ишлаш учун хом ашёдир.

Парчаланиш суви (смола суви) таркибида эриган химиявий моддалар бўлади. Масалан, ёғоч ва торфни курук ҳайдашда олинган сув яна қайта ишланса, ацетон, сирка кислота, метил спирт, формалин ва бошқа қимматли маҳсулотлар ҳосил бўлади.

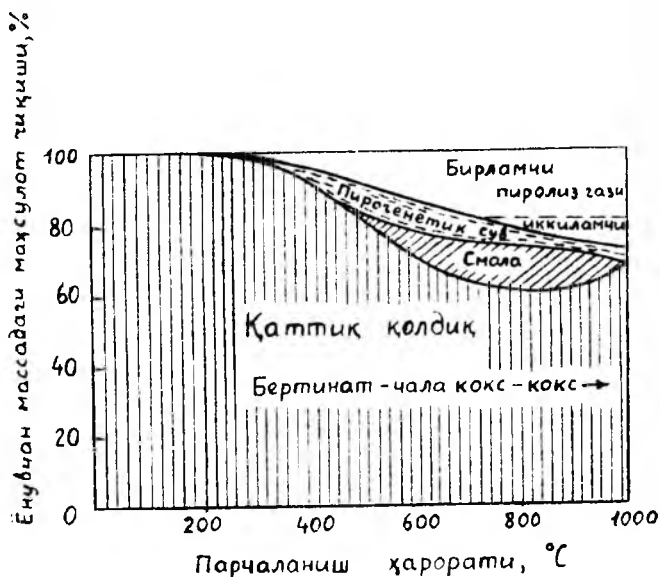
Кокслаш. Ёқилғини ҳавосиз 700-1100 °C қиздириб қайта ишлаш жараёни кокслаш дейилади. Ўрта (700 °C) ва юқори (1100 °C) ҳароратли кокслашга бўлинади.

Ўрта ҳароратли кокслаш – ёнувчи газ ишлаб чиқариш мақсадида қўланилади, бу босқичда уни чиқиши чала кокслаш босқичига қараганда кўпроқ бўлади.

Ҳароратнинг янада кўтарилиши (юқори ҳароратли кокслаш) иккиламчи реакцияларнинг кечишини ундан ҳам кучайтиради.

Кокслаш натижасида 70-80 % металлургия кокси олинади, қолгани эса кокс гази, сув ва смола бўлади.

Кокс гази зарарли қўшимчалардан тозалангандан кейин ёқилғи сифатида фойдаланилади ёки ундан аммиак ва бошқа химиявий моддалар олиш учун қайта ишлашга юборилади.



4.4-расм. Кўмирнинг термик парчаланиш жараёнининг чизмаси.

Кокслашда ҳосил бўлган смола ва сув яна химиявий қайта ишланади.

Баъзан кокслаш турмушда ишлатиладиган калорияси юқори газ олиш учун ҳам ўтказилади. Бунда сифати настрок кокс олинади.

Газга айлантириш. Ёқилғини қайта ишлашнинг бу усули қолдиқсиз газга айлантириш ҳам дейилади, чунки ёқилғи ёнувчи массасининг ҳаммаси деярли қолдиқсиз генератор газига айланади. Генератор газы турмушда ва саноат печларида иситиш учун фойдаланилади.

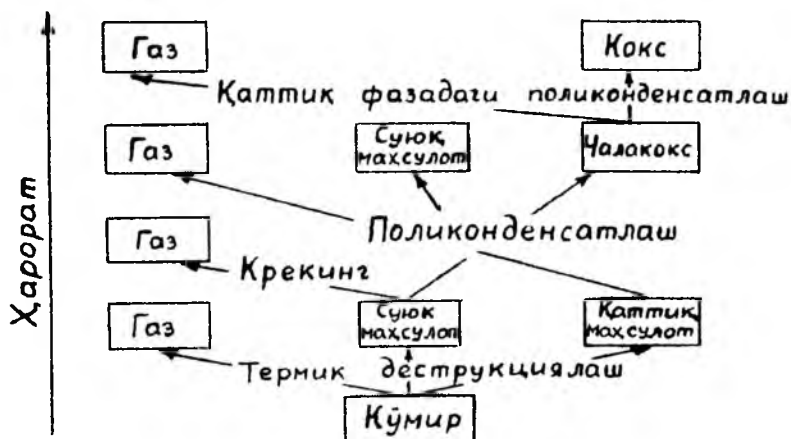
Газга айлантириш жараёни газ генераторларида газга айлантираётган ёқилғидан углеродни ёнишдан ҳосил бўлган иссиқлик ҳисобига амалга оширилади.

Босим остида газга айлантириш 20-30 атмосфера босим остида буғ-кислород аралашмаси нуфланади газ генераторларда паст

навли ёқилғидан турмушда ишлатиладиган стандарт газ олиш мумкин; унинг ювилгандан кейинги ёниш иссиқлиги  $1.7 \cdot 10^4 - 2.4 \cdot 10^4$  кЖ/м<sup>3</sup> бўлади.

Босимнинг катта кичиклигига, кислороднинг концентрациясига ва буғ сарфига қараб турли таркибли газ олинади.

Босим ортиши билан газга айлантиришда ишлатиладиган кислород сарфи камаяди, чунки жараён кетиши учун зарурий иссиқликнинг кўпгина қисми метан ҳосил бўлиш реакциясининг иссиқлиги ҳисобига олинади.



4.5-расм. Кўмирни термик парчаланаш жараёнида ҳосил бўлган маҳсулотларнинг тасвири.

## НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Ўтинлар таркиби ва хоссалари нимадан иборат?
2. Ёғочнинг асосий массаси нима мақсадда ишлатилади?
3. Қазилма қаттиқ ёқилғиларни келиб чиқишини айтиб бериш.
4. Торфнинг хоссалари ва таркиби тўғрисида нималарни биласиз?
5. Торф қаерда ишлатилади?
6. Кўнғир кўмир деб қайси ёқилғиларга айтилади, унинг таркиби, хоссалари ва таснифи нималардан иборат?

7. Қўнғир кўмирдан фойдаланиш соҳаларини айтиб беринг.
8. Тошкўмирнинг асосий хоссалари нималардан иборат?
9. Тошкўмирлар қасрларда ишлатилади?
10. Антрацит деб қайси ёқилғиларга айтилади, унинг хоссалари, келиб чиқиши нималардан иборат, асосий конлари қаерда жойлашган?
11. Ёнувчи сланецларни таркиби ва асосий хоссалари нимадан иборат?
12. Ёнувчи сланецлар қайси мақсадда ишлатилади?
13. Қаттиқ ёқилғининг паст оксидланиш жараёнини айтиб беринг.
14. Қаттиқ ёқилғининг паст оксидланиш механизми нимадан иборат?
15. Қаттиқ ёқилғилар қандай сақланади?
16. Қаттиқ ёқилғиларни сақлаш жараёнида ўз-ўзидан ёниб кетишидан ҳимоялашни айтиб беринг.
17. Табiiй қаттиқ ёқилғининг қайта ишлаш усулларини тавсифини келтиринг.
18. Чангсимон ёқилғини тайёрлаш қандай бажарилади?
19. Брикетлаш нимадан иборат?
20. Кокслаш ва чала кокслашдан мақсад нима?

## БЕШИНЧИ БОБ.

### СУЮҚ ЁҚИЛҒИ.

Суюқ ёқилғи халқ хўжалигида, жумладан, энергетикада кенг кўламда ишлатиб келинмоқда, буни уларни қаттиқ ёқилғиларига кўра баъзи бир афзалликлари туфайли изоҳлаш мумкин.

Суюқ ёқилғиларнинг муҳим афзалликлари қуйидагилар: 1) юқори ёниш иссиқлиги; 2) чиқитнинг кам миқдорда бўлиши 3) ёниш жараёнида иссиқликнинг кам йўқолиши; 4) турли хил агрегат ва қурилмаларда ишлатилишнинг ҳар томонлиги; 5) ёниш жараёнини осон бошқариш; 6) узок масофаларга қувур йўллари билан ташилиши ва бошқалар.

Шунинг билан бирга суюқ ёқилғиларда қатор камчиликлар мавжуд: осон алангаланиши туфайли тез ёниб кетиш хавфи, электр заррачаларни тўплаш хусусияти, эмульсияланган сувни ўз

таркибидан олиб ташлаш қийинлиги, хоналарни газлаш хусусиятига эгаллиги; у захарли бўлиб металлларни занглатиши мумкин.

## **5.1. НЕФТЬ ВА УНИНГ КЕЛИБ ЧИҚИШИ.**

Нефть - ернинг тагидан казиб олинувчи ёнувчан сермой суюқликдир. У табиий суюқ ёқилгининг ягона намоеъдаси бўлиб ҳисобланади. Аммо хом нефть ёқилги сифатида ишлатилмайди. Унинг асосий массаси қайта ишлашга юборилади, чунки энергетикавий мақсадлар учун нефтни қайта ишлатилиши уни хом ҳолида ишлатилишига кўра самарали.

Нефтни келиб чиқиши ҳақидаги таълимот замонавий фан тарафидан ҳозиргача тўлиқ ўрганилмаган.

Замонавий фан нефтни ҳосил қилиш учун дастлабки материал бу ўсимлик ва ҳайвон организмларининг парчаланган маҳсулоти ҳисобланган органик бирикмаларидир; улар химиявий ва биологик реакцияларга ўта чидамлилиги билан тавсифланади. Ушбу парчаланган маҳсулотларга биринчи навбатда денгизнинг чўкма қатламларида йиғилиб келган ва кум, лой, оҳак билан аралашган оксил моддалари киради.

Суюқ ва газ ёқилги жинслар ҳосил бўлишда муҳим роль геохимик омилларга тегишли, ер қатламида катализатор, юқори ҳарорат ва босимнинг органик моддаларга таъсири натижасида вужудга келади.

Таъсир натижасида органик материаллар ўзгаради ва мустақил органик бирикмалар: метан, нафтен ва ароматик туркумидаги бирикмалар ҳосил бўлади. Суюқ ҳолатда углеводород аралашмаси битта жойда тўпланиб қолгунча ер остида юради. Углеводородлар тўпланишда ва ер қатламининг орасида юришида муҳим ролни сувлар ўйнайди. Бугунги кунда геологлар нефть ҳосил бўлган жойларидан бир неча минг километр нарида бўлиши мумкинлигини ишотлаганлар.

## 5.2. НЕФТНИНГ ТАРКИБИ, ТАВСИФИ ВА ФИЗИКАВИЙ ХОССАЛАРИ.

Нефть ҳар хил молекуляр зичлиги, олтингургут, кислород, азот бирикмалари ва смолали бирикмаларнинг турли хил тузилишга эга қўшимчаларининг мураккаб аралашмасидан иборат.

Нефтнинг асосий массасини уч туркумли углеводородлар ташкил қилади; 1) метанли ёки алканлар -  $C_nH_{2n+2}$ ; 2) нафтенли ёки цикланлар -  $C_nH_{2n}$ ; 3) ароматик ёки аренлар -  $C_nH_{2n-6}$ ;

Кўп нефтларнинг асосий қисмини метанли углеводородлар ташкил этади. Одатдаги шароитда (ҳарорат  $22^\circ C$ ) гомологик қаторнинг тўртта аъзоси (метан, этан, пропан, бутан) – газлар. Нефтда улар суюлтирилган ҳолатда бўлади.

Углеродлар атомларининг сони бештадан то ўн бештагача бўлган нормал шароитдаги метанли углеводородлар – суюкликлардир. Углеродлар атомларининг сони ўн бештадан кўп бўлганда метанли углеводородлар хона ҳароратида қаттиқ моддалар (парафин ва церезинлар)дир.

Химиявий нисбатан метанли углеводородлар, одатдаги ҳароратда турли хил реагентларнинг таъсирига юқори чидамлилиги билан тавсифланади. Нафтенли углеводородлар худди метанликка ўхшаб тўйинган бўлади; улардан фарқи бир боғлиқ циклик тузилишга эга. Нефтларда бу туркумдаги углеводородлар циклопентан ва циклогексанли углеводородлар билан намоён қилинган; уларнинг энг оддий аъзоси бу циклопентан  $C_5H_{10}$  ва циклогексан  $C_6H_{12}$ дир. Умумий миқдорга кўра, кўп ҳолларда, нафтенлар қолган углеводородлардан устун туради. Нафтенлар барча нефтларнинг таркибий қисмини ташкил қилади. Нафтенли углеводородлар метанлига ўхшаб юқори химиявий чидамликка эга.

Ароматик углеводородлар худди нафтенлар каби циклики тузилишга эга. Ароматик углеводородларнинг энг оддий намоёндаси бу бензолдир ( $C_6H_6$ ). Бензол молекуласининг скелети олти бурчакнинг чўққисида жойлашган олтига углеродлардан ва водородлардан иборат. Углерод атомлари навбат бўйича битта ва иккита боғлар бўйича боғланган.

Нефтда битта бензол халқали углеводородлардан ташқари, бир неча бир бирови билан боғланган бензол халқали углеводородлар учрайди (нафталин, антрацен ва бошқалар).

Ароматик углеводородлар ўрнини алмаштириш реакциялари-га мойшлиги бор.

Органик массасининг таркиби ҳар хил конларнинг нефтида унчалик бир-бировидан фарқланмайди ва кўйидаги қийматлар билан берилиши мумкин:  $C^0=83-87\%$ ;  $H^0=11-14\%$ ;  $O^0=0.1-1\%$ ;  $N^0=0.05-1.5\%$ ; олтингугурт миқдори 0,1 дан 0,5% гача.

Олтингугурт, одатда нефтда турли хил органик бирикмалари билан боғланган ҳолда бўлади (водород сульфид, меркаптанлар, тиофенлар ва бошқалар). Айрим нефтларда олтингугурт эркин ҳолатда ҳам бўлади.

Азот нефтда аммиак, пиридин, хинолин ва бошқа азотли бирикмалар кўринишида бўлиши мумкин.

Нефтда кислороднинг борлиги унда кислород бирикмалари (смолали ва асфальтли моддалари, нафтен кислоталари ва феноллар) борлиги билан боғлиқ бўлади.

Нефтда минерал кўшимчалар ва намлик ҳам бор. Нефтдаги минерал кўшимчаларнинг миқдори унча кўп эмас ва 0,1-0,3% ташкил қилади.

Хом нефтдаги намлик миқдори 2 ва ундан кўп фоизни ташкил қилади.

Нефтда турли хил туркумдаги углеводородларнинг миқдорлари кенг оралиғида бўлиши мумкин. Бу туркумдаги нефть углеводородининг биттаси бошқасидан кўчилигига кўра улар: метанли, нафтенли, ароматикли, метан-нафтенли, нафтен-ароматикли ва метан-нафтен-ароматиклиларга бўлинади.

Нефтнинг зичлиги 0,82-0,92 орасида бўлиши мумкин.

Хом нефтни ўртача молекуляр оғирлиги 240-290 ни ташкил қилади.

Нефтда қанча кўп смола бўлса, шунчалик унинг молекула оғирлиги юқори бўлади.

Нефтнинг қайнаш ҳарорати ҳам ундаги смолали моддаларнинг миқдорига боғлиқ бўлади. Кам смола миқдорига эга енгил нефть, 300-500°C гача ҳароратда қайнайди, оғир нефтнинг қайнаш ҳарорати эса 550-600°C етади.

Хом нефтнинг қотиш ҳарорати ундаги парафин миқдорига биринчи навбатда боғлиқ бўлади. Кўп парафинли нефтлар +12°C гача қотиш ҳароратига эга, кам парафинли нефтлар паст қотиш ҳарорати билан (тахминан -40°C) тавсифланади.

Нефть кўп ҳолларда кўнғир ва қора-кўнғир рангта эга. Айрим ҳолларда ранги очиқ ҳамда сариқ ва қизил рангта бўялгани



учрайди. Нефтнинг ранги ундаги смолали моддаларни эриган миқдорига боғлиқ. Нефтнинг ўртача ёниш иссиқлиги 43 Мж/кг ни ташкил қилади.

### 5.3. НЕФТНИ ҚАЙТА ИШЛАШ.

Нефтнинг энг кўп массаси қайта ишланади, унинг мақсади - нефтдан техникавий қимматбаҳо маҳсулот олишдан иборат. Уларга суяқ ёқилғилар, сурткич ва махсус мойлар, эритувчилар, юзаки актив моддалар, ювиш воситалари, бўёқлар, пластик массалар ва бошқалар киради.

Нефтнинг қайта ишланишида аввал у сувсизлантирилади ва тузсизлантирилади.

Нефтнинг қайта ишланиши физикавий ва химиявий усулларга бўлинади. Физикавий усулга тўғридан-тўғри ва фракцияли ҳайдаш; химиявийга турли хил крекинг жараёнлари киради.

Тўғридан-тўғри ёки фракцияли ҳайдаш нефтдан таркибий қисмини фракцияларини атмосфера босимида қайнашигача иситиш, қисман буғлаш, танлаб олиш ва ҳосил бўлган буғларни конденсатлаш йўли билан ажратиб олиш жараёнидир.

Нефтни ҳайдаш натижасида ранги очиқ нефть маҳсулотлари ва қолган маҳсулотлар - мазут олинади.

Етарлича тозалангандан сўнг, дистиллятдан қуйидаги маҳсулотлар: бензин, лигроин, керосин, газойл ва соляр олинади.

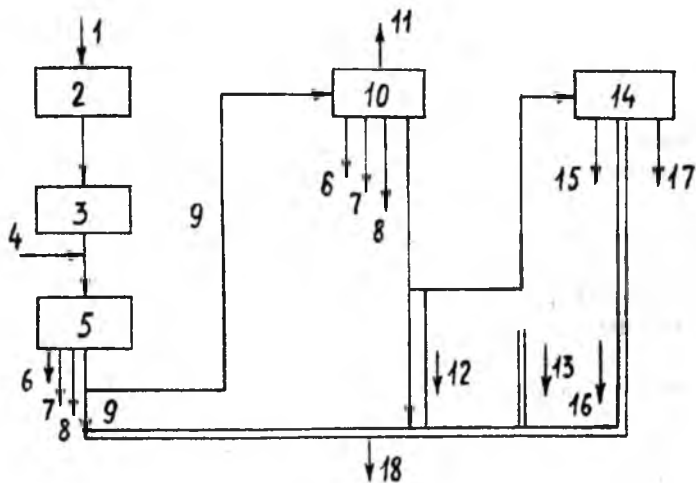
Бензин энг осон қайнайдиган углеводородлардан иборат. Ҳайдаш жараёнида улар 200°C ҳароратгача ажралиб чиқади. Лигроин бензиндан юқорироқ қайнаш ҳарорати билан фарқланади. Унинг асосий массаси 200-220°C да қайнаб чиқади. Ундан ҳам юқори қайнаш ҳарорати билан керосин тавсифланади, унинг асосий массаси 250-300°C да қайнайди. Газойл ва соляр 270-350°C қайнайдиغان нефтнинг углеводородли бирикмалари деб ҳисобланади.

Хом нефтни ҳайдашда ранги очиқ нефть маҳсулотларининг чиқиши 40-60% ни ташкил қилади.

Нефтни қайта ишлашдан олинadиган мазут унинг сифатига кўра турлича ишлатилади. Кўп олтингугуртли мазутлар қозонхона ёқилғиси бўлиб хизмат қилади. Парафинли мазут крекинг учун енгил ёқилғи олиш мақсадида ишлатилади. Мойли мазут юқори

сифатли мойларни ишлаб чиқариш учун хом ашё ҳисобланади.

Фракцияли ҳайдашнинг асосий камчилиги ҳайдашда осон қайнайдиган бензин фракцияларини миқдори чегараланган бўлади; у қайта ишланаётган нефтнинг табиати билан аниқланади. Осон қайнайдиغان нефть маҳсулотлари чиқишининг кўпайиши нефтни қайта ишлашни химиявий усули қўллаш билан эришилади, унинг асосийлари - бу крекингнинг ҳар хил турларидир.



5.1-расм. Нефтни юзаки қайта ишланишидан олинадиган мазутнинг чизмаси.

- |                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1-Хом нефть;                      | 10. Юқори ҳарорат крекинги; |
| 2-Тузсизлантириш;                 | 11. Газ;                    |
| 3-Электр тузсизлантириш;          | 12. Крекинг қолдик;         |
| 4-Ишқор билан ишлов;              | 13. Ушлаб қолинган мазут;   |
| 5-Атмосфера қувур қурилмаси;      | 14. Кокслаш;                |
| 6-Бензин;                         | 15. Енгил дистиллят;        |
| 7-Керосин;                        | 16. Кокс дистиллят;         |
| 8-Дизель ёқилғиси;                | 17. Нефть битуми;           |
| 9 Тўғридан-тўғри ҳайдалган мазут; | 18. Тайёр мазут.            |

Крекинг жараён деб, фракцияларнинг таркибий қисмларини қайнаш ҳароратидан анча юқори ҳароратда нефть маҳсулотларини қайта ишлашга айтилади. Юқори ҳарорат таъсирида анча мураккаб углеводородларни молекулалари майда бўлақларга парчаланadi ва юқори қайнайдиган фракциялардан бензин олишга имкон беради.

Крекинг учун хом ашё бўлиб керосин, газойл ва соляр фракциялари ҳамда дастлаб бензин ҳайдаб олинган мазут ва нефть хизмат қилади.

Крекинг маҳсулотлари бу: газ, бензин, ўрта фракциялар (крекинг – газойл), қолдиқ маҳсулотлар (крекинг – қолдиқ) ва коксдир.

Крекингнинг асосий мақсади – қўшимча миқдорда ранги очик ёқилғи нефть маҳсулотларини олишдан иборат.

Ҳозирги пайтда крекинг бензин ва бошқа енгил нефть маҳсулотларини асосий олиш усули бўлади.

Крекинг термик ва каталитиклигига бўлинади.

Термик крекинг жараёни тартибига кўра суяқ фазали (паст ҳароратли) ва буғ фазали (юқори ҳароратли) га бўлинади.

Суяқ фазали крекинг 500-520 °C ҳароратда ва 4. 9 Мн/м<sup>2</sup> гача босимда ўтказилади. Буғ фазали эса – 560-650°C ҳароратда ва 0. 2-0. 3 Мн/м<sup>2</sup> босимда.

Суяқ фазали крекинг хом нефтни бошланғич хом ашёсидан 60-70% гача бензин, 10-15% гача газ ва 15-25% гача крекинг қолдиқ олишга имкон беради.

Буғ фазали крекинг бензинни кам миқдорда ва кўп миқдорда газни (30% гача) чиқишини таъминлайди. Аммо бензин бунда юқори октанли сон билан олинади.

Каталитик крекинг катализаторлар иштирокида амалга оширилади; улар юқори молекулали бирикмаларни парчаланшини тезлатувчи ва жараённи паст ҳароратда (450-500°C) ва 0,15 Мн/м<sup>2</sup> босимгача олиб боришга имкон беради. Катализатор сифатида табиий, суьний ва аралашма алюмосиликатлар хизмат қилади. Бензиннинг ўртача чиқиши 40% ни ташкил қилади. Бензинлар детопациялашга чидамли бўлади.

Кейинги йилларда Ўзбекистонда нефть ва газ тармоғи илдам ривожланмоқда. Республика ҳудудида иккита нефтни қайта ишлайдиган (Фарғона ва Олтиарик) ҳамда иккита газни қайта ишлайдиган (Шўртан ва Муборак) заводлари ишлаб турибди. Улар хилма-хил нефть ва газ маҳсулотларини ишлаб чиқармоқда.

Мустақил йилларда республикада янги маҳсулот турлари: бензин, авиакеросин, авиабензин, нефть мойларининг хилма хил турларини, суюлтирилган газ ва бошқаларни олиш ўзлаштирилди. Ҳозирнинг ўзидаёқ республика ҳам нефтни ва нефть маҳсулотларининг кўпгина турларини четдан келтиришдан воз кечди. Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи ишга туширилганидан кейин эса республиканинг нефть маҳсулотларига бўлган эҳтиёжини тўла таъминлабгина қолмай, уларни экспорт қилишни анча кенгайтириш имкониятига ҳам эга бўлади.

#### **5.4. НЕФТДАН ОЛИНАДИГАН МАЗУТНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ.**

Нефтни қайта ишлаб чиқиш заводларида мазут бошқа маҳсулотлар билан бирга бир пайтда нефтни қайта ишлаш жараёнида ҳар хил ҳарорат ва босимда олинади.

Берилган шароитга кўра нефтни юзаки қайта ишлаб чиқариш крекингига бўлинади, бунда дастлабки углеводород молекулалари молекуласи кичик бўлган углеводородларга, шу жумладан, газ углеводородига бўлинади.

Юзаки нефтни қайта ишлашда тўғридан-тўғри, чуқур нефтни қайта ишлаб чиқаришда эса крекинг – мазут олинади.

Тўғридан - тўғри ҳайдалган мазутнинг олиш чизмаси 5.1-расмда келтирилган.

Ушбу чизмага кўра дастлабки тузсизлантирилган нефть таркибидаги фаол – занглатувчи бирикмаларни бетарафлаш мақсадида ишқор билан ишлов берилади, сўнг қайнаш ҳароратига кўра ҳайдаш учун атмосфера қувур – қурилмага юборилади.

Бу қурилма қувур иситувчи печь ва у билан боғлиқ ректификацион колонкалардан иборат. Қувур печидан атмосфера босимида нефть энг юқори ҳароратгача қиздирилади (тахминан 360°C гача).

Бунда углеводород бирикмаларининг парчаланиши бошланмайди ва ректификацион колонкага буғ ва суюқлик аралаштирилиб берилади; унинг устки қисми эса осон қайновчи бензин фракцияси билан ювилиб турилади.

Колонканинг баландлиги бўйича олинган, яқин қайнаш ҳарорат оралигидаги фракциялар мотор ёқилғиси, ҳарорати 275 °С

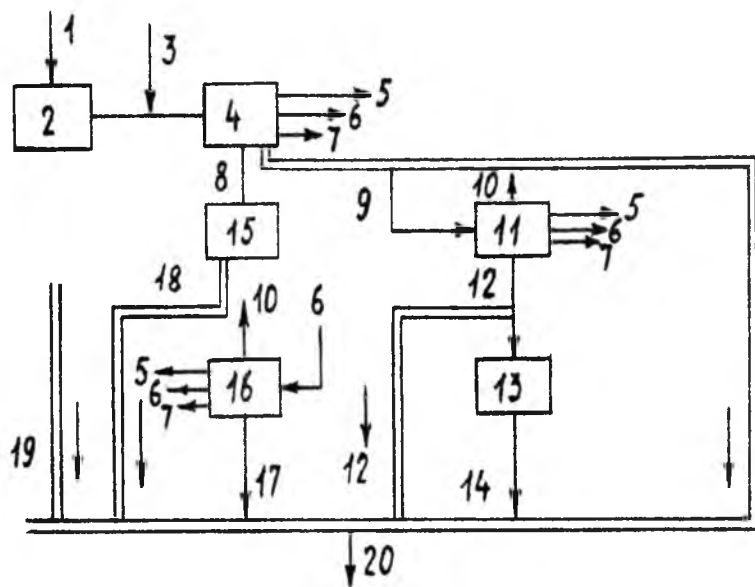
дан юқори қолдиғи эса тўғридан-тўғри ҳайдалган мазутнинг асосий таркибий қисми сифатида ишлатилади.

Қолдиқнинг бир қисми юқори ҳарорат крекингига енгил матор ёқилғининг чиқишини ошириш учун юборилади, крекинг қолдиқ эса, ўз навбатида, енгил дистиллят ва нефть битумини олиш учун кокслаштирилади.

Тўғридан-тўғри ҳайдашдан қолган қолдиқлари билан кам қовушқоқлик фракция – дистилляти (ёки юқори ҳарорат крекинг маҳсулотлари) аралашмасидан иборат.

Дистиллятни оғир қолдиқ билан аралаштиришдан (компаундлашдан) мақсад мазутнинг сифатини асосий хусусиятлари ва кўрсаткичларига кўра стандарт талаблари даражасига келтиришдан иборат.

Нефтни чуқур қайта ишлашдан крекинг мазутнинг олиш чизмаси 5.2-расмда келтирилган.



5.2-расм. Нефтни чуқур қайта ишлашдан олинган мазутнинг чизмаси.

1. Хом нефть;
2. Электр тузсизлантириш;
3. Ишқор билан ишлов;
4. Атмосфера-вакуум қувур қурилмаси;
5. Бензин;
6. Керосин;
7. Дизель ёқилғиси;
8. Вакуум дистиллят;
9. Тўғридан-тўғри ҳайдалган мазут;
10. Газ;
11. Юқори ҳарорат крекинги;
12. Крекинг қолдик;
13. Кокслаш;
14. Кокс дистилляти;
15. Мой фракцияларини тозалаш;
16. Каталитик крекинг;
17. Каталитик газойл;
18. Мой ишлаб чиқаришдан қолган қолдик;
19. Ушлаб қолинган маҳсулот;
20. Тайёр мазут.

Ушбу чизмага кўра дастлаб тайёрланган нефть атмосфера – вакуум қувурига узатилади. У иккита қувур печдан ва у билан боғлиқ ректификацион колонкаларидан иборат. Қувур печнинг биринчиси атмосфера босимида, иккинчиси эса вакуумда ишлайди. Атмосфера қувурида нефтни ҳайдаш дистилляти ва тўғридан-тўғри ҳайдашдан қолган қолдиқнинг олинishi билан ўтади, у вакуум қувур печига юборилади, унда сув буғи билан аралашма  $410^{\circ}\text{C}$  гача киздирилади, сўнг мой фракцияларга ҳайдалади.

Вакуум шароитида ва сув буғи борлигида қолдиқни ҳайдаш унинг таркибига кирувчи углеводородлар парчаланишсиз давом этади. Тиниқ нефть маҳсулотлари (бензин, керосин) чиқишини ошириш мақсадида атмосферада ҳайдалган нефть фракцияларини бир қисми термик крекингга эмас балки, каталитик крекингга ҳам таъсир этади. Бунда олинган мазут крекинг жараёнини юқори қовушқоқлик нефть қолдиқлари ва мазутни сифатини талаб даражасига жавоб бериши учун қўшилган нефтни қайта ишланган ўрта фракциялари композицияларидан иборат.

Ўтхона мазутлари. Ишлатиш соҳасига кўра қуйидаги суюқ ёқилғи турлари мавжуд: карбюратор ёқилғилари, ҳаво реактив

двигателлари учун ёқилғилар, дизель ва қозонхона ёқилғилари.

Карбюратор ёқилғилари учун ёрдамида ёқиладиган поршенли двигателлар учун мўлжалланган.

Ҳаво реактив двигателлари учун ёқилғилар керосин фракциялари ёки тўғридан – тўғри ҳайдалган нефтнинг керосин ва бензин аралашмасидан иборат.

Дизель ёқилғилари сиқишдан (дизеллардан) алангаланадиган ички ёнув двигателлар учун мўлжалланган.

Қозонхона ёқилғилари стационар ва кемаларни буғ генератор қурилмаларининг ўтхонасида ҳамда ҳар хил мақсадда ишлатиладиган саноат печларида ёқиш учун мўлжалланган. Айрим суюқ, қовушқоқлиги кам қозонхона ёқилғи турлари ички ёнув двигателлари ва газли трубиналар қурилмаларида ҳам ишлатилади.

Суюқ қозонхона ёқилғилари тўғридан-тўғри ҳайдалган нефтнинг оғир қолдиқларидан ва крекинг-қолдиқлар (мазут)дан ҳамда тошкўмир ва ёнувчи сланецларнинг (смола ва мойлари) термик қайта ишлаш маҳсулотларидан иборат.

Айрим ҳолларда қозонхона ёқилғи сифатида, енгил фракциялари йўқ дастлабки оғир нефтлар ишлатилади.

Олинган қозонхона суюқ ёқилғиларнинг кўп қисми, иссиқлик электр станцияларнинг кўпида буғ генератор ўтхонасида ишлатиладиган мазут улушига тўғри келади.

Мазутлар қуйидагича таснифланиши мумкин:

❖ Дастлабки хом ашёдан олинмишига кўра - нефтли, сланесли ва кўмирли.

❖ Олтингургурт миқдорига кўра – кам олтингургуртли (олтингургурт миқдори 0,5% дан ошмайди), олтингургуртли (олтингургурт миқдори 0,5-2% гача ташкил этади) ва кўп олтингургуртли (олтингургурт миқдори 2,0-3,5% гача ташкил этади).

❖ Ишлатиш соҳасига кўра – флотли (буғ генератор қурилмаси бор кемалар учун), ўтхона (стационар ва кемалардаги буғ генератор ва саноат печларининг ўтхоналари учун) ва мартен печи учун мазут.

Ўтхона мазут – 40 буғ ишлаб чиқаришда унумдорлиги кам буғ генераторлар ва унча катта қувватига эга бўлмаган саноат печларида ишлатилади. Ўта юқори қувватли стационар буғ генератор қурилмалари ва катта унумдорликка эга пуркагичли, керакли мазут хўжалиги билан таъминланган саноат печлари учун юқори қовушқоқлик мазутлар (мазут - 100) ишлатилади. Оғир крекинг

қолдиқли ұта қовушқоқли мазут – 200 иссиқлик электр станцияларида энергетикавий ёқилғи сифатида ёки нефтни қайта ишлайдиган қорхона олдида жойлашган саноат буғ генераторларида фойдаланилади.

Мартен печлари учун ёқилғи (МП) кам олтингугуртли мазутлардан олинади ва ўзининг сифатига кўра кам олтингугуртли ўтхона мазут – 100 га ўхшаб кетади.

Суюқ ёқилғиларни буғ генераторларни, саноат печларини ва газ трубинали қурилмаларнинг ўтхонасида ёқиши мазутнинг сифатига кўп жиҳатдан боғлиқ бўлади.

Мазутнинг асосий сифат кўрсаткичлари - бу унинг ёниш иссиқлиги, қовушқоқлиги, қотиш ҳарорати, кулланиши, олтингугурт, сув, механикавий қўшимчалар, смолали моддалар, сувда эрийдиган кислоталар ва ишқор микдорларидир.

Мазутлар углерод ва водороднинг кўп микдори, балластнинг кам микдори ва юқори ёниш иссиқлиги билан тавсифланади. Мазутларнинг ёниш иссиқлиги 38-41 Мж/кг оралиғида бўлиши мумкин.

## 5.5. МАЗУТЛАРНИНГ ТАРКИБИ.

Нефтга ўхшаб мазутлар углеводород ва гетероциклик бирикмаларининг мураккаб каллоид тизимидан иборат бўлиб, қотиш ҳароратида псевдокристалл тузилишни ҳосил қилиб, қийин эрувчанлигига эга бўлади. Техника нуқтаи назаридан қараганда нефтнинг унча зарур бўлмаган қисмини ташкил қилиб, мазутлар юқори қовушқоқлик ва зичлиги билан тавсифланиб, юқори молекулали бирикмаларини кўп микдорига ҳамда смола – асфальтли тавсифга эга қаттиқ зичлик маҳсулотлари (асфальт, карбен ва карбоитлар)дан иборат. Мазутлар ҳам нефтга қараганда олтингугурт ва ванадийнинг микдори кўплиги билан тавсифланади. Мазутларда керакмас қўшимчалар сифатида сувда эрийдиган минерал моддалар бор.

Мазутларнинг элемент таркиби. Мазутларнинг элемент таркиби асосан ҳам нефть таркибига боғлиқдир. Мазутларнинг органик қисмини ташкил қилувчи бирикмалар нефтга ўхшаб,

асосан, бешта элементлардан мавжуд: углерод (С), водород (Н), кислород (О), азот (N) ва олтингугурт (S) дан.



Кам олтинугуртли мазутларнинг элементлари хом нефтникдан деярли фарқланмайди. Кўп олтинугуртли мазутларда хом нефтникка кўра водород ва углерод миқдори кам ва шу сабабли паст ёниш иссиқлигига эга. Юқори қовушқоқлик крекинг – қолдиқларда эса, водороднинг миқдори ундан ҳам кам.

Мазутларда азотнинг миқдори нефтникдан кўра кўп (1%), водородни углеродга нисбати эса (Н/С) нефтникка кўра бир хил эмас. Мазутларнинг зичлиги крекинг – қолдиқларининг ошиши билан Н/С камаяди, бу эса уларнинг ёниш иссиқлигини пасайтиради.

Мазутларнинг минерал қолдиғи ва кулланиши. Мазутларда минерал қолдиқлар асосан ишқорий металлларни сувда эрийдиган тузларидан ва сақлаш мосламаларининг занглаган маҳсулотларидан иборат.

Мазутларнинг ёниш жараёнида минерал қолдиқлар мазутнинг бир қисмини ташкил қилиб, оксидларга ўзгариб кетади. Бошқа қисми эса мазутларнинг ёнувчи масса таркибини ташкил қилувчи металл органик бирикмаларни ёнишдан ҳосил бўлади. Уларни бирикма таркибига кўп металлларнинг атоми киради: ванадий, никель, темир ва ҳоказолар. Нефтнинг оғир фракциялари, айниқса, мазут ушбу бирикмалар миқдори кўплиги билан тавсифланади.

Қозонхоналарда ишлатиладиган мазутнинг кулланиши унча юқори эмас, одатда 0,1-0,3% дан ошмайди, унинг қовушқоқлиги ошгандан ошиб боради. Кул таркибига кальций, магний, ванадий, натрий, темир ва бошқа металлларнинг оксидлари киради. Бунда кулда ишқор металлларининг оксидлари бўлиши, шу жумладан ванадий–V-оксидининг, унинг унча юқори эмас юмшалиш ҳароратини ифодалайди.

Мазутлардаги сув. Мазутларда сувнинг миқдори 0,5-5% гача, айрим ҳолларда эса ундан ҳам кўп бўлади (сувли мазутларда). Одатда нефтни қайта ишлаш корхонасидан истеъмолчиларга юборилаётган мазутларда сувни миқдори стандарт талабларига мувофиқ меъёридан ошмаслиги лозим. Мазутларни сув билан аралаштириши, уларни олиб келиш ва қабул қилиш вақтида асосан мазутларни цистерналардан бўшатиш аввал қуруқ буғ билан иситилганда содир бўлади. Ҳавонинг ҳароратига, мазутнинг ҳарорати ва қовушқоқлиги ҳамда буғнинг кўрсаткичларига кўра мазутларга сувни қуйиш ва тўкиш жараёнида қўшилиш 4-10%гача бўлиши мумкин.

Сув қўшилган мазутларнинг ёнишида иссиқлик исрофи ажралиб чиққан газлар билан бирга кўпайиб боради; аэродинамик қаршиликка ва электр станциялари ўзининг эҳтиёжи учун сарфланган энергия миқдори ошади, ўтхонада назарий ёниш ҳарорати ва иссиқлик тарқалиши камаёди ва шу муносабат билан қозоннинг ФИКи камаёди.

Мазутлардаги намлик мазут хўжалиги ишини қийинлаштиради, мазутнинг ёниш жараёнини ишдан чиқаради, сувли тўсиқлар ҳосил қилиши пуркагичларга ёқилғи бир маромда берилишини бузади ва қозон қисмларининг ишини мураккаблаштиради.

Олтингугуртли мазутларда сувни миқдори кўплигида мазут қувурлари ва ускуналарини айрим тажовуз олтингугурт бирикмаларидан, жумладан водород сульфиддан сувда эриши туфайли бузилишини орттиради.

Мазутларнинг олтингугурт бирикмалари. Мазутларда олтингугурт асосан органик бирикмалар таркибига киради; кам миқдорда водород сульфид ва элементар олтингугурт кўринишда ҳам бўлиши мумкин. Мазутларнинг олтингугурт миқдори, мазут олинган нефтнинг олтингугурт миқдорига боғлиқ бўлади.

Барча конларнинг нефтида олтингугуртнинг миқдори % нинг бир қисмидан то 7% гача ташкил қилиши мумкин. Нефтнинг олтингугуртли бирикмаларини умумий миқдори 30% гача ва ундан ҳам кўп бўлиши мумкин. Шундай юқори смолали нефтлар ҳам борки уларда олтингугурт – органик бирикмаларининг массаси олтингугуртнинг массасининг ярим миқдорини ташкил қилиши мумкин. Олтингугуртли бирикмаларни асосий қисми (70-90%) нефтнинг юқори қайновчи фракцияларида жойлашган бўлиб, мазутнинг асосий қисмидир. Нефтнинг тахминан барча турларида олтингугуртнинг миқдори ароматик бирикмалар улушининг ошиши билан кўпайиб боради.

Нефть ва нефть маҳсулотларининг олтингугурт бирикмалари гуруҳларга бўлиниши молекула тузилишларида айрим ўхшашликка ёки олтингугурт атом сонига ва молекулаларда уларнинг жойлашишига боғлиқ бўлади.

Ҳозир қилинган таснифга кўра нефть ва нефть маҳсулотларида олтингугурт бирикмалари қуйидаги асосий гуруҳларга бўлинади: меркаптан, сульфид, тиофан, дисульфид, полисульфид ва тиофенлар. Ундан ташқари нефтларда одатда водород сульфид ва элементар олтингугурт бор.

## 5.6. МАЗУТНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ ТЎҒРИСИДА.

Мазутнинг қовушқоқлиги. Нефть маҳсулотларининг муҳим тавсифларидан бири уларнинг қовушқоқлигидир. Мазутнинг қовушқоқлиги уни қувурлардан ташилишига сарфланадиган энергияни қуйиш ва оқизиш операцияларига сарфланадиган вақтни белгилайди.

Қовушқоқликка пуркагичларнинг ишлаш самарадорлиги ҳам боғлиқ. Қовушқоқлик мазутнинг сақланишига, ташилишига ва қиздирилишига, механик қолдиқларнинг чўкиш тезлигига ҳамда унинг сувдан тўлиқ ажралишига таъсир қилади.

Қовушқоқлик динамик қовушқоқликда  $\eta$  ( $\text{н}^*\text{с}/\text{м}^2$ ) ҳамда кинематик қовушқоқликда  $V$  ( $\text{м}^2/\text{с}$ ) ифодаланади.

$$V = \eta / \rho$$

бунда,  $\rho$  - нефть маҳсулоти зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Нефть маҳсулотлари билан ишлаш тажрибасида кенг қўлланиладиган тавсифлардан бири - бу солиштирма ва шартли қовушқоқликлардир. У шартли қовушқоқлиги градусида ифодаланади ва бир хил ҳажмдаги нефть маҳсулотини ва дистилланган сувни маълум шароитида оқиб кетиш вақти нисбатига тенг. Бошқа баъзи бир давлатларда эса шартли қовушқоқликни маълум шароитда капиллярдан маълум ҳажмли идишга синалаётган нефть маҳсулотининг оқиш вақти белгиланади. Юқори қовушқоқлик мазут турларида шартли қовушқоқликни аниқлашади. Мазутларнинг қовушқоқлиги ҳар хил омилларга боғлиқ бўлади: ҳарорат, босим ва дастлабки термийлашишга.

Мазутни яхши оқувчанлигини таъминлаш мақсадида унинг шартли қовушқоқлиги  $\text{ШК}_{50} = 5 - 10^0$  га тенг бўлиши керак, шу мақсадда мазутни ишлатишда у  $80 - 120^0\text{C}$  гача қиздирилади.

Мазутнинг зичлиги. Мазут ва ҳар қандай нефть маҳсулотларининг зичлик кўрсаткичларининг амалиётдаги аҳамияти катта.

Бошқа физик-химиявий кўрсаткичлар қатори нефть маҳсулотини химиявий табиати, келиб чиқиши ва маҳсулотнинг сифатини кўрсатадиган катгалик. Зичлик кўрсаткичларидан мазут

сақланадиган мосламаларнинг ҳажмини, мазутни бир жойдан иккинчи жойга ташишга сарфланадиган энергияни ҳисоблашда фойдаланилади.

Амалиёт мақсади учун нисбий зичликни  $t_1$  ҳароратдаги дистилланган сувнинг зичликка нисбатидир. Бизнинг республикамызда сув учун  $t_2=20^{\circ}\text{C}$  стандарт ҳарорат деб олинган. Бошқа давлатларда нефть маҳсулоти ва сув учун  $t_1 = t_2 = 60^{\circ}\text{F}$  ёки  $15^{\circ}\text{C}$  деб стандарт ҳарорат қабул қилинган. Шундай қилиб,  $\rho_4^{20}$  ёки  $\rho_{15}^{15}$  аниқланади.

Сувнинг зичлиги  $4^{\circ}\text{C}$  да  $1 \text{ г/см}^3$  тенг бўлгани учун нисбий ва муқобил зичлиги бир-бировига тенг. Тўғридан – тўғри ҳайдалган мазутнинг нисбий зичлиги 0,95 дан ошмайди; крекинг мазутнинг, шу жумладан, кўп олтингугуртли мазутнинг нисбий зичлиги 1,0 кўп ва айрим ҳолларда 1,06 ни ташкил қилади. Бир хил хом ашёдан олинган ёқилғилар учун зичлик ва қовушқоқлик орасидаги маълум боғлиқлик мавжуд: зичлик ошиши билан унинг қовушқоқлиги ҳам ошиб боради. Зичликка ҳарорат ва босим ҳам таъсир қилади. Ҳарорат ошиши билан мазутларнинг нисбий зичлиги пасайиб боради: кўп нефть маҳсулотлари учун Д. И. Менделеев томонидан топилган тўғри чизиқ қонунига биноан зичлик ҳароратга қараб ўзгариб боради ва қуйидаги тенглама билан аниқланади.

$$\rho_4^t = \rho_4^{20} - \alpha(t - 20) \quad (5.1.)$$

бунда  $\rho$  - стандарт ҳароратдаги мазутнинг нисбий зичлиги;

$t$  - мазутнинг ҳарорати;

$\alpha$  -  $1^{\circ}\text{C}$  ҳароратнинг ўзгаришида зичликнинг ўзгариш қўшимчаси.

Босимнинг зичликка таъсири ҳарорат таъсирига қараганда кам бўлади. Босимнинг 100 МПа гача кўтарилиши зичлигини 5-7% гача пасайтиради.

Баъзи бир  $\alpha$  нинг қиймати қуйидаги жадвалда келтирилган:

5.1-жадвал

| Зичлик          | Уртача $1^{\circ}\text{C}$ ҳарорат ўзгаришига қўшимча |
|-----------------|---|
| 0, 9400-0, 9499 | 0, 000581   |
| 0, 9500-0, 9599 | 0, 000576   |
| 0, 9600-0, 9699 | 0, 000554   |
| 0, 9700-0, 9799 | 0, 000541   |
| 0, 9800-0, 9899 | 0, 000528   |
| 0, 9900-1, 0000 | 0, 000515   |

Зичлик қовушқоқлик билан бирга мазутларда сувни ажратиш ва механик қолдиқларнинг чўкиши шароитларини аниқлайди.

| Зичлик              | Ажратиш   |
|---------------------|---|
| 1 <math>\rho</math> | 100-200 соат                                      |
| 0,98-1,01           | 200 соатдан кўп                                   |
| 1, 05               | ажратиш қийин, чунки мазут сувнинг тагида бўлади. |

## 5.7. СУЮҚ ЁҚИЛҒИЛАРНИНГ САҚЛАНИШИ.

Суюқ ёқилғилар махсус омборхоналарда сақланади. Сақлаш шароитлари суюқ ёқилғиларнинг ёниш ва портлаш даражаси билан белгиланади.

Барча нефть маҳсулотлари ёниш хавфлиги даражасига кўра 4 та туркумга бўлинади.

Биринчи туркумга осон ёниб кетадиган нефть маҳсулотлари киради: бензин, лигроин. Уларда бирдан ёниш ҳарорати 28°C дан паст.

Иккинчи туркумга ёритиш ва трактор учун керосин киради. Уларда бирдан ёниш ҳарорати 28-45°C оралиғида бўлади.

Учинчи туркумга 45-120°C оралиғида бўлган бирдан ёниш ҳароратига эга суюқ нефть маҳсулотлари: дизель ёқилғиси ва мазут киради.

Тўртинчи туркумга бирдан ёниш ҳарорати 120°C дан юқори бўлган суюқ ва қаттиқ нефть маҳсулотлари киради: суртгич ёғлар, парафин, асфальт, битум, ва бошқалар.

Суюқ ёқилғилар кўп миқдорда металл бетон ва темир бетон ҳажмларда, кам миқдорда эса бочка ва бидонларда сақланади.

Айрим оғир ёқилғини омборхонада сақлаш учун иккита резервуар ажратилади. Ҳар қайси резервуар ёқилғини иситиш учун қурилма, фойдаланиш қулайлиги ва хавфсизлиги учун мосламалар билан таъминланади.

Истеъмолчиларга ёқилғини бериш учун насослар ўрнатилган. Истеъмолчиларга ёқилғи насослар билан берилганда у филтрлардан ўтади ва унда механик қолдиқларидан тозаланиди.

Одатда суюқ ёқилғи омборхоналарга темир йўл цистерналарда олиб келинади. Юқори қовушқоқлик мазут қотиб қолади, шунинг учун қовушқоқликни камайтириш учун ва уни окизишда цистерналар иситилади. Иситилган мазут буғ билан иситилган резервуарларга берилади.

## НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Суюқ ёқилғининг қандай афзалликлари ва камчиликлари бор?
2. Нефтнинг келиб чиқишини айтиб беринг.
3. Нефтнинг таркиби, тавсифи ва хоссалари нималардан иборат?
4. Нефтнинг қайта ишланиши қандай боради?
5. Нефтнинг қайта ишланишида қандай маҳсулотлар олинади?
6. Нефтни тўғридан-тўғри ёки фракцияли ҳайдаш деб нимага айтилади?
7. Крекинг-жараён деб қандай жараёнга айтилади?
8. Крекингнинг асосий турларини айтиб беринг ва уларнинг тавсифларини келтиринг.
9. Нефтдан олинadиган мазутлар қандай ишлаб чиқилади?
10. Суюқ ёқилғилар қандай қилиб олинади?
11. Қандай суюқ ёқилғиларни биласиз, улар тўғрисида маълумот беринг.
12. Қозонхона ёқилғилари тўғрисида маълумот келтиринг.
13. Мазутларнинг таркиби нималардан иборат?
14. Мазутнинг қандай унсурлари занглашга олиб келади?
15. Мазутларнинг қандай хусусиятларини биласиз?
16. Мазутнинг қовушқоқлиги қандай аҳамиятга эга?
17. Мазутнинг зичлиги қандай қилиб аниқланади ва унинг аҳамияти нималардан иборат?
18. Суюқ ёқилғилар қандай сақланади?

## ГАЗСИМОН ЁҚИЛГИЛАР.

### 6.1. ГАЗСИМОН ЁҚИЛГИ ТУРЛАРИ, ТАРКИБИ ВА УМУМИЙ ТАВСИФЛАРИ.

Сўнги йилларда умумий ёқилги балансида газ ёқилгиси катта аҳамиятга эга бўлиб келмоқда. Энергетика мақсади учун табиий газ ёқилгиси ҳамда газ ёқилгилари (сунъий газлар) ишлатиб келинмоқда.

Газ ёқилгиси энг самарали ёқилги тури бўлиб, ўзининг сифат кўрсаткичлари билан бошқа ёқилги турларидан устун туради.

Газ ёқилгининг асосий афзалликлари қуйидагилардан иборат: кул ва намликнинг йўқлиги; газни дастлаб иситиб олиб, юқори ёниш иссиқлигини олиш имкони; кам ортиқча ҳаво билан ёниш самарадорлигига эга бўлиш; ёниш жараёнини бошқариш, уни тўлиқ механизациялаш ва автоматлаштиришнинг осонлиги; газ қурилмаларининг оддийлиги; истеъмолчиларга етказиб бериш қулайлиги; ўтхона ва печ қурилмаларини ишлатишда яхши санитар-гигиеник шароитларини яратишдан иборат. Ундан ташқари табиий газлар юқори ёниш иссиқлигига эга бўлиб, уни қазиб олиш ва ташнишга сарфланган маблағлар энг кичик кўрсаткичларга эга.

Газ ёқилгининг афзаллиги бир тарафдан бошқа тур ёқилгилари билан халқ хўжалигининг турли соҳаларида, жумладан, энергетикада ҳам алмаштириш техника-иқтисодий мақсадида қулайдир.

Газ ёқилгиларининг барча турлари келиб чиқишига кўра иккита гуруҳга бўлиш мумкин: табиий ва сунъий газларга.

Газ ёқилгиси ёнувчи ва ёнмайдиган таркибий қисмларнинг механик аралашмасидан иборат.

Газ ёқилгиларни ёнувчан таркибий қисми газсимон углеводородлар (метан, этан, пропан, бутан, пентан)дан, водород ва углерод (II) оксиддан ташкил топган, ёнмайдиган таркиб қисмига углерод (IV) оксид, азот ва кислород киради. Ёнмайдиган таркибий қисми газ ёқилгининг балласти ҳисобланади.

Қазилма ва қайта ишлаш йўли билан олинган газ ёқилгилар таркибида ҳар доим баъзи керакмас қолдиқлар ҳам бўлиши мум -

кин. Уларга водород сульфид, водород цианид, аммиак, смолали моддалар, сув буғи, кўмир ва минерал чанглар киради. Улар газ ёқилғини тозалашда ажратиб ташланади.

Энергетикада ишлатиладиган ёнувчи газларнинг энг муҳим тавсифи бу уларнинг ёниш иссиқлиги, зичлиги, ушбу газларнинг ҳаво билан аралашмаси портлаш микдор чегарасидир.

Газ ёқилғисининг зичлиги газ омборхоналари (газголдерлар) ҳажмини белгилайдиган кўрсаткичидир (берилган ҳажмда энергиянинг тўплаш микдорини маълум босимда белгилайди).

Газ ва ҳавонинг зичлик нисбати хоналарда, кудук чуқурларида ва бошқа жойларда газ аралашмасини уларнинг устки ва пастки қисмларида тўпланиб қолиши мумкинлигини белгилайди. Маълумки, метан ва айниқса, водороднинг зичлиги ҳавоникига қараганда анча паст. Этилен, этан, углерод (II) оксид ва водород сульфид зичлиги эса тахминан ҳавонинг зичлигига тенг бўлади; пропан, н-бутан, пропилен, н-бутилен, углерод (IV) оксидларининг зичлиги эса ҳавонинг зичлигидан юқори.

Газ аралашмасининг зичлиги унинг ташкил қилувчи унсурларини ўртача ўлчанган зичлиги билан аддитив қонунига биноан аниқланади:

$$\rho_{ар} = \sum_{i=1}^k \frac{C_i}{100} \rho_i \quad (6.1.)$$

газ ёқилғиларининг ҳаво билан аралашмаси ташқи ёндириш воситаси билан маълум чегарада портлаш мумкинлиги портлаш концентрация чегараси деб айтилади.

Газ ёқилғи унсурларининг тавсифлари.

6.1-жадвал.

| Унсур   | Ифода                          | Зичлик,<br>кг/м <sup>3</sup><br>(0,101Мпа<br>ва 273 К) | Зичлик,<br>ҳавога<br>нисбатан | Портлаш<br>концентрация<br>чегараси |
|---------|--------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1       | 2                              | 3  | 4                             | 5                                   |
| Метан   | CH <sub>4</sub>                | 0.72   | 0,54                          | 5-15                                |
| Этан    | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>  | 1.34   | 1,03                          | 3-12                                |
| Пропан  | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>  | 1.97   | 1,51                          | 2-10                                |
| н-бутан | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 2.60   | 2,00                          | 2-8                                 |



| 1                    | 2        | 3       | 4    | 5     |
|----------------------|----------|---------|------|-------|
| Этилен               | $C_2H_4$ | 1,25    | 0,96 | 2-32  |
| Пропилен             | $C_3H_6$ | 1,88    | 1.45 | 2-11  |
| н-бутилен            | $C_4H_8$ | 2,50    | 1.95 | 2-9   |
| Водород              | $H_2$    | 0,09    | 0.07 | 4-66  |
| Углерод(II)<br>оксид | CO       | 1,25    | 0.96 | 12-75 |
| Водород<br>сульфид   | $H_2S$   | 1,52    | 1.17 | 4-45  |
|                      |          | Балласт |      |       |
| Углерод(IV)<br>оксид | $CO_2$   | 1,96    | 0,52 | -     |
| Азот                 | $N_2$    | 1,25    | 0.97 | -     |

Газ ёқилғиси унсурлари тавсифлари б.1-жадвалда келтирилган.

Жадвалдан кўриниб турибдики, энг юқори портлаш чегараси водород ва углерод (II) оксид эга, углеводородлардан эса – этилен эга. (водород сульфиднинг кўрсаткичини инобатга ҳам олмасак бўлади, чунки унинг микдори ёқилғида жуда ҳам кам). Қолган углеводородларга эса портлаш концентрация чегарасининг орасига яқин.

Газлар аралашмаси учун портлашнинг паст чегараси қуйидаги тенгламадан топилади:

$$X = \frac{1}{\sum_{i=1}^n c_i / x_i} \quad (6.2.)$$

бунда  $x_i$  ҳаводаги  $i$  компонентнинг концентрацияси у портлашнинг паст чегарасига тенг;  
 $x$  - худди шу аралашмага тегишли.

## 6.2. ТАБИЙ ЁНУВЧИ ГАЗЛАР, УЛАРНИНГ ОЛИНИШИ ВА ИШЛАТИЛИШИ.

Табиий газларга ердан қазиб олинadиган ёнувчи газлар киради. Таркибига кўра улар қуйидаги гуруҳларга бўлинади: углеводородли: унинг таркибида камида 50% ҳар хил углеводородлар бор; углерод (IV) оксидли унинг таркибини асосан метан ва кўп қисмини углерод (IV) оксид ташкил қилади (35% гача); азотли:

унинг таркибини асосан метан, оғир углеводородлар ва кўп қисмини (45% ва ундан юқори) азот ташкил қилади; аралашмали: улар углеводород, углерод (IV) оксид ва азотларнинг аралашмасидан иборат.

Газ ёқилғиси сифатида асосан углеводородли газлар ишлатилади. Табиий углеводородли ёқилғилар шартли равишда табиий газларга, улар фақат газ конларидан олинади ва йўлдош газларга – улар нефть қудуқларидан нефть билан бирга чиқади.

Табиий газларнинг ёнувчи унсурларига метан, айрим конларнинг газидан унинг миқдори 99% ни ташкил қилади ва унинг гомологлари: этан, пропан, бутан ва бошқалар киради. Табиий газларда водород, углерод (II) оксид ҳамда кислород йўқ бўлади. Ёнмайдиган қисмини (балластни) азот (0,1-10%) ва углерод (IV) оксиди ташкил қилади.

Табиий газларнинг ёнувчи қисмига кўра газлар қуруқ ёки иссиғи камига бўлинади, уларда оғир углеводородларнинг (пропан ва ундан юқори) миқдори  $50 \text{ г/м}^3$  дан ошмайди ва иссиғи кўпига унда оғир углеводородларнинг миқдори  $150 \text{ г/м}^3$  дан кўпини ташкил қилади. Оғир углеводородларнинг миқдори 50 дан  $150 \text{ г/м}^3$  гача ташкил қилувчи газлар оралиқ гуруҳини ташкил этади.

Кўп табиий газларда олтингугуртли бирикмалар йўқ, айримлариникида эса унинг миқдори кам.

Фақат газли конлардан олинган табиий газларнинг ёниш иссиқлиги ўртача  $31,5\text{-}38 \text{ Мж/м}^3$  ни ташкил қилади. Кўп миқдорда оғир углеводородларга эга табиий газларнинг ёниш иссиқлиги  $49 \text{ Мж/кг}$  га тенг бўлиши мумкин.

Табиий газлар ер қобиғининг тоғ жинсларида тўпланиб, газ қатламларини ҳосил қилади. Бундай жинслар ғовак тузилишда бўлади (қумтош, оҳактош ва бошқалар). Газ қатламларини усти ва таги газ ўтказмайдиган жинслар билан чегараланган бўлади. Кўп ҳолларда газ конлари ер қобиғининг қат–қатини кавариғи юқорига қаратилган бўлади: бунда газ гүмбазнинг юқори қисмида,  $4,9\text{-}5,9 \text{ Мн/м}^2$  ва ундан ҳам юқори босим остида тўпланиб туради.

Газни қазиб олиш учун, газ қатламигача қудуқ бурғиланади. Бунда худди нефтнинг олинишидек қудуқни бурғилаш усуллари қўлланилади. Бурғиланган қудуқ, юқорида беркитиш арматураси билан таъминланган қувурлар билан жиҳозланади. Қатламли босим таъсирида газ фаввораланади ва махсус ташиш йўллари билан тозалаш ва қуритишга, сўнг газ қувурлари ва истеъмолчиларга юборилади.

Йўлдош газлар ер остидан нефть билан бирга олинади ва ундан босқичли сеператорлар ёрдамида нефть траплари, колонкалар ва газ сеператорларда ажратилади.

Республика газ қазиб чиқариш саноатида табиий газни ва газ конденсатини қайта ишлаш билан боғлиқ ишлаб чиқаришларни ривожлантиришга катта умид боғламоқда.

Энг йирик газ конлари Жанубий–ғарбий Ҳисор ва Бухоро–Хива нефть ва газли минтақаларида жойлашган бўлиб, булар Шўртан ва Муборак гуруҳларига кирувчи конлардир.

Қазиб олинаётган газлар таркибида этан, пропан, бутан ва бошқа унсурлар мавжуд бўлиб, улар полимер материаллар – полиэтилен, поливинилхлорид ва бошқа моддаларни олиш учун яроқлидир. Бундан ташқари, Шўртан газкимё комплексидан олинаётган пропандан нитрилакрил кислотаси олиниб, ундан нитрон толаси ишлаб чиқариш мумкин.

Газни ва газ конденсатини қайта ишлаш бўйича ишлаб турган ва лойиҳалаштирилаётган объектларнинг ҳаммасида олтингургуртли бирикмалардан фойдаланиш назарда тутилган.

Табиий газ ёқилғилар орасида энг арзон ёқилғи ҳисобланади. Унинг қазиб олиш учун сарфланган маблағлар кўмирникига қараганда 12 барабар, нефтникига қараганда 2,5 барабар кам.

Табиий газнинг ёниш иссиқлиги юқори бўлгани учун иссиқлик электр станцияларида ва буғ генератор қурилмаларининг ўтхоналарида энергетикавий ёқилғи сифатида кенг қўламда ишлатилиши келинмоқда.

Энергетика соҳасида табиий газ мавсумий ёқилғи бўлиб ишлатилади, айниқса ёз пайтида, чунки бу вақтда газнинг маиший истеъмол қилиниши камаяди.

Юқори техника – иқтисодий самарадорлиги билан табиий газ домнали ишлаб чиқаришда технологик жараёнларида, пўлатни ишлаб чиқаришда, ойна ва цементни тайёрлашда ва бошқаларда ишлатилади. Табиий газ кўп миқдорда коммунал маиший мақсадлари учун ҳам сарфланади.

### 6.3. ЁНУВЧИ ГАЗ МАҲСУЛОТЛАРИ, УЛАРНИНГ ИШЛАТИЛИШИ.

Ёнувчи газ маҳсулотларига қуйидагилар киради:

а) Нефтни қайта ишлаб чиқаришдан олинган газ маҳсулотлари (крекинг гази ва бошқалар);

б) Каттик ёқилғиларнинг термохимиявий қайта ишлаб чиқаришдан ҳосил бўлган маҳсулотлар (коксли, чала коксли газ ва бошқалар);

в) Каттик ёқилғининг қолдиқсиз газлаштириш натижасида олинадиган газлар (генератор гази);

г) Домна печларида чўян ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган газсимон керакмас маҳсулотлар (домнали ёки қалай-никелли газлар).

Нефтнинг фракцияларга ҳайдалишида тўғридан-тўғри ҳайдалган газ олинади, унинг таркибига пропан (7-18%) ва бутан (13-30%) киради. Пропан-бутанли углеводородлар суюлтирилган газ олиш учун хом ашё вазифасини бажаради.

Нефтнинг термик ва термокаталик қайта ишланишда газлар олинади, уларнинг таркибига кўп миқдорда тўйинмаган углеводородлар (олефинлар) киради. Углеводородларнинг чиқиши, энг аввало, қайта ишланишининг тавсифига ва турига боғлиқ бўлади. Шундай қилиб, нефтнинг термик крекингда газнинг ҳосил бўлиши 8-14%, каталик крекингда 16-28%, пиролизда 40-47% ташкил қилади.

Нефтдан олинган газларнинг ёниш иссиқлиги тахминан 46 Мж/м<sup>3</sup> га тенг. Улар ёқилғи сифатида кенг ишлатилиб келинмоқда, химиявий қайта ишлаш учун зарур хом ашё ҳисобланади.

Коксли газ тошкўмирларни кокслашда керакмас маҳсулот сифатида бўлади. Коксни олиш жараёнида учувчан кокс маҳсулотлари коксли печдан ҳам (тўғри) кокс гази кўринишида чиқади. У кўп миқдорда қимматбаҳо маҳсулотларидан бензолли углеводородларидан, аммиак, водород сульфид, нафталин, циан ва бошқа бирикмалардан иборат. Тўғри кокс гази ишланади, ишлаш натижасида қимматбаҳо қўшимчаларнинг кўп қисми ушланади ва конденсатланади. Ишлашдан чиққан газ тескари кокс гази ёки кокс гази деб номланади; истеъмолчиларга фойдаланишга юборилади. Кокс гази чиқиши ва таркиби кўмирнинг сифатига ва кокслаш тартибига боғлиқ бўлади.

Кокс гази таркибига ўртача 60% водород, 23% метан, 2% оғир углеводородлар, 6,5% углерод (II) оксид, 2,5% углерод (IV) оксид, 5,0% азот ва 1% кислород киради.

Кокс газининг ёниш иссиқлиги 16,8-18,8 Мж/м<sup>3</sup> га тенг. Кокс газини бир тонна қуруқ шихтадан ўртача чиқиши 300-350 м<sup>3</sup> ни ташкил қилади.

Кокс гази юқори ҳароратга эга металлургик печларни иситиш, кокс химиявий цехларнинг ўз эҳтиёжларини кондириш ва коммунал-маиший мақсадлар учун қўлланилади. Унинг ортиқчаси металлургик корхоналарнинг иссиқлик электр марказлар (ИЭМ) буғ генераторларнинг ўтхонасида ёқиш учун ишлатилади. Айрим ҳолларда, кокс газларидан водородни ажратиб олиш учун хом ашё сифатида ҳам ишлатилади.

Ёритгич газни таркиби ва хусусияти кокс газиникига ўхшаб кетади, у тобланмаган тошқўмирларни газларидан кокслаш жараёнида олинади. Ёритгич дейилиши, у аввал фақат ёритиш учун ишлатиларди. Ҳозирги пайтда у бошқа газлар аралашмаси билан бирга маиший ва технологик мақсади учун ишлатилади.

Кокслаш усули билан бошқа тур ёқилғиларидан, жумладан сланецлардан ҳам, ёнувчи газлар олинади. Бир тонна қуруқ шихтадан сланец газларнинг чиқиши 250-300 м<sup>3</sup> ни ташкил қилади. Унинг ёниш иссиқлиги 18,8 Мж/м<sup>3</sup> ни ташкил қилади. Сланецли газ биринчи навбатда маиший мақсадлари учун ишлатилади.

Чала кокс гази тошқўмирларнинг чала кокслашда қўшимча маҳсулот сифатида олинади. У углеводородларнинг катта миқдори билан тавсифланади. Чала кокс газини ёниш иссиқлиги дастлабки хом ашёга боғлиқ бўлади: тошқўмирларни чала кокслашда у 20,93-27,20 Мж/м<sup>3</sup> ни ташкил қилади. Чала кокс газининг чиқиши бир тонна қуруқ шихтадан ўртача 100 м<sup>3</sup> га тенг. Чала кокс газини кокслаш жараёнида ўз эҳтиёжларини кондириш учун ҳамда маиший мақсадда ишлатилади.

Сўнги йилларда маиший мақсадлари, ички ёнув двигателларнинг қурилмаларида ва нефть химиянинг эҳтиёжи учун суяқ ёки суюлтирилган углеводород газлари кенг қўлланилмоқда.

Уларнинг олинишда асосий манба бўлиб йўлдош газлари, нефть маҳсулотлари, нефть ва нефть маҳсулотларини термохимиявий ҳар хил турларидан қайта ишланишдан олинанидан маҳсулотлар ҳамда қаттиқ ва суяқ ёқилғиларни деструктив гидрогенизациялашган газлари хизмат қилади. Химиявий таркибига кўра

суьлтирилган углеводород газлари асосан пропан ва бутан газлари аралашмасидан иборат.

Кам микдорда уларда бошқа углеводородлар ҳам бор (этан, пропан).

Суьлтирилган углеводород газлари унча юқори бўлмаган босим остида бўлади ( $0,2-1,57\text{Мн}/\text{м}^3$ ). Суьқ газларни ишлатишда аввал уларни босими пасайтирилади, натижада улар газсимон ҳолатига ўтади.

Пропан–бутан аралашмасидан иборат суьлтирилган углеводород газларининг ёниш иссиқлиги  $90\text{ Мж}/\text{м}^3$  дан юқори бўлади.

Генератор газлари қаттиқ ёқилғиларнинг тўлиқ (қолдиқсиз) газларни маҳсулотидир. Газланиш - ёқилғининг ёнувчи қисмини ёнувчи газларга тўлиқ ўзгартиришдаги термохимиявий жараёнга айтилади. Газланиш юқори ҳароратда эркин ва боғланган кислород борлигида амалга оширилади.

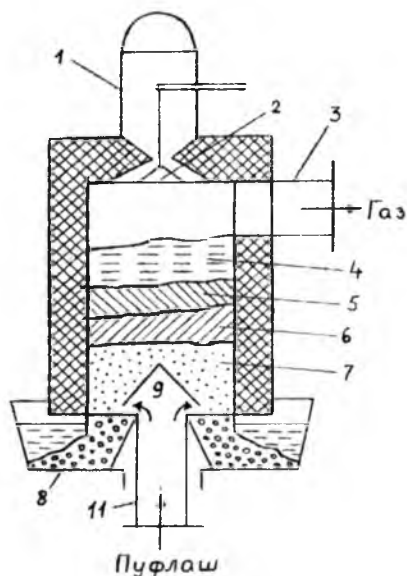
Қаттиқ ёқилғининг газланиши амалга оширадиган қурилма газ генератори дейилади.

Газ генераторни ишчи жараёнининг чизмаси 6.1-расмда кўрсатилган.

Газ генераторнинг ёқилғи билан юкланиши юқоридан, конусли затвор билан таъминланган юклаш қурилма билан амалга оширилади. Газ генератор шахтасига берилаётган ёқилғининг қалинлиги  $0,5\text{ м}$  ва ундан ҳам кўп қатламда шахтанинг паст жойига ўтхона панжарасига жойлаштирилади. Газлантирувчи реагент (пуфлаш) ўтхона панжараси тагига юборилади. Ҳосил бўлган генератор газни олиб кетадиган қувурдан кетади, у кўмир қатламининг устида, шахтани юқори қисмида жойлашган бўлади. Кул газ генераторини пастги қисмига жойлашган сув затвори орқали халос этилади.

Газ генераторида бир вақтда қуритиш ва ёқилғини қурук ҳайдалишида, кокс ҳосил қилиниши, тикланиш ва оксидланиш жараёнлари ҳамда шлак ҳосил қилиниши ўтиб боради.

Газ генераторли жараёнини ўрганишда газлаштирилаётган ёқилғининг қатлам баландлигига кўра алоҳида зоналар кўрилади. Бундай зоналар қуйидагича бўлади: шлак ва кул зонаси, оксидланиш ёки кислородли зона, қурук ҳайдаш зонаси ва ёқилғини қуритиш зонаси.



6.1-расм. Газ генераторининг ишчи жараёнининг чизмаси.

1-юклаш қурилмаси; 2-конусли затвор; 3-генератор газини олиб келиш учун патрубок; 4-қуригиш зонаси; 5-қурук ҳайдаш зонаси; 6-тикланиш зонаси; 7-оксидланиш зонаси; 8-шлак зонаси; 9-ўтхона панжараси; 10-гидравлик затвори; 11-пуфлаш патрубоки.

Ўтхона панжараси тагига берилаётган пуфлаш шлак қатламидан ўтиб, исиб боради. Ундан кейин пуфлаш газлаштирилаётган ёқилги қатлами тагига юборилади. Бу зонада пуфлаш кислороди ўта қиздирилган коксининг углероди билан қуйидаги реакцияга қўра бирикади:



кўп миқдорда углерод (IV) оксид ва кам миқдорда углерод (II) оксид ҳосил бўлиши мумкин.

Газ генераторининг шахтасидан юқорилашиб, пуфлаш оксидлаш зонаси ва сув буғи реакция маҳсулотлари эркин кислороди йўқ зонага етиб боради. Бу зонада углерод (IV) оксидининг тикланиши ва сув буғларининг парчаланиши ўта қиздирилган кокснинг углероди билан қуйидаги реакциялар ёрдамида кечади:



эркин кислороди йўқ ва тикланиш реакциялари кечиб ўтадиган ёқилғининг бир қисми - бу тиклаш зонасидир.

Ёқилғининг газлаштираётган асосий жараёнлари оксидлаш ва тиклаш зоналарида кечади, шунинг учун бу зоналар бирга газлаштириш зонаси дейилади. Ёқилғи газлаштирилаётган ёнувчи маҳсулотларининг таъсири натижасида тиклаш зонаси устида қуруқ ҳайдалади; бу жараёнда учувчан моддаларнинг ажралиб чиқиши ва кокс ҳосил бўлиши кузатилади. Бунда газлаштирилаётган маҳсулотлар учувчан моддалар билан аралашиб кетади. Бу жараёнлар кечадиган ёқилғи қатламининг жойи қуруқ ҳайдаш зонаси дейилади.

Ёқилғининг устки қисмига қуритиш зонаси дейилади, чунки бу ерда ёқилғи намининг буғланиши газ генераторининг юқори қисмига кўтарилаётган газларнинг иссиқлиги ҳисобига кечади. Қуруқ ҳайдаш зонаси билан қуритиш зонаси бирга ёқилғини тайёрлаш зонасини ташкил қилади.

Газлаштириш учун турли хил қаттиқ ёқилғилар ишлатилиши мумкин бўлади (ўтин, торф, қазилма кўмир, антрацит, кокс). Аммо минерал қўшимчаларнинг кўп миқдорига эга ёқилғилар кичик термик ва мустақамлик чидамлилиги ва юқори тобланишига эгаллиги газлаштирилиш учун тўғри келмайди.

Пуфлаш учун атмосферали ҳаво, сув буғлари, буғ ҳаво аралашмалари ва бошқа реагентлардан фойдаланилади.

Пуфлаш тавсифига кўра генератор газлари қуйидаги турларига бўлинади: ҳаволи, сувли, аралашмали ва бошқаларга.



## 6.4. ЁНУВЧИ ГАЗЛАРНИ ТОЗАЛАШ, УЛАРГА ХИД КЎШИШ ВА САҚЛАШ.

Ёнувчи газларни тозалаш. Ер қатлаמידан олинган табиий газларда ҳамда қатттик ва суюқ ёқилгилардан қайта ишлаш натижасида олинган сунъий газларнинг таркибида қатор керакмас моддалар бор; улар газдан фойдаланганда захарли бўлиши мумкин ва химиявий қайта ишлашда қимматбаҳо хом ашё сифатида олинishi мумкин.

Табиий газларнинг асосий керакмас қўшимчаларига қуйидагилар кирази: намлик, механик қолдиқлар ва водород сульфид.

Ундан ташқари газ маҳсулотларида юқорида келтирилганлардан ташқари: смолали моддалар, аммиак, нафталин, цианидди бирикмалар ва бошқалар учраши мумкин.

Юқорида келтирилган қўшимчаларни истеъмолчиларга юборишдан аввал ўз таркибидан чиқариб ташлаш мақсадида, ёнувчи газлар қуйидагича ишланиши мумкин:

1. Газни совутиш ва қуритиш – сувдан қутилиш мақсадида;
2. Газни механикавий тозалаш – смола ва дағал қолдиқлардан қутилиш мақсадида;
3. Физик – химиявий тозалаш;
4. Нафталин, водород сульфид, цианид бирикмалари, аммиак ва бошқа қўшимчалардан қутилишга боғлиқ жараёнлар.

Ёнувчи газларни хоналарда ўз вақтида топиш мақсадида (улар ўз хидига эга эмаслар, мисол учун табиий газлар) уларга хид қўшилади.

Хид қўшилиш жараёни ёнувчи газга кам миқдорда енгил учувчан ва ўткир хидга эга суюқлик қўшилишдан иборат.

Шундай суюқлик сифатида этилмеркаптандан фойдаланилади ( $C_2H_5SH$ ).

Ёнувчи газларни сақлаш. Ёнувчи газлардан йил, ҳафта ва сутка давомида фойдаланиш бир меъёрда кечмайди.

Газ ҳафта ва сутка давомида бир хил сарфланмаслиги туфайли айрим истеъмолчиларнинг газ билан таъминланишларида узилишларга олиб келади. Сутка ва ҳафта давомида газдан фойдаланишни бир маромга келтириш, уларни ортиқчасини ер устидаги

махсус металл резервуарларда – газголдерларда сақлаш йўли билан ҳал қилинади. Газнинг катта ҳажмларини сақлаш учун 50 дан 100 минг м<sup>3</sup> гача газ сиғимига эга йирик газголдерли станциялар қурилмоқда. Газнинг катта ҳажмини энг самарали усул билан сақлаш - бу газни ер тагида сақлашдир.

Газни ер тагида сақлаш учун энг аввало ишлатилиб бўлинган нефть ва газ конлари ҳамда ишлатилиб бўлинган кўмир қатламлар жойларидан ҳам фойдаланиш мумкин.

## НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Газсимон ёқилғилар қандай афзалликларга эга?
2. Газсимон ёқилғилар тури ва таркибини айтиб беринг.
3. Табиий газ деб қандай газга айтилади ва у қандай олинади?
4. Табиий газларнинг асосий конларини айтиб беринг.
5. Табиий газлар қандай мақсадлар учун ишлатилади?
6. Ёнувчи газ маҳсулотларига қайси газлар киради?
7. Каттиқ ёқилғининг газлаштирилиши нималардан иборат?
8. Ёнувчи газларнинг тозаланиши қандай бажарилади?
9. Газларга ҳид қўшилиши (одоризация) нима учун қилинади?
10. Табиий газлар қандай сақланади?
11. Табиий газларни истеъмолчиларга юборилишдан аввал қандай ишлар бажарилади?

## ЕТТИНЧИ БОБ

### ЁНИШ ЖАРАЁНИ.

#### 7.1. ЁНИШ ТЎҒРИСИДА ТУШУНЧА.

Иссиқлик олиш мақсадида қазилма органик ёқилғининг ёниш жараёнидан саноатда, ҳамда маиший соҳаларда кенг фойдаланилиб келинмоқда.

Бошқариладиган ёниш жараёнлари ёқиш камера деб номланган махсус қурилмаларда олиб борилади. Ёқиш камераларига буғ генераторларининг ўтхоналари, газ уюрмали қурилмалари, иситиш пешларининг ёқиш камералари ва энергетик қурилмаларини бошқа генераторлари тааллуқли дейишимиз мумкин.

Ёниш жараёни - бу ёқилғининг мураккаб физик-химиявий оксидланиш жараёни бўлиб, интенсив иссиқлик ажралиши билан кечади ва газсимон ёниш маҳсулотларининг ҳарорати ошиб бориши билан тавсифланади.

Ёниш жараёни ёқилғи ва оксидлантирувчи борлигида кечиши мумкин. Кенг тарқалган оксидлантирувчи бу ҳавонинг кислородидир, органик ёқилғиларни барча турлари ёниш жараёнида иштирок этади.

Ҳаво ҳар хил газлар аралашмасидан иборат:

Ҳажмига кўра

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| азот                          | 78,08% |
| кислород                      | 20,7%  |
| углерод (IV)оксид             | 0,03%  |
| сув буғи                      | 0,47%  |
| аргон, азот                   | 1%     |
| гелий, неон, ксенон, криптон. | Излари |

Одатда оддийлаштириш мақсадида ҳаво таркиби қуруқ деб ҳисобланади. Ҳароратга боғлиқ сув буғининг ҳаво буғининг таркибига таъсири кам: мисол учун 20 °С ҳароратда ва нисбий намлик 4=60% да, намлик миқдори 12 г/м<sup>3</sup> дан юқори эмас; намланган ҳавода ҳажмга кўра 1% ни ташкил қилади. Бунда қуруқ ҳаво таркиби, агарда ундаги кам миқдорга эга аргон, углерод (IV) оксид ва бошқа газларни инобатга олмасак, % да қуйидагиларга барабар:

|          | Ҳажмга кўра % да | массага кўра % да |
|----------|------------------|-------------------|
| Кислород | 21               | 23                |
| Азот     | 79               | 77                |

Азот оксидланиш жараёнларида деярли иштирок этмайдиган газдир.

Ёқилғининг агрегат ҳолатига ва оксидлантирувчисига кўра ёниш реакцияси гомоген ва гетерогенлигига бўлинади.

Ёқилғи ва оксидлантирувчи бир хил агрегат ҳолатида кечадиган реакция гомоген реакцияси деб номланади. Улар реакцияга киришувчи моддаларнинг орасида сиртли бўлиниши йўқлиги билан тавсифланади.

Газ ёқилғисининг ёниши бу гомогенли ёнишдир. Ёқилғи ва оксидлантувчи ҳар хил агрегат ҳолатида кечадиган реакция гетероген реакция деб айтилади. Бу реакция фазаларнинг бўлиш сиртида кечади.

Қаттиқ ва суяқ ёқилғиларнинг ёниши гетероген реакцияларга тегишли. Ушбу ҳарорат ва босимда ёқилғи ва оксидлантувчи ёнувчи моддаларнинг аралашмаси, иссиқлик ички энергиясидан ташқари, химиявий энергияга ҳам эга.

Химиявий энергия ажралиб чиқадиган ва ютиладиган энергиянинг ёқилғи моддаларини ва оксидлантувчи орасидаги химиявий реакция кечишини назарда тутати. Ёниш жараёнида реакцияга кирувчи моддаларни атом-молекуляр ўзаро таъсири бўлади.

Шундай қилиб, ёниш бу ёқилғининг бошланғич моддаларида электрон қобиғининг бузилишини содир этади ва ёниш маҳсулотлари молекулалари ҳосил бўлиши билан давом эттирилади.

Кўрсатилган физик-химиявий реакциялари натижасида ёқилғининг химиявий энергияси иссиқлик ва нур энергиясига ўзгариши кузатилади.

Ёниш жараёнининг кечиши энергия ва масса сақланиш қонунига мувофиқ ўтиб боради. Бу қонунга мувофиқ бошланғич моддаларнинг масса йиғиндиси охириги моддаларнинг масса йиғиндисига тенг.

Ҳудди шундай ёқилғининг химиявий энергиясининг бошқа тур энергияга ўзгариши энергияни сақланишига мувофиқ маълум нисбатда ўтади.

Ёқилғининг ёнишида кечадиган химиявий реакциялар иссиқликнинг ажралиши (экзотермик) ва ютилиши (эндотермик) билан ўтиши мумкин.

Мисол учун, углерод, водород ва олтингугурт оксидланиши химиявий реакциялари оксидлантувчининг етарли миқдориди иссиқлик ажралиб чиқиши билан кечади ёки улар экзотермик химиявий реакцияларига мансуб. Эндотермик реакциялар мисолида углерод (IV) оксидининг ўта қиздирилган углерод билан ўзаро бирикшини келтириш мумкин:  $(\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO})$ ;

Эндотермик реакциялари натижасида ҳар хил углеводород бирикмалари ҳосил бўлади, мисол учун ацетилен  $(2\text{C} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{C}_2)$  ва бошқалар. Химиявий реакцияларнинг кечиши ҳарорат, босим ва ҳажмга боғлиқ бўлади.

Агарда реакция бир хил ҳарорат ва ҳажмда кечадиган бўлса, бу реакция изохоравий-изотермик реакция дейилади.

Изобаравий-изотермик реакция бир хил ҳарорат ва босимда кечади. Янги моддаларнинг ҳосил қилинишда моддаларни моли сонлари ўзгариши билан давом этиши мумкин. Бир тартибли (мономолекуляр) ва икки тартибли (бимолекуляр) реакцияларини ажратиш мумкин.

Агарда бошланғич битта модданинг парчаланиш натижасида бир неча бошқа моддалар ҳосил бўлса, унда бу реакция бир тартибли реакцияларга тааллуқлидир.

Углерод, водород ва олгинугурт оксидланиш реакциялари икки тартибли реакцияларга тааллуқлидир. Бунда бошланғич моддаларнинг иккита молекуласи ҳосил бўлади.

Ёқилғининг органик моддаларининг ёниш реакцияси газсимон моддаларни ҳосил қилиш билан кечади.

## **7.2. ЁНИШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ИССИҚЛИК ЭФФЕКТИ ВА КИНЕТИКАСИ.**

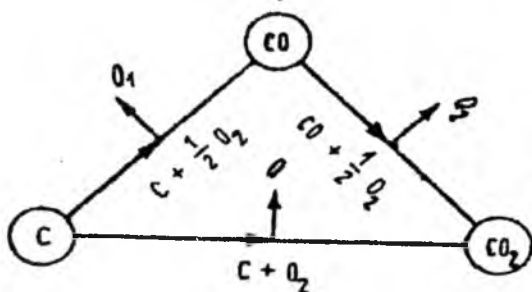
**Иссиқлик эффекти.** Ёқилғининг ёниш реакцияларида реакциянинг иссиқлик эффекти деб, одатда 1 кг қаттиқ ва суюқ ёқилғига, ёки 1 м<sup>3</sup> газсимон ёқилғининг ёниш иссиқлигига қабул қилинган.

Гесс қонунига биноан химиявий реакцияларнинг иссиқлик эффектининг қиймати, унинг оралик ҳолатларига боғлиқ бўлмайди, бошланғич ва охириги моддаларнинг дастлабки ва охириги ҳолатлари билан аниқланади.

Ҳар қандай химиявий реакциядан (ёнишдан) ажралиб чиққан иссиқлик миқдори, химиявий реакция ёниш маҳсулотларининг бирдан ва аста-секин оралик ёниш маҳсулотларини ҳосил қилишдан қаттиқ назар ҳар доим бир хил бўлади.

Гесс қонунининг моҳиятини углерод ёниш реакциясида кўриш мумкин. Углероднинг тўлиқ оксидланиш маҳсулоти - бу углерод (IV) оксидидир, унинг ҳосил бўлиши бевосита, оралик маҳсулот - углерод (II) оксиди орқали кечиши мумкин.

Мумкин бўлган реакцияларнинг чизмаси 7.1- расмда келтирилган.



7.1-расм. Углеродни оксидланиш реакцияларининг чизмаси.

Углерод (II) оксид ҳосил қилиш реакцияси  $Q_1$  иссиқлик эффектига эга оралиқ реакциядир. Оралиқ реакция деб,  $Q_2$  иссиқлик эффектига эга углерод (II) оксиднинг ёниш реакцияси ҳам ҳисобланади. Бу оралиқ реакцияларнинг иссиқлик эффекти йиғиндиси  $C$  углеродни ёнишда  $CO_2$  ҳосил қилиш билан ёниш иссиқлик эффектига тенг, яъни  $Q=Q_1+Q_2=408841$  кЖ/кг моль.

Агарда углерод (II) оксид  $CO$  иссиқлик эффекти  $CO+0,5O_2=CO_2+285623$  кЖ/кг молга тенг бўлса,  $CO$  ҳосил бўлиш иссиқлик эффекти қуйидаги нисбатга кўра топилиши мумкин:

$$Q_1=Q-Q_2=408841-285623=123218 \text{ кЖ/кг моль} \quad (7.1.)$$

Химиявий реакциянинг иссиқлик эффектининг қиймати реакциянинг кечиш шароитига, яъни параметрларга боғлиқдир (ҳарорат, босим ва ҳажмга).

Химиявий реакциянинг иссиқлик сифими қиймати ҳароратга боғлиқлиги Крихгоф қонуни билан тасдиқланади.

Реакциянинг иссиқлик эффекти бошланғич ва охириги реакция маҳсулотларини (ёниш) иссиқлик сифимларининг айирмаси билан аниқланади.

$$\frac{dQ}{dT} = C_1 - C_2 \quad (7.2.)$$

бунда,  $dQ/dT$  реакция ҳароратининг иссиқлик коэффициентли;

$C_1$ -реакцияга киришаётган бошланғич маҳсулотларни ҳақиқий моллик иссиқлик сифимининг йиғиндисиди.

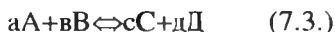
Реакциянинг кечиш шароитига кўра реакцияни иссиқлик ҳарорат коэффициентини доимий босимда  $P = \text{const}$  ёки доимий ҳажмда  $V = \text{const}$  аниқлаш мумкин бўлади. Бунда  $C_1$  ва  $C_2$  ўрнига иссиқлик сифимларини доимий босимда  $C_p$  ёки доимий ҳажмда  $C_v$  йиғиндисидан фойдаланиш мумкин.

Химиявий кинетика. Химиявий реакцияларнинг кечиш механизлари ва умумий қонунлари химиявий кинетикада кўрилади.

Химиявий реакциянинг механизмини оддий ҳолда бундай тасавур қилиш мумкин бўлади. Бошланғич моддаларнинг молекулалари бир – бири билан реакцияга киришишда парчаланиб, бошланғич молекулаларни ҳосил қилиш мумкин. Реакция тўғри ҳамда тескари йўналишда кечиши мумкин ва тезлик билан тавсифланади. Химиявий реакцияларнинг йўналиши ва уларнинг кечиш тезлиги физик-химиявий кинетика қонунлари асосида аниқланади.

Реакциянинг тезлигини аниқлаш шароитлари, реакцияга киришаётган моддаларни концентрациялар нисбатига, ҳарорат ва босимга боғлиқ бўлади.

Бошланғич моддалар А ва В дан бирикиш натижасида янги моддалар С ва Д ни ҳосил қилиш химиявий реакцияни кўриб чиқамиз:



бунда а, в, с, д - реакция коэффициентлари.

Стрелкаларнинг йўналиши, реакциянинг кечиши иккала йўналишда, яъни, тўғри ва тескари йўналишларда бўлиши мумкинлигини кўрсатади.

Янги моддаларни ҳосил қилиш эҳтимоли ёки бошланғичларнинг тикланиш (реакцияни иккала йўналишда кечиши)

реакцияда иштирок этувчи моддаларнинг концентрацияда ифодаланувчи микдорига боғлиқ. Модданинг концентрацияси ҳажм бирлигида моллар сони билан аниқланади:

$$C = n/V, \text{ 1/м}^3 \quad (7.4.)$$

бунда  $C$  - модданинг концентрацияси;  
 $n$  - ушбу модданинг моллар сони;  
 $V$  - ҳажм,  $\text{м}^3$ .

Химиявий реакциянинг бошланишида бошланғич  $A$  ва  $B$  моддаларнинг концентрацияси  $C$  ва  $D$  моддаларни ҳосил қилиш билан аниқланади ва тўғри йўналишдаги  $W_1$  юқори реакция тезлиги билан тавсифланади, унинг тезлиги тескари йўналишдаги -  $W_2$  реакция тезлигидан анча юқори бўлади.

Бошланғич моддаларнинг концентрацияси камайиб бориши билан тўғри реакциянинг  $W_1$  тезлиги пасайиб боради. Янги  $C$  ва  $D$  моддаларнинг концентрацияси кўпайиб бориши билан тескари йўналишдаги  $W_2$  кечиш реакциянинг тезлиги ортиб боради.

Реакция тўғри ва тескари йўналишларда, барабар бўлганда, химиявий мувозанатининг динамик ҳолати ўрнатилади, яъни:

$$W_1 = W_2 \quad (7.5.)$$

(7.3.) тенглама орқали кечадиган реакция қайтар реакцияси дейилади.

Ёқилғининг ёниши қайтмас реакция кечиши билан тавсифланади. Бу вазиятда тўғри йўналишдаги реакция тезлиги тескари йўналишдаги реакциянинг тезлигига қараганда анча юқори. Олинган бошланғич моддалар янги моддаларни ҳосил қилиб, охиригача сарфланади. Тескари йўналишдаги реакция қисқа чегараланган паст тезликда кечади ва шунинг учун бошланғич моддаларнинг ҳосил қилиниши ниҳоятда кам ва уларни инobatга олмаса ҳам бўлади. Химиявий реакция тезлигини бирикаётган моддаларнинг концентрациясига боғлиқлигини таъсир этувчи массалар конуни белгилаб беради. Химиявий реакция тезлиги деганда, молдаги микдорини ҳажм бирлигида, вақт бирлиги давомида ўзгариши тушунилади:

$$W = dc / dt \quad (7.6.)$$



бунда  $W$ -химиявий реакциянинг жуда катта тезлиги;  
 $dc$ -реакцияга киришлаётган моддаларнинг  
 концентрациясини ўзгариши;  
 $dt$ -вақтнинг ўзгариши.

Гомоген реакциясининг тезлиги, реакцияга киришаётгани  
 моддалар концентрациясининг ҳажм бирлигида, вақт бирлиги даво-  
 мида ўзгариши билан аниқланади. Гетероген реакциясининг тезли-  
 ги, моддаларнинг концентрациясининг юза бирлигида, вақт бирлиги  
 давомида ўзгариши билан аниқланади. Таъсир этувчи массалар  
 қонунига кўра, химиявий реакцияларнинг тезлиги, реакцияга кири-  
 шаётган моддаларнинг концентрациясига пропорционалдир.

Таъсир этувчи массалар қонунига биноан (7.5.) хил реакция-  
 лар учун тўғри йўналишдаги  $W_1$  ва тескари йўналишдаги  $W_2$   
 реакция тезликларини қуйидагича тасаввур қилиш мумкин:

$$W_1 = k_1 C_A^a C_B^b;$$

$$W_2 = k_2 C_C^c C_D^d; \quad (7.7)$$

бунда  $C_A^a C_B^b C_C^c C_D^d$ -А, В, С, Д моддаларнинг  
 концентрациясига тегишли;  
 $k_1, k_2$  -химиявий реакциянинг тезлик коэффициенти  
 деб номланадиган пропорционал коэффицент  
 лар.

Реакция тезлигининг ҳароратга боғлиқлиги Аррениус қондаси  
 билан аниқланади. Химиявий реакцияларнинг тезлигини ҳар хил  
 ҳароратда ўзгаришини солиштириш, ҳар хил ҳароратда олинган  
 химиявий реакцияларни тезлик коэффицентлари билан солишти-  
 риш алоҳида олиб борилади.

Кўп сонли ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатадики,  $k_1$  ва  
 $k_2$  реакция тезлиги коэффицентлари ҳароратдан ўзгариши катта.  
 Буни тушунтириш учун Аррениус реакциясига киришаётган модда-  
 ларнинг фаол тўқнашувчи молекулалар назариясини таклиф қилди.

Бу назарияга мувофиқ, ушбу реакциянинг амалга оширишга  
 старли энергиясига эга фаол молекулалар (заррачалар) гина химия-  
 вий реакцияга киришади. Фаоли кам зарраларга зарурий қўшимча  
 энергия бериш йўли билан уларни фаол заррачаларга ай

лантириш мумкин – бу жараёни активлаш дейилади. Активлаш усулларида бири – ҳароратни ошириш; ҳарорат кўтарилганда фаол заррачалар сони кўпаяди, шу туфайли реакция тезлиги ҳам кескин ортади.

Реакцияга киришаётган моддаларни (заррачаларини) фаол заррачаларга айлантириш учун уларга берилиши лозим бўлган энергияга активлаш энергияси дейилади.

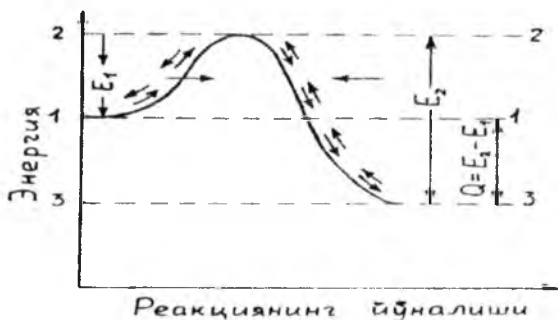
Бу энергия тажриба йўли билан аниқланади,  $E_a$  ҳарфи билан белгиланади ва одатда кЖ/моль да ифодаланади.

Масалан: водород билан йоднинг бирикиши учун ( $H_2 + J_2 = 2HJ$ )  $E_a = 167,4$  кЖ/моль, водород йоднинг парчаланиш учун ( $2HJ = H_2 + J_2$ )  $E_a = 186,2$  кЖ/моль талаб қилинади.

Активлаш энергияси  $E_a$  реакцияга киришаётган моддаларнинг табиатига боғлиқ бўлади ва ҳар бир реакциянинг тавсифи ҳисобланади. Реакция тезлиги активлаш энергиясининг қийматига бевосита боғлиқ бўлади: агар у кичик бўлса у ҳолда маълум вақт давомида реакцияда кўп сонли заррачалар энергетик тўсиқни енгиб ўтади ва реакциянинг тезлиги юқори бўлади, аммо, активлаш энергияси катта бўлса, у ҳолда реакция секинлашиб боради.

Ионлар ўзаро таъсирланганда активлаш энергияси жуда кичик бўлади ва ионли реакциялар жуда катта тезлик билан (амалда бир онда) боради.

7.2-расмда тўғри ва тескари активлаш реакциясининг чизмаси берилган.

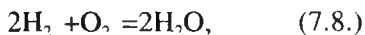
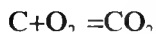


7.2-расм. Тўғри ва тескари реакциянинг активлаш энергияси:



### 7.3. ЁҚИЛҒИНИНГ ЁНИШ РЕАКЦИЯСИ.

Ёқилғининг ёниши тўлиқ ва тўлиқмас (чала) бўлади. Ёқилғининг ёнувчи элементлари кислород билан куйидагича реакцияга киришиб, тўлиқ ёнса, бундай ёнишга тўлиқ ёниш дейилади:



бу реакциялар натижасида углерод ва водороднинг ёнишда олинishi мумкин бўлган барча иссиқлик чиқади. Ёниш маҳсулотларида ёна олмаган углерод (IV) оксид  $CO_2$  ва сув буғлари  $H_2O$  қолади. Ёниш маҳсулотлари орасида ёнувчи элементлар ва ёнмай қолган ёқилғи зарралари қолган бўлса, бу ёнишга тўлиқмас (чала) ёниш дейилади.

Ёқилғи икки сабабга кўра чала ёниши мумкин:

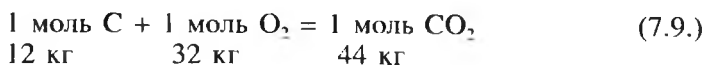
Биринчидан, механик тўла ёңмаслик, бунда ёқилғи зарралари кислород билан реакцияга киришишга улгурмай, ёниш маҳсулотларига (кул ва тутунга) ўтади;

Иккинчидан, ёқилғи ёнувчи элементларининг чала оксидланиши (химиявий чала ёниш), бунда иссиқлик чиқиши анча камаяди. Масалан, чала ёнишда ( $CO$  гача оксидланишда) иссиқлик тўла ёниш ( $CO_2$  гача оксидланишда) дагига қараганда деярли 3, 5 марта кам чиқади.

Ёнувчи элементлар чала оксидланганда ёниш маҳсулотлари билан бирга кўп миқдорда углерод (II) оксид, газ ҳолатидаги водород  $H_2$ , метан  $CH_4$  ва ёна оладиган ҳамда иссиқлик чиқарадиган бошқа углеводородлар ҳам ўтхонада охиригача ёнганда эди, у ҳолда ажралиб чиққан иссиқлик ҳисобига ўтхонадаги ҳарорат янада кўтарилар эди.

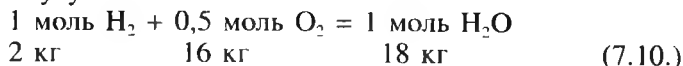
Ёқилғи тўлиқ ёниши учун ўтхонага керакли миқдорда ҳаво бериш ва ёқилғининг ҳаво билан яхши аралашини таъминлаш керак

Ёқилғида ҳар қайси ёнувчи элементнинг ёниши учун зарур бўлган кислород миқдори ёниш реакциясидан аниқланади. Масалан, углерод учун



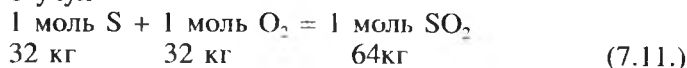
яъни, 12 кг углероднинг ёнишига 32 кг кислород 1 кг углероднинг ёнишига эса,  $32/12 = 2,67$  кг кислород сарфланиши лозим.

H учун



яъни, 2 кг водороднинг ёнишига 16 кг кислород, 1кг водородни ёнишига эса,  $16/2=8$  кг кислородни сарфлаш лозим.

S учун



яъни, 1 кг олтингугуртнинг ёнишига эса 1 кг кислородни сарфлаш лозим.

Массавий % лар таркиб ҳисобида  $C''+H''+S''+O''+N''$  кирадиган 1 кг қаттиқ ёки суюқ ёқилғининг ёниш учун сарфланиши лозим бўлган кислород миқдори қуйидагига тенг

$$Q_H = \frac{2.67 C'' + 8 H'' + S'' + O''}{100} \cdot \text{кг} \cdot \text{кислород} \quad (7.12.)$$

Ёқилгини ёндириш учун ўтхонага соф кислород эмас, балки, таркибида 23.2% (масса бўйича) кислороди бор ҳаво берилади. Ёқилғининг тўла ёниши учун зарурий ҳавонинг массавий бирликларида ҳисобланган назарий миқдори қуйидагича бўлади:

$$m_H = \frac{100}{23.3} O_H = 0,115C'' + 0,343H'' + 0,043 \quad (7.13.)$$

( $S''-O''$ ) кг ҳаво / кг ёқилғи

Ҳажмий бирликларга қайта ҳисоблаш учун тенгликни ҳавони зичлиги  $\rho$  га бўламиз. нормал шароитда  $\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$ . Бундан қуйидагини оламиз:

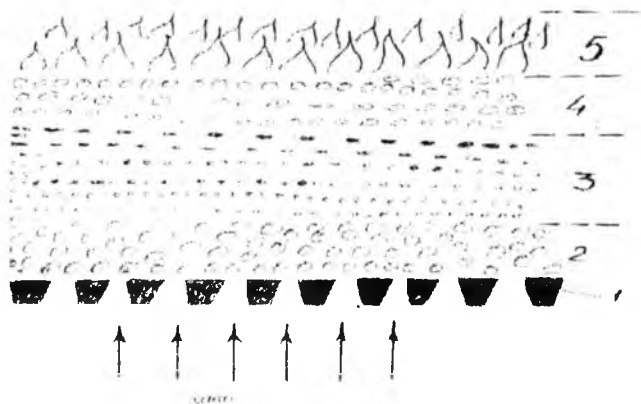
$$V_H = \frac{m_H}{\rho} = \frac{0.115 C'' + 0.343 H'' + 0.043 (S'' + O'')}{1.293} = 0.089 C'' + 0.0266 H'' + 0.033(S'' - O'') \text{ м}^3/\text{кг}; \quad (7.14.)$$

#### 7.4. ЁҚИЛҒИНИ ЁҚИШ УСУЛЛАРИ, ОРГИҚЧА ҲАВО КОЭФФИЦИЕНТИ ВА ЁНИШ ҲАРОРАТИ.

Ҳозирги замон ўтхона техникасида ёқилғини ёқишни асосан уч хил усулда – қатламли, машъалали ва уюрмали ёқиш усуллари-дан фойдаланилади.

Қатламли ёқиш – бу ёқилғини ўтхона панжарасида қатламлаб ёқиш усулидир (7.3-расм). Ёқилғи ёниш натижасида бевосита панжара 1 да кул ва шлақдан иборат ғовак ёстиқ 2 ҳосил бўлади. Унинг устида ёнаётган кокс қатлами 3, яъни учувчан моддалари чиқиб кетган ёқилғи бўлади. Кокс устига янги ёқилғи қатлами 4 берилади. Бу ерда у келтирилган иссиқлик ёки ёнаётган ёқилғининг ва ўтхона ичидаги қизиган қатламининг иссиқлиги ҳисобига исийди. Сўнгра ёқилғи қурийди, яъни ундаги намлик буғланиб кетади, шундан сўнг сублиматланиш – учувчан моддаларнинг чиқиши 5 ва кокс ҳосил бўлиши бошланади.

Учувчан моддалар ва кокснинг ёниши натижасида иссиқлик чиқади ва ўтхона ичининг ҳарорати кўтарилади. Ҳаво панжара тешиги ва ғовак шлақли ёстиқ орқали ўтиб исийди. Ҳаво кейинги ҳарорати давомида ўз йўлида кокс ва ёқилғи қатламига дуч келади. Улар билан ўзаро таъсир этишиб ёқилғи қатлами устида ёнадиган ўтхона газлари оқимига айланади ва қатлам усти айланасини ҳосил қилади. Бу ҳол юқори қатламларнинг тез алангаланишини ва барқарор ёнишни таъминлайди. Ёниш пайтида ҳосил бўлган тутун газлар ўз иссиқлигини қозонни иситиш сиртларига беради ва қувурдан чиқиб кетади.

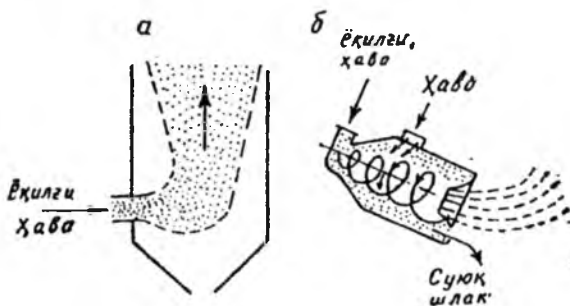


7.3-расм. Ёқилғини ўтхона панжарасида қатламлаб ёқиш.

Ёқилғини қатламлаб ёқиш жараёнининг ўзига хос хусусияти ёқилғи зарраларини қатламда барқарор жойлашиши зарурлигидир. Бунда ўтхона панжарасида ётган ёқилғи зарралари ва бу зарраларга келаётган ҳаво тезлиги шундай бўлиши керакки, зарралар қатламдан учиб кетмаслиги лозим. Ҳавонинг ҳаракат тезлиги катта бўлганда ёқилғи зарраларини қатламдан ҳаво учуриб кетади ва улар ёнмай, тутун-газлар билан бирга чиқиб кетади.

Қатламлаб ёқишда ўтхонада доимо ёнаётган ёқилғининг анчагина заҳираси бўлади, бу эса ўтхонанинг барқарор ишлашига ва қозоннинг юкмаси ўзгарганида ўтхонанинг ишини дастлаб фақат ёқилғи қатламига берилаётган ҳавонинг миқдорини ўзгартириш йўли билан ростилашга ёрдам беради.

Машғала қилиб ёқиш усулида ёқилғи ва ёниш учун зарурий ҳаво ўтхонага махсус мосламалар ёрдамида юборилади. Ёқишнинг машғала усули ёқилғи зарраларини ҳаво оқими ва ёниш маҳсулотлари билан биргаликда тўхтовсиз ҳаракатланиб туриши (7.4-расм а) билан қатламлаб ёқиш усулидан фарқ қилади. Шунинг учун қаттиқ ёқилғи чанг ҳолатига келтирилиши лозим. Кукун зарраларининг ўлчами микронлар билан ўлчанади. Ёқилғи бундай ишланиши туфайли ёқилғининг ҳаво кислородига тегиши ва реакцияга киришиш сирти катталашади.



7.4-расм. Ёқилғини ёқиш усуллари.

а) машъала усули;

б) уюрмали усул.

Суюқ ёқилғида балласт деярли бўлмайди, шунинг учун у фақат машъала қилиб ёқилади. Ёқиш пайтида ёқилғини бутунлай тўзитиб юбориш керак. Ёқилғи яхши тўзитилмаса ёниш маҳсулотлари ичида кўп микдорда ёнмаган соф углерод С, углерод(II)-оксид СО ва углеводородлар  $C_nH_m$  қолиши мумкин.

Газ ёқилғини суюқ ва қаттиқ ёқилғига қараганда машъала усулида осон ва яхши ёқиш мумкин. Лекин барча ёқилғини ёқишдаги сингари, уни ҳам ҳаво билан яхши аралаштириш лозим.

Ёқилғини уюрмавий усулда ёқиш, ўтхонада ҳосил қилинган газ-ҳаво уюрмаси бўлиши билан тавсифланади. Оқимлар ёқилғининг ҳаво билан яхши аралашшига имкон беради, бу эса ёқилғини янада тўлиқ ёнишини таъминлайди (7.4-расм б).

Уюрмавий усулда қаттиқ ёқилғини чанг ҳолида эмас, балки яхши майдаланган бўлақлар ҳолида ёқиш мумкин.

Ёқилғининг бу усулдагиси ўтхонада ёқилғи захираси машъала усулидагига қараганда кўп, лекин қатлам усулидагига қараганда кам бўлади. Шунинг учун ёқишнинг уюрмавий усулининг барқарорлиги машъала усулидагига қараганда катта, қатлам усулидагига нисбатан эса кичик бўлади.

Ортиқча ҳаво коэффиенти. Ҳавонинг назарий жихатдан

зарурий микдорини ҳисоблашда ҳаво ёқилғи билан идеал аралаштирилади ва кислороднинг ҳар қайси заррачаси ёнувчи элемент билан бирикишига улгуради, деб фараз қилинади. Лекин амалда ҳавонинг ҳисобий микдори ёқилғининг тўлиқ ёниши учун етарли бўлмайди. Ёниш жараёни кислороднинг ҳаммаси ёқилғи билан реакцияга киришадиган қилиб ўтказиб бўлмайди. Унинг бир қисми ёниш реакциясига киришмайди ва тутун-газлар билан бирга эркин ҳолда чиқиб кетади.

Ёқилғининг тўлиқ ёниши учун ҳавони ҳисоблаб топилгандан кўпроқ микдорда бериш зарур. Ҳақиқий берилган ҳаво микдори назарий ҳисоблаб топилаганидан неча марта кўплигини кўрсатувчи сонга ортиқча ҳаво коэффиценти дейилади ва  $\alpha$  билан белгиланади.

$$\alpha = V/V_{н}$$

$\alpha$  нинг катталиги ёқилғининг турига, жараён содир бўладиган шароитларга, ёқиш усулига, ўтхонанинг конструкциясига ва ҳоказоларга боғлиқ. Ҳисоблашларда  $\alpha$  нинг қиймати тегишли тажриба маълумотлари асосида танланади.

Ортиқча ҳаво коэффиценти қанчалик кичик бўлса, ёниш жараёни шунчалик тежамли бўлади. Лекин ортиқча ҳаво коэффиценти жуда ҳам кичик бўлса, ёқилғи чала ёнади ва қозон қурилмасининг Ф. И. К. и пасаяди.

Ёқилғи қанчалик майда ва бир жинсли бўлса ва у ҳаво билан қанчалик яхши аралашган бўлса, ортиқча ҳаво шунчалик кам талаб қилинади. Суяқ ёқилғининг барча турлари ўтхонага тўзитилган ва ҳаво билан яхши аралашган ҳолда берилади. Қаттиқ ёқилғи кўпинча кукун (чапг) га айлантирилади ва ўтхонага ҳаво билан яхши аралаштирилиб пуфланади.

Ёқилғининг ёниш ҳарорати. Ёқилғи иссиқлик исрофларисиз ёндирилганда, ёниш маҳсулотлари қайси ҳароратгача қизиса, шу ҳарорат ёниш ҳарорати дейилади ва  $T_c$  билан белгиланади. Чунки ёқилғи реал шароитларда ёндирилганда иссиқлик исроф бўлганлиги сабабли, ёнишнинг ҳақиқий ҳарорати доимо назарий ҳисобланган ҳароратдан паст бўлади.

Баъзи ёқилғи турлари учун назарий ҳисобланган ёниш ҳароратининг ортиқча ҳаво коэффиценти  $\alpha$  га боғлиқ ҳолдаги қийматлари 7.1-жадвалда келтирилган.



| Ёқилғи       | T <sub>e</sub> |        |        |      |
|--------------|----------------|--------|--------|------|
|              | α=1            | α=1, 3 | α=1, 5 | α=2  |
| Антрацит     | 2270           | 1845   | 1665   | 1300 |
| Кўнғир кўмир | 1870           | 1590   | 1425   | 1150 |
| Торф         | 1700           | 1510   | 1370   | 1110 |
| Ўтин         | 1855           | 1575   | 1435   | 1165 |
| Мазут        | 2125           | 1740   | 1580   | 1265 |
| Табиий газ   | 2000           | 1749   | 1478   | 1167 |

## 7.5. Ёқилғи аралашмасининг ёниш иссиқлиги.

Бир хил ёқилғиларда, айниқса қаттиқ ёқилғи учун ишчи мас-сасининг  $Q_k^H$  (ёки  $Q_k^H$ ) ёниш иссиқлиги балласт миқдори бир хил бўлмагани туфайли кенг ораликда ўзгариш мумкин бўлади. Тўғри ва ишончли кўрсаткич деб  $Q_k^e$  ва  $Q_k^e$  ёнувчи масса кўрсаткичлари ҳисобланади.  $Q_k^H$  қийматини ҳисоблашда берилган  $W^H$  намлик ва кулланиши  $A^H$  учун ёнувчи массасини  $Q_k^e$  маълум ёниш иссиқлиги бўйича ифодаланади:

$$Q_k^H = Q_k^e \frac{100 - A^H - W^H}{100} - 25 W^H \quad (7.15.)$$

Аммо ёқилғининг юқори куллилик турларида бу катта хатога олиб келиши мумкин, чунки  $Q_k$  дастлаб тавсифга тааллуқли ёниш массаси, одатда нисбий бўлади.

Электр станция қозонлари ўтхоналарида кўпинча бир пайтда ёқилғининг ҳар хил турлари ёқилади. Мисол учун, қаттиқ ва суюқ, суюқ ва газ, газ ва қаттиқ ва бошқалар.

Ёқилғининг тўлиқ ёнишида иссиқлик самарадорлиги бошқа химиявий реакцияларнинг параллел кетиши, шу жумладан, бошқа ёқилғининг ёниш реакциясидан қатъий назар, ёқилғи аралашмасининг ёниш иссиқлиги аддитив қонуни бўйича топилиши мумкин:

$$Q_{\text{арал}} = \sum_{i=1}^{i=n} g_i C(Q_k) i \quad (7.16.)$$

бу ерда  $g_i$ -аралашмадаги айрим ёқилғиларнинг масса улуши;  
 $Q_k^i$ -уларнинг ёниш иссиқлиги;  
 $n$ -бир пайт ёқиладиган ёқилғилар сони.

Икки хил ёқилғи аралашмаси учун юқоридаги тенглама куйидагича бўлади;

$$Q_{\text{арал}} = g_1(Q_k^1)_1 + (1-g_1)(Q_k)_2 \quad (7.17.)$$

Аралашмадаги ёқилғиларнинг орасидаги нисбат  $g_1$  массанинг улуши бўйича эмас, балки  $q_1$  иссиқлик ажралиб чиқиш улуши билан берилиши мумкин.

Охириги қиймат 1 кг аралашманинг ёнганида  $i$ -ёқилғининг ажралиб чиққан иссиқлик миқдорига пропорционал бўлгани учун куйидаги тенгламани ҳосил қилиш мумкин (иккита ёқилғи аралашмаси учун):

$$\frac{q_1}{1-q_1} = \frac{(Q_k)_1 q_1}{(Q_k)_2 (1-q_1)}, \quad (7.18.)$$

бу тенгламадан куйидаги келиб чиқади,  $q_1$  берилган қийматига биринчи ёқилғининг масса улуши тўғри келади;

$$g_1 = \frac{q(Q)_1}{q_1(Q_k^1)_1 + (1-q_1)(Q_k)_2}, \quad (7.19.)$$

Қаттиқ (ёки суюқ) ва газ ёқилғининг бир пайт ёқишида уларнинг умумий ёниш иссиқлиги 1кг қаттиқ (суюқ) ёқилғига шартли равишда тегишли деб олинмиш мумкин:

$$Q_{\text{арал.}} = (Q_k^H)_1 + V(Q_k^H)_2 \quad (7.20.)$$

Бунда,  $(Q_k^H)_1$  - 1 кг қаттиқ ёки суюқ ёқилғининг ёниш ис-  
сиқлиги;

$(Q_k^H)_2$  - 1 м<sup>3</sup> газ ёқилғининг ёниш иссиқлиги;

$V$  - 1 кг қаттиқ ёки суюқ ёқилғига тўғри  
келадиган газ ёқилғининг солиштирма  
сарфланиши, м<sup>3</sup>/кг.

Агарда қаттиқ ёки суюқ ёқилғининг улуши  $q_1$  иссиқлик аж-  
ратиб чиқиш бўйича берилган бўлса, газ ёқилғининг нисбий сар-  
фланишини 7.18 тенгламага ўхшаган тенгламадан топиш мумкин:

$$\frac{q_1}{1 - q_2} = \frac{(Q_k^H)_1}{(Q_k^H)_2 V} \quad (7.21)$$

### НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ.

1. Ёниш жараёни деб нимага айтилади?
2. Гомоген ва гетероген ёниш деб нима тушунилади?
3. Реакциянинг иссиқлик эффекти деб нимага айтилади ва  
унинг қиймаги қайси омилларга боғлиқ?
4. Химиявий реакциянинг кинетика моҳияти нимадан иборат?
5. Химиявий реакциянинг тезлиги моддаларнинг концентра-  
циясидан, ҳарорат, босим ва активлаш энергиядан қандай  
ўзгаради?
6. Ёқилғининг ёниш реакцияси қандай кечади?
7. Ёқилғининг қандай ёқиш усуллари биласиз?
8. Ёқилғида ёнувчи элементларнинг миқдори қандай ўзгаради?
9. Ёқилғи аралашмаси қандай ёқилади?

## ЁҚИЛГИНИНГ ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИ

### 8.1. ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ ТАРКИБИ

Ёниш жараёни ёқилгининг ёнувчан элементлари (углерод, водород, олтингургурт) оксидланувчи – ҳаво кислороди билан бири-киш реакциясидир. Ёқилғи ёниши асосан буғ-газ ҳолатида кечади. Қаттиқ ёқилғи аввал кўп миқдорда газланади, кейин эса ёнади. Ушбу бобда ёқилғи ёниши натижасида ҳосил бўлган газсимон маҳсулотларнинг ҳажмлари кўрилган.

Дастлабки маҳсулотларнинг оксидланиши жараёнида ёниш маҳсулотлари ҳосил бўлиши қатор оралиқ босқичлардан иборат тез кечадиган реакциялар асосида ўтади. Натижада охириги ёниш бирикмалардан ташқари ёниш маҳсулотлар таркибида оралиқ маҳсулотлари ҳам учрайди.

Ёниш маҳсулотларининг таркибини 1 кг қаттиқ ёки суюқ ёқилғи ёки 1 м<sup>3</sup> газ ёқилгининг ёнишида ҳосил бўлган қуйидаги кўринишда ёниш мумкин бўлади:

$$1\text{кг}(\text{м}^3)+V_{\text{х}}= \underbrace{V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}}_{1} + \underbrace{V_{\text{N}_2} + V_{\text{O}_2} + V_{\text{Cб}}}_{2} + \underbrace{V_{\text{CO}} + V_{\text{H}_2} + V_{\text{CH}_4}}_{3} \quad (8.1)$$

бунда:  $V_{\text{х}}$  – 1 кг (м<sup>3</sup>) ёқилгининг ёниши учун сарфланган ҳаво ҳажми, м<sup>3</sup>.

$V_{\text{CO}_2}, V_{\text{SO}_2}$  ва бошқа ташкил қилувчилари - ёниш маҳсулотларидаги айрим газларнинг ҳажмлари м<sup>3</sup>/кг (м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>).

Ёниш маҳсулотларини уч гуруҳга бўлиш қулай. Ифодадаги 1 рақам билан ёқилғини ёнувчи элементларининг тўлиқ оксидланиш маҳсулотлари белгиланган. Улар уч атомли қуруқ газларнинг ва  $V_{\text{H}_2\text{O}}$  сув буғи ҳажмидан ташкил топиб, қуйидагича ифодаланadi:

$$V_{\text{RO}_2} = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} \quad (8.2)$$

Уч атомли курук газларнинг таркибида ҳар доим  $V_{CO_2} > V_{SO_2}$ , чунки ёқилғида олтингургуртнинг миқдори кам. 2 рақам билан азот ва кислород ҳажмлари белгиланган, улар ёқилғининг ёнишидан кейин курук ҳавонинг қолган қисмидан ва сув буғларидан иборат. Бу ерда  $V_{N_2} > V_{O_2}$ , чунки кислород кўп миқдорда оксидланишга сарфланган. Сув буғини ҳажми  $V_{C_6}$  асосан ёқилғининг буғланган намлигидан ва ҳаво намлигидан иборат. 3 рақам ёқилғини ёнувчан элементларининг чала оксидланиш маҳсулотларини ифодалайди, бунда  $V_{CO} > V_{H_2} > V_{CH_4}$ .  $V_{CO} : V_{H_2}$  ҳажмларнинг оралиғидаги нисбати ўртача 3:1 ни ташкил қилади.

Чала ёниш маҳсулотларида  $V_{CH_4}$  ҳажмининг борлиги ёниш жараёнининг меъёридан оғиб кетиши тўғрисида далолат беради.

Энди ёқилғининг тўлиқ ёнишини кўриб чиқамиз, бу шароитда ёниш маҳсулотларида  $V_{CO} = 0$ ;  $V_{H_2} = 0$ ;  $V_{CH_4} = 0$  га тенг

ва қолган кислороди йўқ:  $V_{O_2} = 0$  деб фараз қилинади.

Ёқилғининг 1 кг ( $1m^3$ ) тўлиқ ёниши учун талаб қилинадиган ҳавонинг миқдори, кислородни қолдиқсиз тўла сарфланган шароитида, ҳавонинг назарий  $V_X^0$  зарур ҳажми деб номланади. Бунда (8.1) ифодада кўра ёниш маҳсулотларининг назарий ҳажми ҳосил бўлади  $V_{\varepsilon}^x$ , у қуйидагини ташкил қилади.

$$V_{\varepsilon}^x = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{H_2O}^x + V_{N_2}^x \quad (8.3)$$

Бунда курук газларнинг назарий ҳажми:

$$V_{\kappa, \Gamma}^x = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{H_2O}^x + V_{N_2}^x, \quad (8.4)$$

ва тўлиқ ҳажми ажратилади:

$$V_{\Gamma}^x = V_{\kappa, \Gamma}^x + V_{H_2O}^x, \quad (8.5)$$

Бунда  $V^{H_2O}$  хажмига юқорида кўрилган ёниш маҳсулотларидаги сув бугининг ҳамма ташкил қилувчилари киради ( $V^{H_2O} = V^{H_2O} + V_{C_6}$ ).  $V^{N_2}$  хажмига эса асосан ҳавонинг азотидан ҳосил қилинган ва оз миқдорда ёқилғининг азотидан қўшимча киради, у бошқа учувчан газсимон моддалар билан қиздирилганда ажралиб чиқади.

(8.2) ва (8.4) ифодалардаги қуруқ уч атомли газларнинг ҳажми бир хил ва ёнишга берилган ҳавонинг назарий ҳажмига  $V_x^x$  ёки ундан кўп миқдоридан  $V_x > V_x^x$  қатъий назар, чунки атмосферадаги ҳавода  $CO_2$  ва  $SO_2$  миқдорлари кам ва ҳисобларда инобатга олинмайди. Ёниш маҳсулотларининг бошқа ташкил қилувчиларининг ҳажми бунда ўзгаради. Шунинг учун ёниш жараёнининг назарий шароитларига тўғри келадиган ҳажмларни белгилаш учун «х» индекси киритилган.

Ёқилғи тўлиқ ёнишида ва ҳар қандай ҳавонинг ортиқча миқдорида ёниш зонасида, яъни  $V_x > V_x^x$  бир хил ҳажмли газларни  $V_r^x$  (8.3 ифодага қаранг) назарий миқдорлари ҳосил бўлади, ёниш маҳсулотларининг ҳажмини  $V_r^x$  дан кўпайиши эса ҳавонинг ортиқча миқдори  $\Delta V_x = V_x - V_x^x$  ва унинг таркибидаги сув миқдорлари

билан ифодаланади,  $\Delta V^{H_2O}$ .

Ҳақиқий шароитларда ёқилғининг тўлиқ ёнишигача олиб боришда назарий талаб қилинадиган ҳаво миқдорида қийин, чунки ёқилғини тўлиқ ҳаво билан аралashi катта ўтхона ҳажмида қисқа вақт мобайнида (1-2 сопия), унда газ бўлиши вақтида кечади. Шунинг учун, ёқилғининг тўлиқ ёнишини таъминлаш мақсадида, буг қозонининг иқтисодий кўрсаткичларини қондириш учун ёниш зонасида ҳавонинг ҳақиқий ҳажми ҳар доим назарийсидан бир мунча кўп бўлади. Бу ҳажмларнинг нисбати ёниш маҳсулотларида ортиқча ҳаво коэффиценти деб айтилади.

$$\alpha = V_x / V_x^x. \quad (8.6)$$

Амалиётда ортиқча ҳаво коэффиценти қиймати ўтхона камерасидан чиқиш жойида ўлчанади, уни ўрта ўтхонага тааллуқли деб ҳисоблашади ва  $\alpha_{\text{в}}$  да белгиланади. Ўтхонадаги ортиқча ҳаво улуши ёқилғи турларига, уларнинг ёқиш усулларига ва ўтхона қурилмасининг конструкциясига боғлиқ бўлади. Кўп миқдорда

учувчан моддаларнинг чиқиши билан тавсифланадиган қаттиқ ёқилғи осон алангаланади ва тез ёнади. У ёниш шароитига кўра юқори реакция ёқилғиларга мансуб, шунинг учун уни ёниши учун кам миқдорда учувчан моддалари ажралиб чиқадиган ёқилғиларга қараганда кам ортиқча ҳаво талаб қилинади.

Ёқилғи ҳаво билан самарали аралashiши газ ва ҳаво аралашмаларида амалга оширилади, шунинг муносабати билан мазут ва газ ёқилғиларнинг ёнишида кам ортиқча ҳаво талаб қилинади. Биргина ёқилғини ҳар хил ўтхона қурилмаларида ёқишда (масалан, тўғри оқимли ёки уюрмали ўтхона камерасида) ҳар хил миқдорда ортиқча ҳаво талаб қилинади, чунки уларда самарали аралashiш турлича бўлади.

$\alpha_{yt}$  ҳисобланган коэффициентни ҳамма омилларни инобатга олиб, қозон агрегатларининг иссиқлик нормаларини ҳисобига биноан ўрнатилади. Одатда у турли хил ёқилғиларда қуйидаги ораликда олинади:

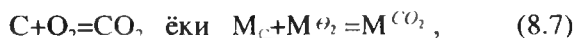
|                  |           |
|------------------|-----------|
| Қаттиқ ёқилғилар | 1,15-1,25 |
| Суюқ ёқилғилар   | 1,02-1,1  |
| Газ ёқилғилар    | 1,05-1,1  |

Ортиқча ҳавонинг камайиши энергиянинг сарфини тежашга олиб келади ва қозоннинг Ф.И.К. ини оширади. Аммо, уни ҳисобланган  $\alpha_{yt}$  қийматидан камайиши ёқилғининг чала ёнишини сезиларли оширади ва қозоннинг самарадорлигини пасайтиради.

## 8.2. ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ ҲАЖМИ

Ёқилғини тўлиқ ёниши учун зарур ҳаво ҳажми, қаттиқ ва суюқ ёқилғилар учун ёқилғининг ёнувчи элементларини ёниш реакциясини тузиш асосида аниқланади.

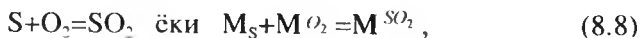
Углероднинг кислород билан бирикишида қуйидагига эга бўламиз:



бунда углероднинг массаси  $M_C = 12$  кг, кислородники

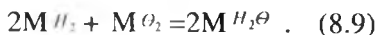
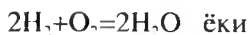
$M_{O_2} = 32$  кг ва углерод (IV) оксидники эса  $M^{CO_2} = 44$  кг га тенг. Бунда 1 кг С га  $M_{O_2}/M_C = 2,66$  кг ёки  $1,866$  м<sup>3</sup> O<sub>2</sub> сарфланади (кислороднинг  $\rho_{O_2} = 1,428$  кг/м<sup>3</sup> зичлигида).

Худди шундай олтингугурт ёнишида:



бунда  $M_S = M_{O_2} = 32$  кг,  $M^{SO_2} = 64$  кг. Бунда 1 кг S га 1 кг ёки  $0,7$  м<sup>3</sup> O<sub>2</sub> сарфланади.

Ёқилғи водороди ёнишида:



$M_{H_2} = 2$  кг да 1 кг H<sub>2</sub> га кислороднинг  $M_{O_2}/2M_{H_2} = 8$  кг ёки  $5,55$  м<sup>3</sup> O<sub>2</sub> ни ташкил қилади. Ҳаводаги кислороднинг ҳажмига кўра тахминан 21% ёки 1/4,76 қисмини ташкил қилиш муносабати билан назарий жиҳатдан зарур бўлган ҳавонинг ҳажми айрим ёнувчан элементларни С, S, Н ёнишига фойдаланилган кислороднинг ҳажми сарфларини қўшиш йўли билан ва 1 кг ёқилғи улушида ифодаланган 4,76 қайта ҳисобланган коэффицентини киргизиш билан амалга оширилади. Бунда ёқилғининг ўзидаги кислороди O<sup>в</sup> ёнувчан элементларнинг бир қисмини оксидланишини инobatга олиш керак, бу эса ёнишга сарфланаётган ҳавонинг микдорини бир оз камайтиради. Шунинг учун 1 кг ёқилғининг ишчи массасининг ёниши учун назарий жиҳатдан зарур бўлган микдори кўйидагини ташкил қилади:

$$V_{\text{к}}^{\text{в}} = 4,76(1,866 \frac{C^{\text{в}}}{100} + 0,7 \frac{S^{\text{в}}}{100} + 5,55 \frac{H^{\text{в}}}{100} - \frac{O^{\text{в}}}{100} \frac{1}{\rho_{O_2}}), \quad (8.10a)$$

ёки ифода қайта ишлангандан сўнг:



$$V^x = 0,0889(C^u + 0,375S^u) + 0,265H^u - 0,333O^u. \quad (8.106)$$

Газ ёқилғининг ёқилишида ёнишга сарфланган кислороднинг ҳисоби унинг ташкил қилувчи газларининг газ ёқилғининг таркибидаги % микдорини инobatга олиб алоҳида олиб бoрилади.  $V^x$  ни аниқлаш учун ҳисоблаш ифодалари 8.1-жадвалда берилган.

Ҳаво ва ёниш маҳсулотларининг назарий ҳажмлари.

8.1-жадвал

| Ҳажм                   | Ёқилғи         | Ҳисоблаш ифодаси   |
|------------------------|----------------|--|
| Назарий ҳаво           | Қаттиқ ва суюқ | $V^x = 0,0889(C^u + 0,375S^u) + 0,265H^u - 0,333O^u$                     |
|                        | Газли          | $V^x = 0,0476[2CH_4 + 0,5CO + 0,5H_2 + \sum(m+h/4) * C_mH_n - O_2]$      |
| Уч атомли курук газлар | Қаттиқ ва суюқ | $V^{RO_2} = 0,01866(C^u + 0,375S^u)$                                     |
|                        | Газли          | $V^{RO_2} = 0,01(CH_4 + CO + CO_2 + \sum m C_mH_n)$                      |
| Сув буғлари            | Қаттиқ ва суюқ | $V^{H_2O} = 0,111H^u + 0,0124W^u + 0,0161 V^x$                           |
|                        | Газли          | $V^{H_2O} = 0,01[2CH_4 + H_2 + \sum(n/2)C_mH_n + 0,124d_1] + 0,0161 V^x$ |
| Азот                   | Қаттиқ ва суюқ | $V^{N_2} = 0,79 V^x + 0,008N^u$  |
|                        | Газли          | $V^{N_2} = 0,79 V^x + 0,01N,$  |

Изоҳ:  $d_1$  – газнинг намлик микдори, г/кг.

Ёниш маҳсулотларининг ҳажми ҳам 8,7-8.9 ифодалардан фойдаланиб ва дастлаб 1 кг  $C^u$ ,  $S^u$ ,  $H^u$  ( $m^3/кг$ ) ёнишида ҳосил бўлган

$M^{CO_2}$ ,  $M^{SO_2}$ ,  $M^{H_2O}$  масса ҳажмлари аниқлаб топилади:

$$V_{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{c} \frac{1}{\rho_{CO_2}} = \frac{44}{12} \frac{1}{1,964} = 1,866; \quad (8.11)$$

$$V_{SO_2} = \frac{M_{SO_2}}{M_S} \frac{1}{\rho_{SO_2}} = \frac{64}{32} \frac{1}{2,858} = 0,7; \quad (8.12)$$

$$V_{H_2O} = \frac{M_{H_2O}}{M_{H_2}} \frac{1}{\rho_{H_2O}} = \frac{18}{2} \frac{1}{0,804} = 11,1. \quad (8.13)$$

Бунда қуйидаги муҳим ҳолатларни эслатиб ўтаем.  $V^{CO_2}$  ва  $V^{SO_2}$  ҳажмлари уларнинг ёнишига сарфланган кислороднинг ҳажмига тенг бўлади, яъни  $V^{CO_2} = V^{O_2^C}$  ва  $V^{SO_2} = V^{O_2^S}$ . Азот ҳажми ўзгармаслигини инобатга олсак, унда қуруқ газларнинг назарий ҳажми углерод ва олтинугурт ёнишига сарфланган ҳаво миқдорига тенг деб олинади:

$$V_{кг}^x = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{N_2}^x = V_{O_2}^x + V_{N_2}^x = V_v^x. \quad (8.14)$$

Ёқилғининг водороди ёнишида ҳосил бўлган сув буғларининг ҳажми ёнишга сарфланган ҳавонинг ҳажмидан 2 бара-

вар кўп бўлади ( $V_v = 26,5$  м<sup>3</sup>/кг Н<sub>2</sub> ёки  $V^{H_2O} = 53$  м<sup>3</sup>/кг Н<sub>2</sub> кўра). Шундай қилиб,  $V_{г}^x$  газларнинг назарий ҳажми ёқилғида водород борлигида ҳар доим назарий жиҳатдан зарур бўлган ҳавонинг ҳажмидан кўп бўлади, ҳатто ташқи намлиги йўқ “қуруқ” ёқилғининг ёнишидан ҳам.

Сув буғларининг ёниш маҳсулотларидаги тўлиқ ҳажми ёқилғи водороди ёнишида

$$V^{H_2O} = 11,1 \frac{H^u}{100} = 0,111H^u; \quad (8.15)$$

ёқилғи намлигининг ҳажми эса буғланиш натижасида ҳосил бўлади.

$$V_{т.н} = \frac{W''}{100 \rho_{H_2O}} = 0,0124 W''; \quad (8.16)$$

атмосферадаги ҳаво билан сув буғларининг келиши агарда ўртача намлик миқдори  $d_H = 0,01$  кг/кг га тенг деб қабул қилсак:

$$V_x = \frac{V_H^0 d_H \rho_H}{\rho_{H_2O}} = 0,0161 V_H^x; \quad (8.17)$$

бунда  $\rho_H = 1,293$  кг/м<sup>3</sup> –  $t = 0^\circ\text{C}$  ва  $P = 0,1$  МПа атмосфера босимидаги қуруқ ҳавонинг зичлиги.

Ёниш маҳсулотларидаги азотнинг миқдори ёқилғининг азоти ажралиб чиқиши билан бир оз кўпайиши мумкин:

$$V_{N_2}^e = \frac{N''}{100 \rho_{N_2}} = 0,008 N''; \quad (8.18)$$

бунда  $\rho_x = 1,293$  кг/м<sup>3</sup>,  $t = 0^\circ\text{C}$  ва  $P = 0,1$  МПа атмосфера босимидаги азотнинг зичлиги.

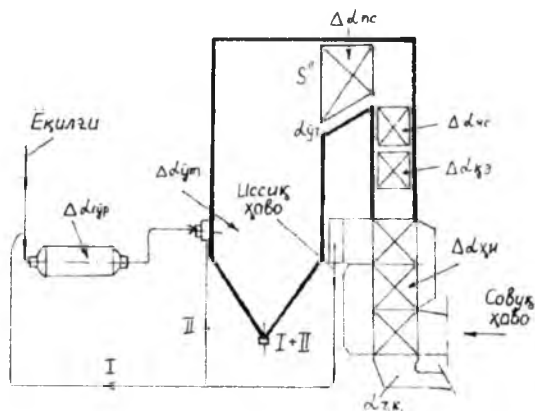
Ҳар хил ёқилғи турлари учун ёниш маҳсулотларининг назарий миқдорларини ҳисоблаш учун ифодалари 8.1-жадвалда келтирилган. Ёниш маҳсулотларининг ҳақиқий ҳажмлари (газ оқимида бор ортиқча ҳавони инобатга олганда) кўп бўлади.

$$V_I = V_I^x + (\alpha - 1) V_x^x. \quad (8.19)$$

Буғ қозоннинг ҳаво оқимида ишлатишда ўтхонадан чиқишидаги  $\alpha_{yt}$  ортиқча ҳаво унинг ёндирғичдаги  $\alpha_{en}$  кийматиға баравар бўлади ва бугун газ трактида бир хил сақланади, чунки унинг ҳамма газ йўллари бу ҳолатда ортиқча босимға эга бўлади ва газ ўтказмайди (регенератив ҳаво иситғичидан ташқари).

Қозоннинг тугун сўриши туфайли бўшлиғида ишлаши газ трактида қозоннинг айрим элементларини бир-бирига тегиб турган, унча зич бўлмаган жойларидан агроф-муҳитдан совуқ ҳавонинг сўрилишини содир этади.

Унинг ҳисобидан ортиқча ҳаво кўпайиб боради, ёниш маҳсулотларининг ҳажми аста-секин ўсиб боради ва газларнинг ҳарорати пасаяди (8.1- расм).



8.1-расм. Қозон ва чанг тизимида совуқ ҳавонинг сўрилиши. I-бирламчи ҳаво; II-иккиламчи ҳаво.

Сурилишлар назарий жиҳатдан зарур ҳаво микдори улушида аниқланади:

$$\Delta\alpha_i = \Delta V_i / V_x^{\lambda}; \quad (8.20)$$

бунда  $\Delta\alpha_i$  -буғ қозоннинг юзасидаги сўрилаётган ҳавонинг ҳажми.

Унда ортиқча ҳаво  $i$ -дап кейин навбатга кўра ўтхона орқасидаги иситиш юзаси қуйидагича аниқланади:

$$\alpha_i = \alpha_y + \sum \alpha_i. \quad (8.21)$$

Ўтхона камерасида  $\Delta\alpha_y$  ҳавонинг сўрилиши ҳам мавжуд.

Буни инобатга олганда ёниш зонада ортиқча ҳаво қуйидагини ташкил қилади.

$$\alpha_{\text{ен}} = \alpha_y - \Delta\alpha_y. \quad (8.22)$$

Қозоннинг охирги юзасидан чиқиб кетаётган газларнинг ҳажми қуйидаги ифодадан топиш мумкин бўлади:

$$V_{\text{ч.к}} = V_{\text{г}}^{\lambda} + (\alpha_{\text{ч.к}} - 1) V_{\text{х}}^{\lambda}. \quad (8.23)$$

У қуйидагилардан иборат: ёқилғининг тўлиқ ёнишидаги  $V_{\text{г}}^{\lambda}$  маҳсулотларининг ҳажми ва ҳамма ортиқча ҳаводан  $\Delta V_{\text{орт}}$ . Уни иккита ташкил қилувчиларга бўлиш мумкин:

$$\Delta V_{\text{орт}} = (\alpha_{\text{ен}} - 1) V_{\text{х}}^{\lambda} + \Sigma \Delta\alpha_i V_{\text{х}}^{\lambda}, \quad (8.24)$$

бунда  $(\alpha_{\text{ен}} - 1)$  – ёниш зонасидаги ортиқча ҳаво.

Ифодадаги биринчи қўшимча ёқилғининг тўлиқ ёнишини таъминлаш учун зарур бўлган ҳаво миқдорини тавсифлайди, иккинчи қўшимча эса совуқ ҳавонинг зиён сўрилишини.

### 8.3. БУҒ ҚОЗОНИДАН ФОЙДАЛАНИШДА ОРТИҚЧА ҲАВОНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ

Фойдаланишда ёқилғи ёнишининг оптимал шароитларини таъминлаш мақсадида газ трактида ортиқча ҳавони доимо назорат қилиб туриш зарур бўлади. Электр станцияларда бу кўрсаткични аниқлаш учун иккита усулдан фойдаланилади. Кислород ўлчагич ёрдамида тутун газлар оқимида қолган кислороднинг тўғри аниқлаш усули асосийси бўлади. Газ аралашмасида кислороднинг миқдорини аниқлаш кислород молекуласининг магнитли хусусиятидан фойдаланишга асосланган, бу хусусиятга кўп компонентли газ аралашмасидаги бошқа газлар эга эмас. Бир хил оқимда кислород ўлчагичдан тутун газларининг кам қисмида газ трактининг белгиланган жойидан асбоб газдаги кислородни ажратиб олади ва  $O_2$  ни миқдори % да қуруқ газларнинг ҳажмидан топилади (сув

буғлари дастлаб конденсатланади ва ушлаб қолинади).

Кислороднинг % миқдорини қайта ҳисобланишини ортиқча ҳаво қийматига кўра қуйидагича олиб борилади. Агарда ёниш маҳсулотларининг ҳажмини кам ошишини инobatга олмасак, ёқилгидан азотнинг ажралиб чиқиши ҳисобига унда (8.14) ифодага кўра қуруқ газларнинг ҳажми  $V_{к.г}=V_x$  га тенг. Ёниш маҳсулотларидаги қолган кислороднинг миқдори қуруқ газларнинг ҳажмидан %да қуйидагича ифодалаш мумкин бўлади.

$$O_2 = \frac{21(\alpha - 1)V_x^k}{V_{к.г}} 100. \quad (8.25)$$

Олдингиларни инobatга олиб  $V_{к.г} = \alpha V_x^k$ ,

$$O_2 = \frac{21(\alpha - 1)}{\alpha}; \quad (8.26)$$

ва охирида дастлабки ортиқча ҳавога нисбатан қуйидагини оламиз:

$$\alpha = 21 / (21 - O_2); \quad (8.27)$$

бунда:  $O_2$  – кислород ўлчагич кўрсаткичига кўра, ёниш маҳсулотларида кислороднинг миқдори, % да.

Кислород ўлчагич  $40^\circ\text{C}$  га совутилган газ оқимида  $O_2$  нинг ва газ ҳажмини тўйинтиришгача нам буғининг % миқдорини аниқлайди. (22) га кўра ҳисоблашда инobatга олинмайди, чунки ёниш маҳсулотларида ортиқча ҳавонинг ҳақиқий қийматидан бироз кўп бўлади. Агарда намланган ва қуруқ газларнинг ҳажмларида фарқини инobatга олувчи коэффициентини киритсак, унда ортиқча ҳавони аниқлаш учун ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\alpha = (21 - pO_2) / (21 - O_2) \quad (8.28)$$

Коэффициент  $p$  қаттиқ ёқилғи учун 0,02, мазут учун 0,05, табиий газ учун 0,10 га барабар деб қабул қилинган.

Ортиқча ҳавони (8.28) аниқлаш ёқилғини тўлиқ ёниши учун тўғри келади. Агарда тутун газларида чала ёниш маҳсулотлари бўлса ( $\text{CO}, \text{H}_2$ ), унда ҳамма кислород миқдори ортиқча деб ҳисоблаш лозим. Унинг бир қисми бу маҳсулотларни оксидланишига сарфланиши лозим. 1 моль  $\text{CO}$  ёки  $\text{H}_2$  ни ёниши учун 0,5 моль кислород сарфланса, унда газларда  $\text{CO}$  ва  $\text{H}_2$  маълум % миқдорларида, уларни охиригача ёниши учун зарур кислороднинг миқдори, % да  $0,5(\text{CO} + \text{H}_2)$  ташкил қилади ва шу қийматга ёниш маҳсулотларида ҳақиқий ортиқча ҳавонинг миқдорини камайтириш керак бўлади. Унда (8..29) ифода қуйидаги кўринишида бўлади:

$$\alpha = \frac{21 - pO_2}{21 - [O_2 - 0.5(\text{CO} + \text{H}_2)]} \quad (8.29)$$

Чала ёниш маҳсулотларининг миқдорини ( $\text{CO}, \text{H}_2, \text{CH}_4$ ) тутун газларининг ҳажмида газ хроматография усули билан топилади.

Ёниш маҳсулотларида ортиқча ҳавони аниқлайдиган бошқа усул, ёниш маҳсулотларнинг оқимида қуруқ уч атомли газларининг  $\text{RO}_2 = \text{CO}_2 + \text{SO}_2$  % миқдорини аниқлашга асосланган, бунда

$$\text{RO}_2 = \frac{V_{\text{RO}_2}}{V_{\text{К.Г}}} \cdot 100. \quad (8.30)$$

Қуруқ уч атомли газларнинг ҳажмини ҳажмли газ анализаторларида (волюмометрик)  $\text{CO}_2 + \text{SO}_2$  ютиш усули билан ёниш маҳсулотларининг ҳажмидан ишқор эритмаси (калий гидроксид) ёрдамида аниқланади, газ хроматографлардан фойдаланилганда эса – уларни активлантирилган кўмир (СКТ) билан колонкада ютилади ва газлар кейинчалик қайта ажратиб олинади ва уларнинг концентрацияси детекторда аниқланади.

Ёқилғининг стехиометрик нисбатида ( $\alpha=1$ ) тўлиқ ёнишида водород ва кислород миқдори ёқилғида  $\text{H}^n = \text{O}^n/8$  ифодага жавоб берадиган шароитда, ёқилғининг ҳамма водороди ёқилғининг кислороди билан тўлиқ оксидланган деб ҳисобланади ва қуйидаги ифодага кўра топилади:

$$RO_2^X = \frac{V_{RO_2}}{V_{K.T}^X} \cdot 100 = 21\% . \quad (8.31)$$

Аммо ҳамма каттиқ ва суюқ ёқилгиларда  $H^u > O^u/8$ . Унда қолган водород  $\Delta H^u = H^u - O^u/8$  ҳаво кислороди ҳисобига оксидланади ва сув буғлари ҳосил бўлади. Бунда қолган азотнинг

ҳажми  $\Delta V_{N_2}^X$  қуруқ газлар таркибига киритилади ва қуруқ уч атомли газларнинг эн юқори миқдори 21% дан кам бўлади:

$$RO_2^{макс} = \frac{V_{RO_2}}{V_{K.T} + \Delta V_{N_2}} \cdot 100 = \frac{V_{RO_2}}{V_{K.T}^X} \cdot 100 ; \quad (8.32)$$

ва қанчалик  $H^u$  ва  $O^u/8$  фарқи кўп бўлса, шунчалик у кам бўлади.

$RO_2^{макс}$  қиймати қуйидаги оралиқлардан топилади:

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Каттиқ ёқилги учун | 18-20% |
| Мазут учун         | 16-17% |
| Табиий газ учун    | 11-13% |

$\alpha > 1$  да қуруқ газларнинг ҳажми  $V_{K.T} = V_{K.T}^X + \Delta V_X$  ни ташкил этади ва

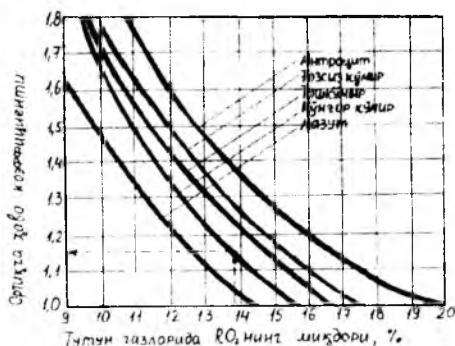
$$RO_2 = \frac{V_{RO_2}}{V_{K.T} + \Delta V_X} \cdot 100 ; \quad (8.33)$$

$RO_2^{макс}$  дан кам бўлади. Бунда  $V_{RO_2}$  ҳажм ўзгармас бўлгани туфайли нисбат қуйидагича бўлади:

$$\frac{RO_2^{макс}}{RO_2} = \frac{V_{K.T}^X + \Delta V_X}{V_{K.T}^X} \approx \frac{V_X}{V_X^X} = \alpha \quad (8.34)$$



Амалиётда ортиқча ҳаво коэффиценти  $\alpha$  ни  $RO_2$  ни таҳлил натижалари бўйича аниқлаш учун номограммалардан фойдаланилади (8.2-расм).



8.2-расм. Ёниш маҳсулотларида ортиқча ҳаво коэффиценти тахминий аниқлаш учун номограмма.

Ўтхона газлари намуналарининг таҳлили  $RO_2$  миқдори бўйича қўл газ анализаторлари ёрдамида олиб борилади.  $\alpha$  коэффиценти аниқлайдиган ушбу усул билвоситадир.

Аниқлашнинг ишончлилиги ушбу ёқилғи учун  $RO_2$  қиймати қанчалик тўғрилигига боғлиқ бўлади, чунки электр станцияга ёқилғи ҳар доим ҳам бир хил таркибда келмайди ҳамда  $RO_2$  миқдорини аниқлаш учун олинadиган ўтхона газларида бажарилadиган таҳлилларининг аниқлиги ҳам муҳим аҳамиятга эга.

Кўрсатилган  $CO_2$  усул бўйича  $\alpha$  ни баҳоланиши минерал қисмида карбонатларга эга ёқилғиларни ёқишда қийинчиликларни келтиради, чунки бунда термик парчаланишда қўшимча ўзгарувчан ҳажмда  $CO_2$  ажралиб чиқади. Бевосита усулнинг афзаллиги қуйидагидан иборат: ўтхона газларида ортиқча  $O_2$  ни кислород ўлчагичлари билан аниқлаш усулида ўлчаш натижалари ёқилғининг таркибига, углероднинг ёниши ҳисобига кўра эмас, ундаги  $CO_2$  ни борлиги ёки йўқлигига асосланган. Бу усулни ҳар хил тавсифларга эга ёқилғи аралашмасини ёқишда қўлланилади (масалан, қаттиқ ёқилғи ва мазутларда).

Қозонда ортиқча кислороднинг назоратини газ трактининг

иккита нуктасида олиб борилади: бурилиш камерада ва ҳаво иситгичи орқасида (чиқиб кетаётган газларда).  $O_2$  ни қиймати бурилиш камерасида ўтхонадаги ортиқча ҳавонинг улушини тавсифлайди.  $O_2$  нинг олинган қиймати юқори аниқлик билан ўтхонадан чиқиш шароитига қайта ҳисобланиши мумкин бўлади. Чиқиб кетаётган газларда ортиқча ҳаво қозоннинг умумий зичлиги ҳолатини ва чиқиб кетаётган газларнинг умумий ҳажмини тавсифлайди, бурилиш камерасида ва чиқиб кетаётган газларда  $O_2$  ни кўрсаткичларининг фарқи конвективли шахтада совук ҳавонинг сўрилиш улушини баҳолашга имкон беради.

## 8.4. ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ ЭНТАЛЬПИЯСИ

Ёниш маҳсулотларининг энтальпиясини ҳисоблаш газ оқимида иссиқлик миқдорини ўзгаришини ва иситиш юзаларини иссиқлик қабул қилишини аниқлаш учун зарур. Иссиқлик техника ҳисобларида ёниш маҳсулотларининг солиштира энтальпиясини, солиштира ҳажмлари каби 1 кг ёки 1 м<sup>3</sup> ёқилғининг ёнишида ҳосил бўлган газ ҳажмлари учун аниқлаш қабул қилинган. Одатда энтальпиянинг бу қиймати H харфи билан белгиланади ва кЖ/кг ёки кЖ/м<sup>3</sup> да ифодаланади. Ёниш маҳсулотлари таркибида газларнинг иссиқлик сифими ҳар хил бўлгани туфайли ўтхонага газлари унсурларининг энтальпиялари алоҳида ҳисобланади. Ёниш маҳсулотларининг назарий ҳажмларининг энтальпияси газларни  $\theta^\circ\text{C}$  ҳароратида қуйидагини ташкил қилади:

$$H_{\theta}^{\lambda} = (V_{RO_2} C_{RO_2} + V^{\lambda} N_2 C_{N_2} + V_{H_2O}^{\lambda} C_{H_2O} + \alpha_{чик,к} \frac{A^{\lambda}}{100} C_{кул}) \theta; \quad (8.35)$$

бунда:  $C_{RO_2}, C_{N_2}, C_{H_2O}$  -  $\theta$  ҳисобланган ҳароратда олинган кЖ/(м<sup>3</sup>·К) да ўтхона газларининг алоҳидаги унсурларининг ҳажмий иссиқлик сифимлари;  $C_{кул}$  - кул заррачаларининг иссиқлик сифими, кЖ/(кг·К);  $\alpha_{чик,к}$  - газ оқими билан чиқиб кетаётган кул заррачаларининг улуши.

Берилган (8.35) ифодадаги охириги ташкил қилувчиси кул заррачаларининг энтальпиясини тавсифлайди ва фақат юқори қувиқлик ёқилғининг ёнишида инобатга олинади.

Ортиқча ҳавода  $\alpha > 1$  газларнинг энтальпияси куйидагича аниқланади:

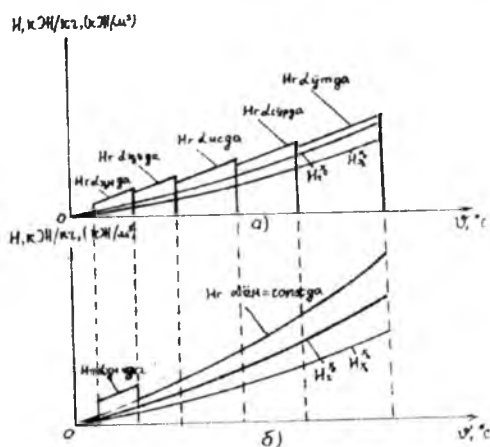
$$H_1 = H_{\Gamma}^X + \Delta H_1 = H_{\Gamma}^X + (\alpha - 1) H_X^X . \quad (8.36)$$

Бунда  $H_X^X$  - ҳавонинг назарий ҳажмларининг энтальпияси:

$$H_X^X = V_X^X C_X \theta . \quad (8.37)$$

Бунда  $C_X$  - ҳавонинг ҳажмий иссиқлик сифими, кЖ/(м<sup>3</sup>К).

Ҳар хил ҳароратлардаги газларнинг энтальпияларини ҳисоблари  $H$ ,  $\theta$  - диаграмма кўринишида берилган (8.3-расм)  $H_{\Gamma}^X$  қиймати бир хил ҳароратда ҳар доим  $H_X^X$  дан юкори бўлади, чунки газларнинг ҳажми  $V_{\Gamma}^X > V_X^X$  га тенг бўлади, уч атомли газларнинг ҳажмий иссиқлик сифимлари  $C_{RO_2}$ ,  $C_{H_2O}$  ҳавонинг  $C_X$  иссиқлик сифимларидан кўп бўлади. Ростланиб тортиш билан ишлайдиган қозонда ва газ трактида сўрилиш борлигида энтальпиянинг  $H_{\Gamma}$  қиймати ҳар қайси юзасидан, ортиқча ҳавони инобатга олиб ва фақат бу юза жойлашган тарафда ҳарорат оралигида олинади (8.3-расм,а). Шунинг учун  $H_1 = f(\theta)$  ифоданинг график тасвири босқичли тавсифга эга бўлади.



8.3-расм. Буғ қозони ҳаво ва ёниш маҳсулотларининг  $H$ ,  $\theta$  - диаграммалари.

- а- бўшлиқда ишлашида;
- б- ҳаво оқимида ишлашида.

Ҳаво оқимида ишлайдиган қозонларда ҳамма юзалардаги ортиқча ҳаво иситгичигача бир хил бўлади ва бу ёндиргичда дастлабки ортиқчага тенг бўлади (8.3-расм,б). Ҳаво иситгичларда (қувурли ва қайта генеративлиларда) асосан ташқаридан совуқ ҳавони сўрилиши бўлмайди, бунда иситилган ҳавонинг газ трактида оқиши ҳаво ва газ оқими орасидаги босимни кўп ўзгариши ҳисобига ва муқаррар очик жойлар борлигида (қайта генеративли айлаима ҳаво иситгичи) ёки унча зич бўлмаган (тешиқлар) қувурли ҳаво иситгичларида содир бўлади. Бу ҳавонинг оқими қозон ҳаво оқимида ёки бўшлиқда ишлаш ишламаслигига боғлиқ бўлмайди.

### НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ.

1. Ёниш маҳсулотларининг тавсифли унсурларини санаб чиқинг.
2. Нимага ёниш учун ҳавонинг ҳақиқий ҳажми назарийсидан кўп бўлиши керак?
3. Қандай қилиб  $V_x^x$  қиймати ёқилғининг маълум таркибидан топиш мумкин?
4.  $V_x^x$  ва  $V_{кг}^x$ ,  $V_x$  ва  $V_T$  қийматлари  $\alpha > 1$  да бир-биридан қандай фарқланади?
5. Қандай қилиб  $V_T$  қийматини қозондан чиқиш пайтида топиш мумкин? Қандай маълумотларга бунда эга бўлиши керак?
6. Ишлаётган қозонда ортиқча ҳаво коэффициентини аниқлайдиган усулни айтиб беринг. Уларнинг орасидаги қайси бири энг аниқ усул ҳисобланади?
7. Фойдаланиш жараёнида ортиқча ҳавонинг назоратини газ трактининг қайси жойида олиб боришади?
8. Газ трактининг берилган жойида газларнинг энтальпияси қандай топилади? Бунинг учун нималарни билиш зарур?

ЁҚИЛГИЛАРДАН САМАРАЛИ ФОЙДАЛАНИШ

9.1. ҚОЗОННИНГ ИССИҚЛИК БАЛАНСИНИ УМУМИЙ ТЕНГЛАМАСИ

Қозон агрегатига иссиқлик келиши ва унинг сарфланиши мувозанатлашган, яъни баланслашган бўлиши керак. Қозон агрегатининг иссиқлик балансини тузиш – иссиқликни келиши ва сарфланишининг алоҳида қисмлар бўйича аниқлаш лозим, қозон агрегатининг Ф.И.К. ини топиш ва исрофларни аниқлашдан иборат.

1 кг (ёки 1 м<sup>3</sup>) ёқилғининг ёнишида ўтхонада ажралиб чиқиши мумкин бўлган энг кўп иссиқлик миқдори ёқилғининг ихтиёридаги иссиқлиги дейилади.

Агар ўтхонага иссиқлик фақат ёқилғининг ёниши натижасида келса, у ҳолда ихтиёримиздаги иссиқлик  $Q_u^u$  ёқилғининг ёниш иссиқлиги  $Q_k^u$  га тенг бўлади  $Q_u^u = Q_k^u$ .

Лекин ўтхонага ёқилғининг ёниш иссиқлигидан ташқари физикавий иссиқлик дейиладиган қўшимча иссиқлик ҳам келади. Бу иссиқликни ҳам ҳисобга олганда ўтхонадаги иссиқлик миқдорини кирим иссиқлиги тенгламаси билан ифодалаш мумкин:

$$Q_u^u = Q_k^u + Q_{x.f.u.} + Q_{e.f.u.} + Q_{b.f.u.}, \quad (9.1)$$

бунда:  $Q_u^u$  - 1 кг (ёки 1 м<sup>3</sup>) ёқилғининг ихтиёридаги иссиқлиги;

$Q_k^u$  - ишчи массадаги ёқилғининг қуйи солиштирма ёниш иссиқлиги, Мж/кг (ёки Мж/м<sup>3</sup>);

$Q_{x.f.u.}$  - ёқилғини ёқиш учун ўтхонага пуфланидиган иситилган ҳавонинг физикавий иссиқлиги, Мж/кг (ёки Мж/м<sup>3</sup>), ҳаво дастлаб, ҳаво иситгичга гушгунча дахли бўлмаган манбадан иситилади, масалан турбинадан буғ билан калорифер ёрдамида олинган бу иссиқлик инобатта олинади;

$Q_{e.f.u.}$  - ўтхонага берилаётган иситилган ёқилғининг физикавий иссиқлиги, Мж/кг, масалан мазутнинг ёқишда ва ўтхонага

$Q_{\text{б.ф.у}}$  - пуфланадиган буғ билан (мазут ёқишда) келадиган ис-  
сиқлик, Мж/кг.

Қозондан ташқари иситилган ҳаво билан киритилган ис-  
сиқлик миқдори қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$Q_{\text{х.ф.у}} = \alpha_{\text{х.у}} + V_{\text{х}} \cdot C_{\text{х}} (t_{\text{х}} - t_{\text{с.х}}). \quad (9.2)$$

бунда:  $\alpha_{\text{х.у}}$  – ҳавонинг иситгичга кириш жойида ортиқча ҳаво  
коэффициенти;

$C_{\text{х}}$  – ҳавонинг иссиқлик сифими, Мж/(м<sup>3</sup>К);

$t_{\text{х}}$ ,  $t_{\text{с.х}}$  – совуқ ҳавонинг ва ҳаво иситгичга киришдан  
аввалги ҳавонинг ҳарорати (калорифер қурилмадан  
кейин).

Ўтхонага берилаётган иситилган ёқилғининг физикавий ис-  
сиқлиги

$$Q_{\text{с.ф.у}} = C_{\text{с.ф.у}} / t_{\text{с.ф.у}}, \quad (9.3)$$

бунда:  $t_{\text{с.ф.у}}$  - ёқилғининг ҳарорати, °С;

$C_{\text{с.ф.у}}$  – ёқилғининг солиштирама иссиқлик сифими, Мж/(кгК).

Пуфланадиган буғ билан (мазут ёқишда) келадиган иссиқлик

$$Q_{\text{б.ф.у}} = d_6 (h - 2,26), \quad (9.4)$$

бунда:  $d_6$ ,  $h$  – мазутнинг түзғатиб юбориш учун форсункага  
тушадиган буғнинг солиштирама сарфи, кг/кг ва унинг энтальпияси  
Мж/кг;

2,26 - чиқиб кетаётган газларнинг ҳароратидаги буғнинг  
энтальпияси, Мж/кг.

Кўн қаттиқ ёқилғилар учун  $Q''_{\text{н}} = Q''_{\text{к}}$  деб қабул қилинган.

Уларнинг сезиларли фарқи ( $Q''_{\text{н}} > Q''_{\text{к}}$ ) юқори намлик ва кўн  
олтинугуртли ёқилғиларни ёқишда кузатилади, бунда  $Q_{\text{х.ф.у}}$   
қийматини инобатга олиш зарур, чунки сульфат кислотали зангла-  
шнини олдини олиш ва ҳаво иситгичи металининг ҳароратини

кўтариш учун ҳавони иситилиши зарур бўлади. Мазутни ёқнишда одатда  $Q_u'' = Q_k'' + Q_{x\phi u} + Q_{c\phi u} + Q_{o\phi u}$  бўлади.

Ихтиёрдаги иссиқлик микдори  $Q_u''$  агарда қозоннинг ишлашида исрофлар йўқ бўлганида тўла ишлатилган бўлиши мумкин. Иситиш юзаларининг қувурларидаги сувнинг иситиш ва буғланишга ҳамда буғни ўта киздириш учун сарфланадиган иссиқликнинг бир қисми фойдаланиладиган иссиқликни ташкил қилади. Технологик жараёнларнинг шароитига кўра фойдаланиш мумкин бўлмаган ихтиёрдаги иссиқликнинг бошқа қисми эса иссиқлик исрофларини ташкил этади.

Иссиқликнинг ўтхонада исроф бўлишини ҳисобга олиб, иссиқлик сарфи тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \quad (9.5)$$

бунда:  $Q_1$ - буғ ҳосил бўлишига сарфланган иссиқлик, яъни фойдали ишлатилган иссиқлик;

$Q_2$ - чиқиб кетаётган газлар билан иссиқликнинг исроф бўлиши;

$Q_3$ - химиявий тўла ёнмасликдан иссиқликнинг исроф бўлиши;

$Q_4$ - механикавий тўла ёнмас-ликдан иссиқликнинг исроф бўлиши;

$Q_5$  – иссиқлик изоляцияси орқали иссиқликнинг исроф бўлиши.

Юқорида айтиб ўтилганидек, ўтхонага иссиқликнинг келиши билан унинг сарфланиши балансланган бўлиши лозим, яъни,

$$Q_u'' = Q, \quad (9.6)$$

(9.5) ва (9.6) тенгликларни ўзаро таққослаб, иссиқлик баланси тенгламасини ёзиш мумкин:

$$Q_u'' = \underbrace{Q_1}_{\text{FOYDALANILGAN ISSIQLIK}} + \underbrace{Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}_{\text{ISSIQLIK ISROFLARI}}, \quad (9.7)$$

Ёқилғининг 1 кг ёнишидаги ихтиёрдаги иссиқлик ўтхонага киритилганда қўшимча манбалар билан бирга, асосан (90-95%) га ишчи муҳитидаги, иситиш юзасига берилади ва юқори босимли ўта қизиган буғ ва иккиламчи иситилган буғ олиш учун фойдаланилади. Иссиқликнинг бошқа қисми эса турли хил исрофларни ташкил қилади.

Буғ қозонида фойдаланиладиган иссиқлик миқдори  $Q_1$  иситиш юзасидан ўтишдаги жисмнинг энтальпияси ошиши билан аниқланади:

$$Q_1 = \frac{D_{\text{янг}}}{B} (h_{\text{янг}} - h_{\text{т.с}}) + \frac{D_{\text{икк}}}{B} (h_{\text{икк}}^* - h_{\text{икк}}) + \frac{D_{\text{исф}}}{B} (h_{\text{к.ш}} - h_{\text{т.с}}), \quad (9.8)$$

бунда:  $D_{\text{янг}}$ ,  $D_{\text{икк}}$  – янги ва ўта қизиган иккиламчи буғнинг сарфи, кг/с;

$D_{\text{исф}}$  – айланма контурларида берилган миқдорни туз тартибларини ушлаб турмоқ учун табиий ёки мажбурий айланмали барабанли қозондан пуфлаб чиқариб ташланадиган сувнинг сарфи, кг/с;

$h_{\text{икк}}^*$ ,  $h_{\text{икк}}$  – оралиқ қайта иситувчининг чиқишидаги ва унга киришидаги иккиламчи ўта қизиган буғнинг энтальпияси, кЖ/кг

$h_{\text{янг}}$ ,  $h_{\text{т.с}}$ ,  $h_{\text{к.ш}}$  – ўта қизиган, қозоннинг экономайзерига келиб тушадиган таъминот суви, барабанда босими борида тўйинган чизиғидаги сувнинг энтальпияси, кЖ/кг;

$B$  – ёқилаётган ёқилғининг сарфи, кг/с ёки м<sup>3</sup>/с.

Худди шундай иссиқликнинг миқдорини қозоннинг алоҳидаги иситиш юзаларининг иссиқлик қабул қилиш орқали ҳам ифодалаш мумкин:

$$Q_1 = Q_{\text{икк}} + Q_{\text{юз}}^k + Q_{\text{икк}} + Q_{\text{эк}}, \quad (9.9)$$

бунда  $Q_{\text{икк}}$  – ўтхона камерасининг юзасида ишчи жисмнинг иссиқликни қабул қилиши, кЖ/кг;

$Q_{\text{юз}}^k$ ,  $Q_{\text{икк}}$  – асосий ва оралиқ (иккиламчи) қайта иситгич ларнинг конвективли юзаларида буғ иссиқлигини қабул қилиниши, кЖ/кг;



$Q_{эк}$  – экономайзернинг иссиқлик қабул қилиши, кЖ/кг.

(9.9) ифодадан кўриниб турибдики, ҳаво иситгичнинг иссиқлик қабул қилиши қозоннинг иссиқлик балансига тўғридан-тўғри кирмайди. Ўтхонага келадиغان қизиган ҳавонинг иссиқлиги ёниш маҳсулотлари билан иссиқлик алмашинув ҳисобига боғлиқ бўлади, яъни иссиқликнинг ички манбаи бўлади. Бу иссиқлик қисми газ-ҳаво трактининг ичида қайта айланади. Шунинг билан бирга ёқилғи ёниш зонасига иссиқ ҳавони киритилиши газларнинг ҳароратини, ёқилғининг ёниш тезлигини ва унинг тўла ёнишини оширади, яъни ёқилғидан самарали фойдаланишга олиб келади.

Иссиқликнинг фойдали ишлатиладиган қисмини ошириш учун иссиқлик исрофларининг энг кам миқдорларга келтириш талаб қилинади, уларнинг рўйхати 9.1- жадвалда келтирилган. Бу қозоннинг ишлашида иссиқлик исрофлари

9.1-жадвал

| Иссиқликнинг мутлоқ исрофлари Мж/кг ёки Мж/м <sup>3</sup> | Иссиқликнинг нисбий исрофлари, % | Иссиқлик исрофларининг номи                                 |
|---|----------------------------------|---|
| $Q_2$   | $q_2$                            | Чиқиб кетаётган газлар билан                                |
| $Q_3$   | $q_3$                            | Химиявий тўла ёнмасликдан                                   |
| $Q_4$   | $q_4$                            | Механикавий тўла ёнмасликдан                                |
| $Q_5$   | $q_5$                            | Ташқи совутишдан  |
| $Q_6$   | $q_6$                            | Ўтхонадан ҳалос қилинаётган шлакнинг физикавий иссиқлигидан |

Мутлоқ ва нисбий иссиқлик исрофларини ўзаро боғлиқликни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:

$$q_1 = 100 \frac{Q_1}{Q_K} \quad q_2 = 100 \frac{Q_2}{Q_K} \quad (9.10)$$

Иссиқлик баланси тенгламасини ишчи ёқилғисининг қуйи ёниш иссиқлиги  $Q_K^u$  га нисбатан фойдалаш мумкин.

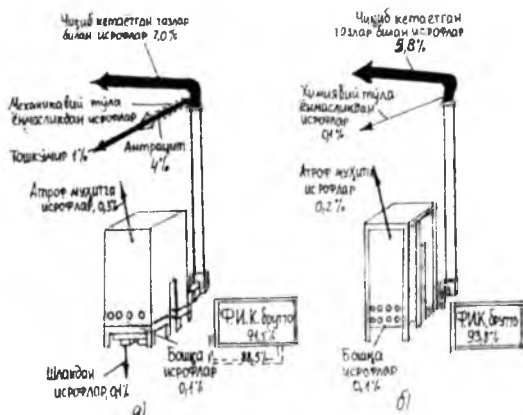
$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = 100\% \quad (9.11)$$

Ўтхонада ёқилғи ёнганда олинган иссиқликдан фойдаланиш даражаси қозон агрегатининг Ф.И.К.ига қараб аниқланади:

$$\eta_{K.A} = q_1\% = 100\% - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5) \quad (9.12)$$

Тенглама (9.12)дан кўришиб турибдики, иссиқлик исрофлари камайиши билан қозон агрегатининг Ф.И.К.и ортади.

Қаттиқ ёқилғи ва мазутни ёқадиган замонавий юқори қувватли қозонларнинг иссиқлик исрофлари 9.1-расмда кўрсатилган.



9.1-расм. Иссиқлик исрофлари ва 1000 т/с буғни ишлаб чиқарадиган бир корпусли қозоннинг Ф.И.К. и:

- тошқўмирни (пунктир чизиғи билан антрацит кўрсатилган) ёқишда;
- мазутни ёқишда.

Буғ қозонининг ишлашида иссиқлик исрофларининг қиймати ҳар доим назорат қилинади, чунки қурилмадан (тежамкорлик билан) самарали фойдаланиш кўп жиҳатдан уларга боғлиқ бўлади.  $q_3$ ,  $q_4$ ,  $q_5$  иссиқлик исрофлари бўйича ўрта статистик

маълумотлари иссиқлик ҳисобларининг норматив усулларига киритилган, қолган исрофлар эса  $q_2, q_6$  ёқилаётган ёқилғи турига, фойдаланиш шароитларига боғлиқ бўлади.

Ҳозир ишлатиладиган қозон агрегатларида  $\eta_{КА} = 85-94\%$  га тенг (агрегат учун сарфланадиган энергия ҳисобга олинмаган).

## **9.2. ҚОЗОНДАГИ ИССИҚЛИК ИСРОФЛАРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ**

### **9.2.1. ЧИҚИБ КЕТАЁТГАН ГАЗЛАР БИЛАН ИССИҚЛИК ИСРОФЛАРИ**

Ёниш маҳсулотлари газ трактидан ўтиб кетгандан кейин атрафдаги ҳаво ҳароратигача совутилмайди, юқори ҳароратга эга бўлиши билан бу исрофлар аниқланади. Чиқиб кетаётган газлар билан иссиқликнинг исроф бўлиши  $q_2$  энг катта исроф бўлиб, асосан чиқиб кетаётган газларнинг ҳароратига ва ортиқча ҳаво коэффициентига боғлиқ. Ҳозирги пайтда қозон қурилмасини лойиҳалашда чиқиб кетаётган тутун газларининг ҳисобий ҳарорати  $120-170^{\circ}\text{C}$  га тенг деб қабул қилинган. Унумдорлиги катта бўлган агрегатларда иссиқликнинг чиқиб кетаётган газлар билан исроф бўлиши  $3-7\%$  ни ташкил этади. Сув ва ҳаво киздиргичлари бўлмаган қозонларда  $q_2$   $20-30\%$  га етади.

Иссиқликнинг чиқиб кетаётган газлар билан исроф бўлиши ортиқча ҳаво коэффициенти  $\alpha$  га тўғри пропорционал бўлади. Ўтхонага қанчалик кўп ҳаво кирса, чиқиб кетаётган газларнинг ҳажми шунчалик катта ва улар ўтхонадан шунчалик кўп иссиқликни олиб чиқиб кетади.

Бирок, ортиқча ҳаво коэффицентининг кичик бўлиши, иссиқликнинг химиявий тўла ёнмаслик ҳисобига исроф бўлишига олиб келади.

Ёқилғи тўла ёнганда унинг энг тежамли ёниши учун ортиқча ҳаво коэффицентининг катталниги қуйидагича бўлиши тавсия этилади (9.2-жадвал).

|                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Ёқилғи                              | Ортиқча ҳаво коэффиценти $\alpha$ |
| Газ                                 | 1,05-1,15                         |
| Кўмир чанги ва мазут                | 1,15-1,25                         |
| Турли хил кўмирларни қатламлаб ёқиш | 1,25-1,35                         |

Ёқилғи ёнишида ажралиб чиқишидан қолган иссиқлик ҳисобидан чиқиб кетаётган газларнинг ҳарорати, атмосфера ҳароратидан юқори бўлиши, чиқиб кетаётган газлар билан иссиқлик исрофлари дейиладиган  $Q_2$  исрофларни белгилайди:

$$Q_2 = H_{\text{чиқГ}} - H_{\text{СХ}} \quad (9.13)$$

Бунда:  $H_{\text{чиқГ}}$  - чиқиб кетаётган газларнинг энтальпияси, Мж/кг (ёки Мж/м<sup>3</sup>)

$H_{\text{СХ}}$  - совуқ (атмосферали) ҳавонинг энтальпияси, Мж/кг (ёки Мж/м<sup>3</sup>).

Ифодани қуйидаги кўринишда қайта ёзиш мумкин:

$$Q_2 = H_{\text{Г}}^{\text{X}} + (\alpha_{\text{чиқГ}} - 1) H_{\text{Х}}^{\text{X}} - H_{\text{СХ}} \quad (9.14)$$

Бу ифодада  $H_{\text{Г}}^{\text{X}} = V_{\text{Г}}^{\text{X}} C_{\text{Г}} V_{\text{чиқГ}}$ ,  $\alpha = 1$  да чиқиб кетаётган газларнинг энтальпияси;

$(\alpha_{\text{чиқГ}} - 1) H_{\text{Х}}^{\text{X}}$  катталиги -  $V_{\text{чиқ}}$  ортиқча ҳавонинг энтальпияси.

Охири ифодадан кўришиб турибдики,  $Q_2$  исрофлар катталигига таъсир қилувчи асосий омил бу  $V_{\text{чиқ}}$  дир, у ёниш маҳсулотлари билан иситиладиган иситиш юзалари ўлчамлари ва бу юзалар билан иссиқликни жадвалли тарқатишга боғлиқ бўлади. Керакли киздириш юзаси билан газларни чуқур совутилиши билан боғлиқлигини конвективли иссиқлик алмашинув тенгламасидан олшимиз мумкин, у қуйидагича ёзилади:

$$F = Q / (k \Delta t), \quad (9.15)$$

бунда:  $F$  – қиздириш юзаси,  $m^2$ ;  
 $Q$  – юзани иссиқлик қабул қилиши,  $kЖ/кг$ ;  
 $k$  – иссиқлик узатиш коэффиценти,  $kВт/(m^2K)$ ;  
 $\Delta t$  – газлар ва ишчи жисм оралигидаги иситиш юзасидаги ҳарорат сиқуви,  $^{\circ}C$ .

Қиздириш юзасидан кейин газларнинг ҳароратини пасайиши ҳарорат сиқилишининг камайишига олиб келади, шу вақтнинг ўзида юза билан иссиқликни қабул қилиш ошиб бориши керак бўлади. Охири ифодадан кўришиб турибдики бу ҳолатда қиздириш юзасининг ўлчамини кескин ошишига олиб келади.

Бу боғлиқликнинг график тасвири 9.2-расмда берилган. Бу графикда ундан паст ҳарорат зонасидан чиқиб кетаётган газларнинг ҳароратининг пасайиши, қиздириш юзанинг кескин ошишини талаб қилинишини кузатиш мумкин.

Бир вақтда бу билан бирга тортишга ҳам сарфлар ошиб боради, чунки газ трактининг қаршилиги ошиб боради. Юқори ҳароратли  $V_{чик}$  буғ қозонларини лойиҳалаштириш нотўғри бўлар эди, чунки бу ёқилғидан самарали фойдаланиш ва уни ўзининг оқламайдиган катта сарфларига олиб келиши мумкин.  $V_{чик}$  ўзгаришида ёқилғи ва энг аввало қозоннинг қиздириш юзаларининг металларига сарфлари камаяди, ёқилғига эса, аксинча, ошиб боради. Чиқиб кетаётган газларнинг оптимал ҳарорати йиллик ҳисобли сарфларнинг  $C$  энг пастига тўғри келади.

$$C = S_{йил} + nK_{БК} \quad (9.16)$$

Ўз навбатида йиллик фойдаланиш сарфлари:

$$S_{йил} = V_{йил} H_{ЕК} \alpha + K_{БК} + S_{Э}, \quad (9.17)$$

(9.16) ва (9.17) ифодаларда:

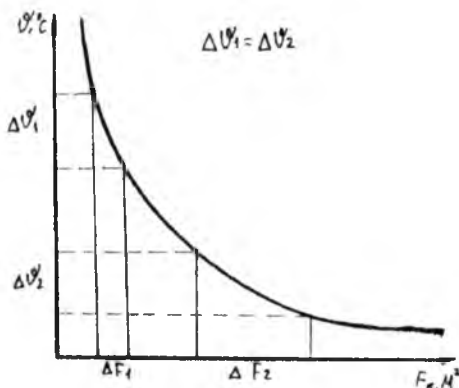
$K_{БК}$  – буғ қозоннинг қуриш ва металлларга кетган сарфлар, сўм;

$n=0,15$  – маблағларни сарф қилишни норматив коэффицентиининг самарадорлиги, бошланғич нархдан давлатга йиллик ажратилган улушини тавсифлайди,  $йил^{-1}$ ;

$V_{йил}$  – ёқилғи сарфи,  $кг/йил$ ;

$H_{ЕК}$  – ёқилғи нархи, сўм/кг;

- $\alpha$  - ажратиш коэффициенти (амортизацияга, жорий таъмирланишга ва бошқаларга сарфлар), йил<sup>-1</sup>;  
 $S_3$  - фойдаланиш вақтида қозоннинг ўз эҳтиёжига ишлатиладиган электр энергиянинг сарфи, сўм/йил.

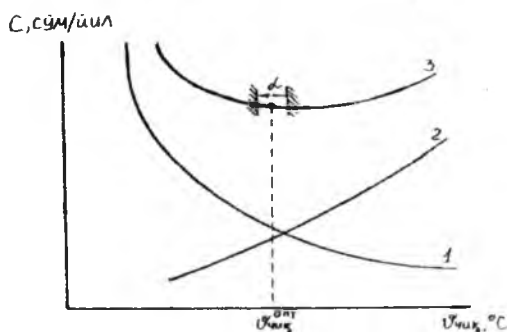


9.2-расм. Конвективли қиздиришда юза ўлчамининг ўзгариши қиздирилган газларнинг ҳарорат даражасига боғлиқлиги.

$V_{\text{чик}}^{\text{опт}}$  оптималга яқин ҳарорат оралиғида йиллик ҳисобий сарфлар  $V_{\text{чик}}$  га кам боғланган бўлади, шу муносабат билан ёқилғи ва металлнинг турига кўра  $V_{\text{икк}}$  қийматини оптималликка кўра бироз кўп ёки кам қилиб олиш мумкин.

Чиқиб кетаётган газларнинг оптимал ҳароратига ёқилғининг намлиги таъсир қилади. Бунда ёниш маҳсулотларининг ҳажми ва уларнинг иссиқлик сиғими сезиларли ошиб боради. Шунинг учун  $V_{\text{икк}}$  бир хиллигида  $Q_2$  исрофи намланган ёқилғида қуруғига кўра кўпроқ бўлади. Шунинг билан бирга бу ҳолатда намланган газларни совутиш учун қиздириш юзанинги ўлчами сезиларли ошиб боради ва қаршилиқнинг енгилуш учун энергиянинг исрофи кўпаяди. Шунинг учун ёқилғининг намлиги қанчалик кўп бўлса, шунчалик  $V_{\text{чик}}^{\text{опт}}$  юқори бўлиши керак. Ёқилғи нархи ошиб бориши билан, бир хил шароитда, тежаб қолинган ёқилғининг нархи кўп бўлади, бу эса ривожланган қиздириш юзани оқлайди.

OPT  
 ва  $V_{\text{ЧИК}}$  кам бўлишига имкон беради.



9.3-расм. Чиқиб кетаётган газларнинг оптимал ҳароратини техник-иқтисодий аниқлаш:

1- қиздириш юзасига сарфлар; 2-ёқилғига сарфлар; 3-ҳисобий сарфларнинг ҳаммаси;  $\alpha$ - тавсия қилинган ҳарорат даражасининг оралиғи.

$V_{\text{ЧИК}}$ ни танлашда қиздириш юзаларнинг, энг аввало ҳаво қиздиргичларнинг паст ҳароратли занглаши мумкинлиги инобатга олинади. Шунинг учун олтингургуртли ёқилғиларнинг ёқишда  $V_{\text{ЧИК}}$  юқори олинади.  $V_{\text{ЧИК}}$  қиймати юқори қувватли агрегатлар учун 120-160°C оралиғида танланади (паст чегара кам намланган ва кам олтингургуртли ёқилғилар учун, юқори чегара эса кўп намланган ва кўп олтингургуртли ёқилғилар учун олинади).

Чиқиб кетаётган газлар билан иссиқлик исрофлари  $\alpha_{\text{ЧИК}}$  кўп бўлади. Ортиқча ҳаво қанчалик кўп бўлса, ўтхонада ва газ йўлларида сўрилиш кўп бўлади, шунчалик агрегатдан кейин ёниш маҳсулотларининг ҳажми кўп бўлади, бу эса,  $Q_2$  ни оширади. Ўтхонада ортиқча ҳавонинг миқдори ва газ йўлларида сўрилиш кўп бўлса, унинг салбий таъсири тутун сўргичларни юкланиши ва электр энергиянинг кўп сарфланиши билан ифодаланилади.

$q_2$  исрофлари бошқа исрофларга кўра кўп бўлади ва бўшлиқда ишлайдиган қозонлар учун (совуқ ҳавонинг сўрилиши борлиғида) тахминан 5-8% ташкил қилади. Пуфлаб ишлайдиган қозонларда газ йўлларида ҳавонинг сўрилиши йўқ ва шунинг учун  $q_2$  кам аҳамиятга эга бўлади.

$q_2$  исрофларининг ҳисобли қийматларидан тоза қиздириш юзаларида фойдаланилади. Фойдаланиш шароитида қиздириш юзалари шлак ва кул билан сезиларли ифлосланиши мумкин, бу эса иссиқлик алмашинувларини ёмонлаштиради ва  $V_{\text{чик}}$ ни оширади ва шу муносабат билан  $q_2$  исрофларини кўпайишига олиб келади; шунинг билан бирга газ қаршилиги ҳам, тутун сўргичларнинг юкланиши ҳам кўпайиб боради. Фойдаланишда қозоннинг иш тартибини лойиҳага биноан ишлашига эришиш учун, унинг қиздириш юзаларини имкони борича тоза ҳолда тутиш зарур бўлади, вақти-вақти билан (сменада бир марта) иш пайтида қозонни қиздириш юзалари тозаланади.

## 9.2.2. ЁҚИЛГИНИНГ ХИМИЯВИЙ ТЎЛА ЁНМАСЛИГИДАН ИССИҚЛИК ИСРОФЛАРИ

Ёниш маҳсулотларида газ фазасида дастлабки ёқилгининг тўла ёнмаслигидан қолган маҳсулотлар:  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$  ва бошқа газлар бўлиши мумкин. Уларни ўтхона камерасидан ташқари етарлича юқори ҳарорат бўлмагани ва кислороднинг етишмаслиги туфайли охиригача ёниши амалга ошмайди. Ўтхона камерасида газсимон ёнувчиларнинг тўлиқ ёнишидан олиниши мумкин бўлган иссиқлик химиявий тўла ёнмасликни ташкил қилади. Бошқача қилиб айтганда, химиявий тўла ёнмасликдан бўладиган иссиқлик исрофлари  $q_3$ га ўтхонада ҳавонинг умуман етишмаслиги ёки ёқилгининг ҳаво билан ёмон аралashi натижасида шу жойда ҳавонинг етишмаслиги сабаб бўлади.

Химиявий тўла ёнмасликдан иссиқлик исрофи қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$Q_3 = V_{\text{CO}} Q_{\text{CO}} + V^{\text{H}_2} Q^{\text{H}_2} + V^{\text{CH}_4} Q^{\text{CH}_4}, \quad (9.18)$$

Бунда:  $V_{\text{CO}}, V^{\text{H}_2}, V^{\text{CH}_4}$  - ёниш маҳсулотларида ёнувчи газларнинг ҳажми,  $\text{м}^3/\text{кг}$  ёқилгида;

$Q_{\text{CO}}, Q^{\text{H}_2}, Q^{\text{CH}_4}$  - худди шундай ёнувчи газларнинг ҳажмли ёниш иссиқлиги,  $\text{Мж}/\text{м}^3$ .



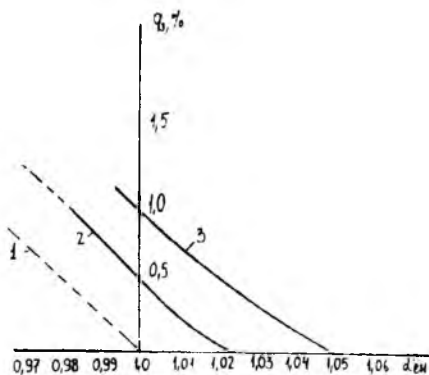
Охирги ифодани инобатга олиб  $Q$  дан фоизда иссиқлик исрофларини солиштирма қийматлари қуйидаги ифодага кўра аниқланади:

$$q_3 = (126,4V_{CO} + 108 V^{H_2} + 358,2 V^{CH_4}), \quad (9.19)$$

$V_{CO}$ ,  $V^{H_2}$ ,  $V^{CH_4}$  газларнинг ҳажмларини аниқлашдан аввалги рақамлар –100 марта камайтирилган  $1 \text{ м}^3$  даги шу газларнинг ёниш иссиқликлари.

Газ ва суюқ ёқилғиларнинг ёнишидаги химиявий тўла ёнмаслик  $q_3 = 0,5\%$  га тенг, қаттиқ ёқилғининг ёнишида эса одатда жудаям кичик ва нолга тенг деб қабул қилинади. Фойдаланишда у, асосан, ёниш маҳсулотларида  $CO$  миқдори билан аниқланади ва  $H_2$  билан унча аҳамиятга эга эмас. Ёниш маҳсулотларининг таркибида  $CH_4$  бўлиши ёниш жараёнининг тўғри қўйилмаганлиги тўғрисида далолат беради. Аммо, тўла ёнмасликнинг тахлилини ҳамма ташкил қилувчилардан олинади, чунки  $V^{CH_4}$  миқдори жуда ҳам оз бўлганда ҳам (9.19) ифодага кўра, тўла ёнмаслик қийматиға катта таъсир қилиши мумкин.

Химиявий тўла ёнмасликдан иссиқлик исрофлари ортиқча ҳаво коэффициентига ва буғ қозоннинг юкланишиға кўп жиҳатдан боғлиқ бўлади (9.4-расм).



9.4-расм. Ёқилғининг химиявий тўла ёнмаслигидан бўладиган иссиқлик исрофлари.

$\alpha_{\text{ннд}}$  – ёндиргичдаги ортиқча ҳаво.

Ёқилғини кислород билан тўлиқ (идеал) аралаштириш шароитида химиявий тўла ёнмаслик 1, фақат  $\alpha < 1$  да бўлиши мумкин ва кислород қанчалик етишмаса, шунчалик пропорционал қўпайиб боради  $(1-\alpha)$ . Реал шароитларда 2 тўлиқ юкланишда химиявий тўла ёнмаслигининг бўлиши ёқилғи ҳаво билан яхши аралашмаслигидан келиб чиқади.  $\alpha_{кр}$  критик дсб айтилинадиган ортикча ҳаво коэффицентиди, химиявий тўла ёнмасликдан исрофлар бўлмайди. Одатда  $\alpha_{кр} = 1,02-1,03$  га тенг бўлади ва шундай қилиб, ёндириш қурилманинг аэродинамик ишлаш даражасига кўп жиҳатдан боғлиқ бўлади. Қозоннинг камайтирилган юкласида 3 ишлашида ёндиргичдан ёқилғи ва ҳавонинг чиқиши тезлиги камайди, шу муносабат билан оқимни аралаштириш энергияси пасаяди, ёниш зонасида ҳарорат бир мунча пасаяди, бу эса худди шундай ортикча ҳавонинг бўлишида ёқилғининг химиявий тўла ёнмаслигини оширишга олиб келади. Ёнувчи газларнинг концентрацияси аниқланиши «Газохром-3101» турли хроматограф ёрдамида олиб борилади.

### 9.2.3. ЁҚИЛЎНИНГ МЕХАНИКАВИЙ ТЎЛА ЁНМАСЛИГИДАН ИССИҚЛИК ИСРОФЛАРИ

Агарда химиявий тўла ёнмаслик ёниш маҳсулотларида ёнувчи моддаларни газсимон ҳолатида бўлиши билан тавсифланса, механикавий тўла ёнмаслик эса қаттиқ заррачалар шаклида ёқилғининг чала ёнишидан аниқланади. Механикавий тўла ёнмасликдан иссиқлик исрофлари  $q_d$  қолосник чўғдонларининг тешиқларидан тўкилиб қозон агрегатларидан кул ва шлак ҳамда тутун газлари билан бирга чиқиб кетадиган ёқилғининг ёнишга улгурмаган зарралари миқдорига боғлиқ. Торф, сланец ва кўмирларни ёқишда механикавий тўла ёнмаслик коксли зарралар кўринишида бўлади, улар қисқа вақт ичида машъаланинг юқори ҳароратли зонасида бўлиб, учувчан моддаларни ажратишга ва қисман ёнишга улгурган бўлишлари мумкин. Мазут ва газни ёқишда механикавий тўла ёнмаслик қаттиқ зарраларда ўзларини намоен қиладилар (коксли қолдиқ, мазут томчиларининг буғланишидан сўнг қоракуя зарралари). Қоракуя ҳосил қилиниши юқори ҳароратли ёниш зонасида кислороднинг етишмаслигида кузатилади ( $\alpha < 0,6$ ).



Ортиқча ҳавонинг оптимал миқдоридан камлиги туфайли тўлиқ ёнмасликнинг ўсиши, ёқилғининг ҳаво билан етарлича ара-лашмаслиги ва кислород етишмайдиган зоналарнинг ривожланиши ёнишнинг ҳарорат даражаси юқори бўлишига қарамасдан аниқланади.  $\alpha > \alpha_{\text{опт}}$  да ёниш зонасида ҳароратни пасайиши ва ок-сидланиш реакциянинг секинланиши кузатилади, бир вақтда юқори ҳароратли зонада зарраларнинг бўлиши ҳажм ва ёниш маҳсулотларининг тезлиги ошиши туфайли камаяди. Бу кўрилган нккита омил ёқилғининг тўла ёнмаслигини оширишга олиб келади.

Паст реакцияли ёқилғиларда (антрацит, ярим антрацитлар-да)  $q_4$  исрофларни кўп бўлиши кокс зарраларининг кеч алангала-ниши ва диффузион майдонида кўп ёниши билан аниқланади. Шу муносабат билан ушбу ёқилғилар фойдаланиш тартибига ҳамда ён-дирғич билан ҳаво тақсимланишига ўта сезиларли бўладилар.

Фойдаланишнинг оддий шароитларида механикавий тўла ёнмасликдан исрофлар қаттиқ ёқилғиларнинг ёқилишида  $q_4=0,5-5\%$  ни ташкил қилади.  $q_4$  исрофлари газ ва мазутнинг ёқилишида унча кўп эмас (одатда  $0,1\%$ дан кам) ва улар  $q_3$  исрофлари билан бирга инobatга олинади, яъни ( $q_3 + q_4$ ) билан баҳоланади.

Учиб кетиш ҳисобига механикавий тўла ёнмасликдан ис-сиқлик исрофларини аниқлаш учун унча кўп бўлмаган газлар ҳажми микроциклондан ўтказилади, унда учиб кетаётган қаттиқ заррачалар ушлаб қолинади. Улар кул заррачалари ва ёқилғининг ёнувчан кокс заррачаларидан иборат. Ҳаво муҳитида киздиришдан суяб ёнувчи унсурлари ёниб бўлади, бу эса умумий учиб кетишдаги  $E_{\text{вк}}$  улушини аниқлашга имкон беради. Унда  $1 - E_{\text{вк}}$  умумий учиб кетишда кул миқдорининг улушига тўғри келади. Ундан кейин ёнувчиларнинг улушини  $1 \text{ кг}$  ёқилғининг ёнишидан учиб кетишига олиб боради. Бунда дастлабки ёқилғининг ёниш иссиқлигидаги ва учиб кетишидаги ёқилғи заррачаларининг фарқи инobatга олинади, чунки охирилари учувчан моддалари йўқ бўлган кокс зарралари-дан иборат. Механикавий тўла ёнмасликдан нисбий исрофлар кўйидагини ташкил қилиши мумкин:

$$q_4 = \alpha_{\text{вк}} A^u \frac{\ddot{E}_{\text{вк}} Q_{\text{к}}}{1 - \ddot{E}_{\text{вк}} Q_{\text{у}}}, \quad (9.20)$$

бунда:  $Q_k = 32,6$  Мж/кг учиб кетаётганда кокс қолдигининг ёниш  
иссиқлиги;

$\alpha_{yк}$  - ёниш маҳсулотлари билан кул фракцияларининг  
чиқиб кетаётган улуши;

$A^U$  - ёқилғи ишчи массасининг кулланиши, %.

Шлак исрофларининг миқдорлари жуда оз бўлгани туфайли  
чиқиб кетаётганлардан иссиқлик исрофларини механикавий тўла  
ёнмасликдан исрофларининг тўлиқ қиймати деб қабул қилинади.  
Шундай қилиб, камерали ўтхонада қаттиқ ёқилғини ёқишда исроф-  
лар йиғиндиси  $q_3 + q_4$  0,5-5% ни ташкил этади. Мазут ва газни  
ёқишда химиявий тўла ёнмасликдан исрофлар 1-1,5% ни ва меха-  
никавий тўла ёнмаслик бўлмаганда 0,5-3% ни ташкил этади. Кат-  
ламли ўтхоналарда химиявий ва механикавий тўла ёнмасликдан исроф-  
лар 6-14% ни ташкил этади.

#### 9.2.4. ТАШҚИ СОВУТИШДАН ИССИҚЛИК ИСРОФЛАРИ

Бу исрофлар қуйидагича аниқланади: қозон ва унинг эле-  
ментлари (барабан, коллектор ва буғ қувурлари) ўралади ва тикила-  
ди, улар атроф-муҳитнинг ҳароратига қараганда юқори ҳароратга  
эга бўлгани учун иссиқликнинг бир қисмини ташқарига бериб,  $Q_5$   
кЖ/кг исрофларни ташкил қилади. Умумий кўринишда бу исроф-  
ларни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$Q_5 = (F_{\text{ДЕВ}}/V)(\alpha_K + \alpha_E)(t_{\text{ДЕВ}} - t_{\text{АТР}}). \quad (9.21)$$

Бунда:  $F_{\text{ДЕВ}}$  – қозон ва унинг юқори элементлари деворининг  
ташқи юзаси,  $m^2$ ;

$\alpha_K$ ,  $\alpha_E$  – конвекция ва нурланиш билан иссиқлик узатиш,  
 $kВт/(m^2K)$ ;

$t_{\text{ДЕВ}}$ ,  $t_{\text{АТР}}$  – иссиқлик ўтиб кетувчи девор юзасининг  
ўртача ҳарорати ва атрофдаги ҳавонинг  
ҳарорати,  $^{\circ}C$ .

Ташқи совутилишдан исрофлар қанчалик кўп бўлса,  
шунчалик ўралаиш ва иссиқлик изоляциясининг ҳарорати юқори  
бўлади. Техник фойдаланиш қоидаларига кўра қозон ва унинг

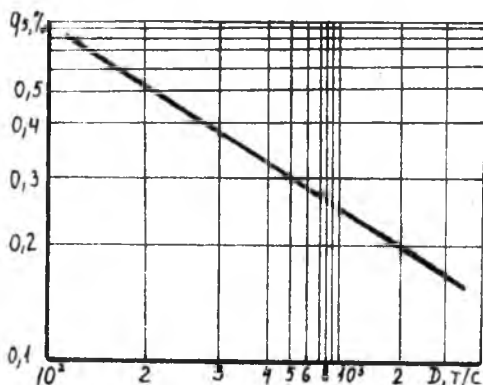
элементларининг ташқи юзалари  $t_{\text{ДЕВ}}=55^{\circ}\text{C}$  дан юқори эмас ҳароратни таъминлаш учун изоляцияга эга бўлишлари керак. Тахминий ҳисобларда ўралган юзаларидан иссиқлик оқимининг ўртача кийматларидан фойдаланилади. Унда атроф-муҳитга иссиқлик исрофлари қуйидагини ташкил қилади:

$$Q_5 = q_{\text{ю}}(F_{\text{ДЕВ}}/V) \quad (9.22)$$

Бунда:  $V$  – қозонга сарфланган ёқилғи, кг/с.

Қозоннинг тўлиқ синовида унинг юзаларидаги  $q_{\text{ю}}$  иссиқлик оқими иссиқлик ўлчагич дейиладиган асбоб ёрдамида аниқланади.

Юқори қувватли буғ қозонларда мутлоқ иссиқлик исрофлари  $VQ_5$  кам ишлаб чиқаришли агрегатларга кўра кўп бўлади, унинг солиштирма исрофи  $Q_5$ , кЖ/кг эса кам бўлади, чунки қозоннинг буғ ишлаб чиқарилиши ўсиб бориши билан  $F_{\text{ДЕВ}}/V$  нисбати камаяди, девор юзаларининг тўғри чизикли ўлчамининг квадратага пропорционал ўсиб боради, ёқилғининг сарфи ва қозоннинг иссиқлик қуввати эса қозоннинг ҳажмига кўра ошиб боради, яъни тўғри чизик ўлчамадан учинчи босқичга пропорционал. Бу боғлиқлик логарифм координаталарда 9.6-расмда кўрсатилган.



9.6-расм. Қозоннинг буғ ишлаб чиқаришидаги ва ташқи со-  
вутшдан иссиқлик исрофларининг боғлиқликлари.

Блокда турбина билан ишлайдиган буғ қозонлари учун 300 МВт ва ( $D \geq 1000$  т/с) ундан кўп ташқи иссиқликнинг нисбий исрофи унча кўп эмас ва  $q_5 \leq 0,25\%$  ни ташкил этади. Масалан, 800 МВт электр қувватига эга бўлган буғ қозонида ташқи совутишдан иссиқлик исрофлари 1600 кВт фойдаланмаган қувватга барабар.

Буғ ишлаб чиқариш камайтирилганда қозонда уни беркитиб турувчи деворлар ва элементларидан  $BQ_5 = q_{\text{Ю}} F_{\text{ДЕВ}}$  мутлоқ иссиқлик исрофлари худди шундай қолади, чунки ўралиш ва иссиқлик изоляциясининг ташқи ҳарорати ўзгармай қолади. Шунинг учун 1 кг ёқилган ёқилғининг иссиқлигига тегишли исрофлар пропорционал ўсади:

$$q_5 = q_5^H (D_H/D). \quad (9.23)$$

Бунда «Н» индекси номинал буғ ишлаб чиқариш қийматига тааллуқлидир.  $q_5$  исрофлари нисбатан кўп бўлмаганлиги туфайли оддийлаштириш учун уларни қозоннинг киздириш юзасининг ҳар биттасини иссиқлик қабул қилишига пропорционал бўлиши ҳисобланиши ва иссиқликнинг сақлаш коэффициентини инобатга олиш керак:

$$\varphi = 1 - Q_5 / (\eta_K + q_5), \quad (9.24)$$

бунда:  $Q_5 / (\eta_K + q_5)$  – ташқи иссиқлик исрофларининг улушини тавсифлайди. Масалан, буғ қайта иситгич юзасидан ўтиши натижасида ёниш маҳсулотларининг иссиқлигининг маълум миқдорлари  $Q_{Б.К}^{ГАЗ}$  берилганида, унда киздириш юзаси  $Q_{Б.К} = \varphi^{ГАЗ}$  ис-

сиқликни қабул қилган, иссиқлик  $Q_5^{Б.К} = (1 - \varphi) Q_{Б.К}^{ГАЗ}$  миқдорда эса, газ оқими билан ташқарида газ йўлларида ҳимоя қилувчи деворлар орқали иссиқлик йўқотилади. Чанг тайёрлаш жараёнида ташқи совутиш тизимларидан иссиқлик исрофлари унча кўп эмас ва иссиқлик келиши билан қопланади. Бу иссиқликлар кўмир майдаловчи тегирмонлардан ва тегирмон вентиляторларидан ажралиб чиқади, шунинг учун инобатга олинмайди.

Шундай қилиб, ўтхона деворларининг иссиқлик изоляцияси орқали иссиқлик кам исроф бўлади ва ҳозирги йирик қозон агрегатлари учун 0,5-1,3% , майда қозонларда бу исрофлар 3,5% гача ва ундан кўп бўлади.

## 9.2.5. ШЛАКЛАР ХАЛОС ҚИЛИНИШИДАГИ ФИЗИКАВИЙ ИССИҚЛИКЛАРИ БИЛАН ИСРОФЛАР

Иссиқлик исрофлари  $Q_6$  ўтхонадан халос қилинадиган шлак, юқори ҳароратга эга бўлгани билан маълум хажмдаги иссиқлик миқдорини олиб кетади, у сувли ваннаги тушурилади ва қайтмасдан йўқолади. Нисбий исрофлар ҳисоби қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$q_6 = \frac{\alpha_{\text{шл}} (Ct)_{\text{шл}} A'}{Q'} , \quad (9.25)$$

бунда:  $\alpha_{\text{шл}} = 1 - \alpha_{\text{ук}}$  – ўтхона камерасидан шлак халос қилиш усули;

$C_{\text{шл}}, t_{\text{шл}}$  – халос этилаётган шлакнинг иссиқлик сифими ва ҳарорати.

Исрофларнинг қиймати  $q_6$  шлакни ўтхонадан халос қилиш усулига кўп жиҳатдан боғлиқ бўлади. Қаттиқ шлакнинг халос қилинишида  $\alpha_{\text{шл}} = 0,05-0,01$  га тенг, шлакнинг ҳарорати эса  $600-700^\circ\text{C}$  ни ташкил этади ва ёқилғининг унча кўп бўлмаган кулланишида  $q_6$  исрофлари кам бўлади. Бу каби исрофларни инobatга олиниши, қаттиқ шлак халос қилинишида фақат кўп кулланишли ёқилғилар учун амалга оширилади. Суюқ шлак халос қилиниш ҳолларида оқиб кетаётган шлакнинг ҳарорати эриш ҳарорати билан аниқланади  $t_{\text{шл}} = t_k + 100^\circ\text{C}$  ва ўртача  $t_{\text{шл}} = 1400+1600^\circ\text{C}$  ни ташкил қилади, шлак халос этилиш улуши ҳам  $\alpha_{\text{шл}} = 0,15-0,3$  гача ошиб боради ва циклонли ўтхоналарда  $0,5-0,7$  га етади. Бу ҳолда  $q_6$  исрофлар кўпаяди ( $q=0,5-1,5\%$ ) ва инobatга олинади.

Қозоннинг иссиқлик баланслари солиштирилганда тўғри ва тескари усул билан олинишда «бошқа исрофлар» тушунчаси киритилади. Буларга унча кўп эмас ва қийин инobatга олинувчи қозоннинг иссиқлик исрофлари киради, масалан: шлакли массани ўтхонадаги совутилишидан, техник сувининг иситилиши, ўтхонанинг насткис қисмидаги гидрозичлаш тизимларидан, эжек



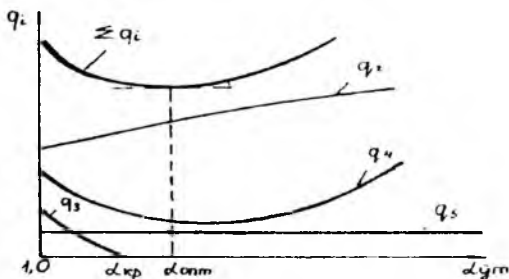
торларнинг ишлаши учун қозон барабанларидан олинadиган тўйинган буғни вақти-вақти билан ишлатишдан ва ҳоказолар. Кўп қувватли қозонларда бу исрофларнинг улуши унча кўп эмас ва у кўп ҳолларда инобатга олинмайди. Бу исрофларнинг ўлчамини қозон синовларини ўтказиш вақтида баҳолашади.

## 9.2.6. ЎТХОНА КАМЕРАСИДА ОПТИМАЛ ОРТИҚЧА ҲАВОНИ ТАНЛАШ.

Иссиклик исрофларини таҳлилидан шуни кўриш мумкинки, уларнинг қиймати ҳар хил бўлиб, бир хиллариники катта аҳамиятга эга ва ортиқча ҳавога боғлиқ бўлади. Буларга  $q_2$ ,  $q_3$ ,  $q_4$  исрофлари мансуб. Шу муносабат билан ўтхонада исрофларнинг энг кам миқдорда бўлиши учун, ортиқча ҳавонинг оптималлигини аниқлаш зарурияти бўлади. Бунда  $q_2$  исрофлари  $\alpha_{\text{УТ}}$  тааллуқли, чунки газ йўлларидаги сўрилишлар маълум бўлади.

Газ ва мазут ёқилишида қозоннинг тежамлилигини аниқлайдиган  $q_2 + q_5$  исрофлар, каттик ёқилғи ёқиш ҳолларида эса  $q_2 + q_4 + q_5$  бўлади.  $\alpha_{\text{УТ}} > \alpha_{\text{КР}}$  бўлгани туфайли,  $q_3$  исрофлар оддий фойдаланиш шароитида ёқилғининг қайси тури ёқилишидан қатъий назар кам бўлади.

Ўтхонадаги оптимал ҳаво миқдорини аниқлаш мисоли 9.7-расмда келтирилган. У қозоннинг баланси синовни асосида тежамлилигини ва қозоннинг бошқа фойдаланиш кўрсаткичларини аниқлаш учун келтирилган. Кўришиб турибдики, оптимал ҳаво миқдори  $\alpha_{\text{КР}}$  бир мунча кўп бўлади.



9.7-расм. Ўтхонада энг кам иссиқлик исрофлари билан оптимал ортиқча ҳавони аниқлаш.

### 9.3. БУҒ ҚОЗОН ВА ҚОЗОН ҚУРИЛМАСИНИНГ ФОЙДАЛИ ИШ КОЭФФИЦИЕНТИ

Қозондаги ёқилғининг ихтиёридаги иссиқликни иш бажарувчи муҳитига тўлиқ узатилиши қозоннинг брутто фойдали иш коэффиценти (Ф.И.К.) билан аниқланади. Охириги ишчи муҳити билан қабул қилинадиган иссиқлик миқдорини  $Q_1$  ёқилғининг ишчи массасини ёқишдан тушадиган ихтиёридаги иссиқлик  $Q_1''$  нисбати билан ифодаланади:

$$\eta_K = (Q_1 / Q_1'') \cdot 100. \quad (9.26)$$

Ф.И.К.ни аниқлайдиган бу усул қозоннинг синовларида бевосита  $Q_1$  ва  $Q_1''$  катталиклари ўрнатилишида тўғри баланс усули деб айтилади.

Қозоннинг Ф.И.К. ини тўғри аниқланиши (9.26) ифодага кўра жуда аниқ бўлмаслиги мумкин ва қуйидаги параметрларни: буғ ва ёқилғининг массавий сарфи, ёқилғининг ёниш иссиқлигини аниқлаш ва ихтиёрдаги иссиқликни қўшимча ташкил қилувчиларини аниқ ўлчашларини ишлаб чиқаришда қийинчиликларга олиб келади.

Буғ қозонининг брутто Ф.И.К.ини иссиқлик исрофларининг йиғиндисини била туриб аниқлаш мумкин:

$$\eta_K = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6). \quad (9.27)$$

Бу аниқлаш усули тескари баланс усули деб айтилади. Тўғри ва тескари Ф.И.К.ини аниқлайдиган усулларининг ноаниқлиги қийматларни ўлчаш аниқлигига, яъни асбобларнинг айрим кўрсаткичларини турлича бўлиши ва синов тартибини бир даражада ушлаб туришига боғлиқ.

Мухим омиллардан бири бу иссиқликнинг умумий балансида ўлчанадиган қийматни нисбий улушидир. Масалан, Ф.И.К. ини тўғри аниқланишида ёқилғининг ёниш иссиқлигини ўлчашда, ёқилғи сарфи, буғ параметрларини аниқлашдаги хатолар худди шуздай қозоннинг Ф.И.К.ни тўғри аниқланишига таъсир

қилади. Тескари баланс усули иссиқлик исрофларининг қийматларини ўлчашни назарда тутади. Уларнинг ҳар бириси хатолик билан топилади, аммо иссиқлик исрофларининг нисбий улуши умумий иссиқлик балансида  $1/10$  ташкил қилади, шунинг учун исрофларни аниқлашдаги хатоларининг таъсири камаяди, Ф.И.К. эса бу ҳолда юқори аниқлик билан топилади. Лойиҳалаштирилаётган қозоннинг иссиқлик тежамлилигини баҳолашда бу усул ягонадир. Қозоннинг Ф.И.К. ини била туриб, қозонда ишчи муҳит билан иссиқликни қабул қилинишини қуйидаги ифода билан аниқлаш мумкин:

$$Q_1 = Q^U \eta_K . \quad (9.28)$$

Бу ерда,  $Q_1$  (9.7) ифодадан фойдаланиб, қозондаги ёқилғи сарфини топамиз, кг/с:

$$B = \frac{D_{ян} (h_{ук} - h_{гс})}{Q^U \eta_K} + \frac{D_{икк} (h_{икк}^* - h_{икк}') + D (h_{кай} - h_{гс})}{Q^U \eta_K} . \quad (9.29)$$

Бу ёқилғи сарфи ёқилғи тайёрлаш ускуналарида инобатга олинади. Қозоннинг ўзида кўп ҳолларда ҳамма ёқилғи ёнмайди, чунки механикавий тўла ёнмасликдан исрофлар  $q_4$  мавжуд бўлади. Ёниш маҳсулотларининг ҳақиқий ҳажмларини аниқлаш учун ёқилғининг ҳисоблаш сарфи тушунчаси киритилади:

$$B_c = B(1 - 0,01q_4) . \quad (9.30)$$

Ёнмай қолган  $\Delta B = B - B_c$  фарқи ёқилғининг миқдорини ифодалайди. Газ ёқилғи ва мазутни ёқишда ёқилғининг тўлиқ ва ҳисобланган сарфлари бир-бирига тенг бўлади, чунки  $q_4$  сарфлари ниҳоятда кам.

Қозоннинг брутто фойдали иш коэффициентини бу қозоннинг мукамал ишлашини тавсифлайди. Унинг иши кўп сонли ёрдамчи машина ва механизмлар билан таъминланади, улар электр станциядаги блоklar билан ишлаб чиқариладиган электр энергиянинг бир қисмини истеъмол қилишади. Уларга сарфланган энергияга қозон қурилмаларини ўзининг эҳтиёжлари учун сарфлари деб айтилади. Уларга қуйидаги энергия сарфлари киради: пуфлайдиган вентиляторлар  $\mathcal{E}_{пв}$ , тугун насослар  $\mathcal{E}_{тн}$ ,

таъминот электр насослар  $\mathcal{E}_{ТЭН}$ , чанг тизимларининг механизми  $\mathcal{E}_{ЧТ}$ , кўн соғли масофали ва автоматик бошқаришли электр двигателлар  $\mathcal{E}_{ДБ}$ . Буғ қозонининг ўз эҳтиёжлари учун энергия сарфларини, кВт с, куйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\mathcal{E}_{УЭ} = \mathcal{E}_{ПВ} + \mathcal{E}_{ТС} + \mathcal{E}_{ЧТ} + \mathcal{E}_{ТЭН} + \mathcal{E}_{ДБ} . \quad (9.31)$$

Ўз эҳтиёжлари учун энергия сарфларининг улуши, %да электр энергиянинг умумий ишлаб чиқарилишидан, блок ва турбина билан ишлайдиган қозонга тўғри келади.

$$\Delta\eta_{УЭ} = - \frac{\mathcal{E}_{УЭ}}{BQ_{г} \eta_{ЭИ} \tau_{ИШ}} 10^4 , \quad (9.32)$$

бунда:  $B$  - қозонга сарфланадиган ёқилғи, кг/с;

$\eta_{ЭИ}$  - электр станцияларда электр энергияни ишлаб чиқарилиши, %;

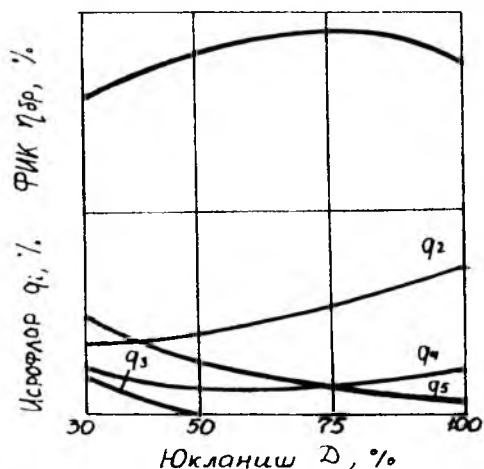
$\tau_{ИШ}$  - қозоннинг ишда бўлиш вақти, с.

Юқори қувватли қозон учун  $\Delta\eta_{УЭ}$  4-5% ни ташкил этади. Агарда  $\eta_{К}$  дан ўз эҳтиёжлари учун энергия сарфларини айириб ташласак, унда қозоннинг нетто Ф.И.К.ини оламиз, у қозон қурилмасининг самарали ишлашини тавсифлайди:

$$\eta_{К}^{НТ} = \eta_{К} - \Delta\eta_{УЭ} . \quad (9.33)$$

Норматив материалларда барча иссиқлик исрофлари қозоннинг номинал буғ ишлаб чиқариш сарфига тегишли бўлади. Номиналдан фарқланувчи юкланишларда, асосий иссиқлик исрофлари турли қонунларга кўра ўзгариб боради (9.8-расм).

Юкламанинг камайишида  $q_2$  исрофлари камайиб бориш вақтида  $q_5$  исрофлари кўпайиб боради. Бу эса, қозоннинг Ф.И.К.и, номинал юкланишининг 80% атрофида (қаттиқ ёқилғи ёқилишда), унинг энг юқори кўрсаткичига эга бўлади. Газ ва мазутни ёқишда  $q_3 + q_4$  исрофларнинг йиғиндиси кам бўлади, шунинг учун қозоннинг Ф.И.К.и асосан  $q_2 + q_5$  исрофларининг ўзгаришига боғлиқ бўлади ва Ф.И.К.нинг энг юқори кўрсаткичи номинал юкламанинг 60-70% га сурилади.



9.8-расм. Юкланиш билан ишлайдиган қозоннинг Ф.И.К.и ва иссиқлик исрофларининг ўзгариши.

Одатда буғ қозонлари 70-100% номинал юкламаси билан ишлашади ва қисқа вақт давомида юксизлангирлиши (тунги ва дам олиш кунлари юкламани тушиб кетиши) 30-50% етади, бу ускунанинг иссиқлик тартибини бир маромда бўлиши учун қилинади (айрим қозонларнинг қисқа вақтга тўхталиши ўрнига).

### НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Ёқилғи ихтиёридаги ёниш иссиқлиги деб нимага айтилади?
2. Қайси ёқилғиларда ва ташкил қилувчилар ҳисобига  $Q_1^U$  ва  $Q_K^U$  бир-бирдан кўп фарқланади?
3. Қиздириш юзаларининг қайси жойлари иссиқлик қабул қилинишини таъминлайди?
4. Нима учун чиқиб кетаётган газларнинг ҳароратини оптималлашга,  $q_2$  исрофларини камайтириш учун эса, уни иложи борича пасайтиришга зарурият бўлади?
5. Оптимал ҳароратни танлашда ёқилғининг қайси тавсифларидан фойдаланилади?

6. Қайси фойдаланиш омиллари  $q_3$  иссиқлик исрофларини аниқлайди?
7. Амалиётда  $q_4$  иссиқлик исрофлари қандай аниқланади?
8. Қандай ёқилғиларни ёқишда бу исрофлар кўп бўлади ва нима учун?
9. Қандай ҳолатда  $q_5$  исрофлари кўп бўлишини аниқланг: 300 МВт (1000 т/с) номинал қувватли ёки 300 МВт юкланишдаги 600 МВт (2000 т/с) номинал қувватли қозонда?
10. Қозоннинг Ф.И.Клининг брутто ва нетто орасидаги фарқи нимадан иборат?

## ЎНИНЧИ БОБ

### АТРОФ – МУҲИТНИ ҲИМОЯЛАШ

#### 10.1. ИССИҚЛИК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ ТАШЛАМАЛАРИ ВА УЛАРНИ АТРОФ – МУҲИТГА ТАЪСИРИ

Охириги пайтда энергетика ривожланиши жадалланиши билан тавсифланмоқда, бу баҳоланишларга кўра яқин вақтда ҳам сақланиши кузатилади. Электр энергияни дунё миқёсида ишлаб чиқарилиши ҳозирги ривожланиш босқичида ўн йил давомида икки баравар ошиб бормоқда. Демак, ёқилаётган органик ёқилғининг миқдори ҳам икки баравар кўп сарфланмоқда.

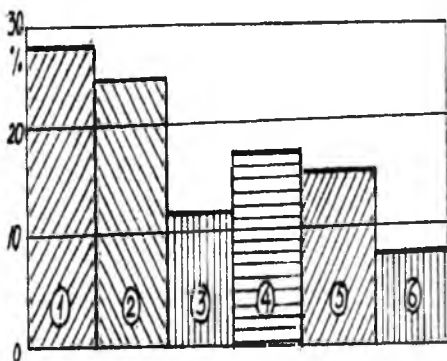
Иссиқлик электр станциялар дунёдаги қазилма ёқилғининг 40% га яқинини сарфлаётганлиги атроф-муҳитга катта таъсир кўрсатмоқда (10.1-расм).

ИЭСнинг таъсири: атмосферага ёниш маҳсулотларидаги зарарли газлар ва кулли майда қағиқ заррачалари, кул ва шлакни ҳалос қилиниши ва ифлосланган оқава сувлар ҳамда атмосферага тугун газлар ва сув ҳавзаларига гидрокул ташланиши тизимларидан, турбиналарнинг конденсаторларидан айланма сув билан сув ҳавзаларига ифлосларни ташланиши кузатишмоқда. Охириги жараён кўпинча «иссиқлик ифлосланиши» деб айтилади.

Электр станциялардан ташланмаётган ҳар хил моддалар биосферага зарарли таъсир қилмоқда ва шу муносабат билан ИЭСларнинг атроф-муҳитга таъсирини камайтириш долзарб муаммолардан

бири бўлиб қоляпти.

Бизнинг давлатимизда атроф-мухитни химоялаш бўйича қатор чора-тадбирлар кўрилмақда. Уларда, ҳозир яшаб келаётган ва келажак авлодлар учун химоялаш мақсадида ва илмга асосланган ҳолда, ердан ва унинг бойликларидан, сув ресурсларидан ва ҳайвонот олаmidан оқилона фойдаланиш ҳамда ҳаво ва сувларни тоза сақлаш, табиий бойликларни қайта тикланишини таъминлаш ва инсон атрофидаги мухитни яхшилаш учун қатор қарорлар қабул қилинаёпти ва бу ишлар амалга оширилаяпти.



10.1-расм. Саноат соҳалари атмосферани ифлослантириш улуши:

- 1-иссиқлик электр станциялари;
- 2-қора металлургия;
- 3-рангли металлургия;
- 4- нефть химияси;
- 5-автомобил транспорти;
- 6-қурилиш материаллари саноати.

Электр станциялардан ташланаётган турли моддалар «биосфера» деб айтиладиган тирик табиатнинг бугун мажмуасига зарарли таъсир қилмоқда. Биосфера ер юзасига яқин жойлашган атмосфера қатлаmidан, ернинг устки юзаси ва сув акваториясидан иборат.

Масалан, ИЭСларнинг газсимон ташламаларида зарарли моддаларга азот оксидлари  $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$  ва олтингугурт оксидлари  $\text{SO}_x = \text{SO}_2 + \text{SO}_3$  ҳамда чанг ва қаттиқ кул зарралари, ваннадий

(У) оксиди  $V_2O_5$  киради. Ундан ташқари, ёқилғининг чала ёнишида тугун газларида углерод (II) оксид,  $CH_4$  каби углеводородлар,  $C_2H_4$ , бенз(а)пирен  $C_{20}H_{12}$  ва қорақуя (сажа) бўлиши мумкин (10.1-жадвал).

Ёқилғи ёнишидан ҳосил бўлган маҳсулотларининг таснифи.

10.1-жадвал

| Номи                  | Ёқилғи ёнишидан ҳосил бўлган маҳсулот |                                    |
|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
|                       | чала                                  | тўлиқ                              |
| Ёқилғи углероди C     | CO                                    | CO <sub>2</sub>                    |
| Ёқилғи азоти N        | NO                                    | NO <sub>2</sub>                    |
| Ёқилғи олтингуурти S  | H <sub>2</sub> S                      | SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub>  |
| Ёқилғи водороди H     | OH                                    | H <sub>2</sub> O                   |
| Метан CH <sub>4</sub> | CO, C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>   | CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O |

Электр станцияларнинг оқава сувларида эриган анорганик заҳарли моддалар бўлиши мумкин (кислота, ишқорлар), молекулали – эриган органик моддалар (мой қолдиқлари, сув билан мазутнинг аралашшиддан қолган полимер- углеводород бирикмалари), коллоид тизимлари, эриган газлар, эрмаган қаттиқ қўшимчалар ва бошқалар. Оқава сувларнинг кўп ифлослари сув ҳавзаларидаги усимлик ва ҳайвонот дунёсига заҳарлидир, бошқалари эса парчаланишдан кейин сувдаги кислородни фаол ютиб юборади, оқибатда биосферани нобуд бўлишига аста-секин олиб келиши мумкин. Шунинг учун ИЭСларнинг ҳамма оқава сувлари тозаланади, табиий сув ҳавзаларига ташланишдан аввал уларнинг ифлосланиш даражаси назорат қилиб турилади.

ИЭС ташламалари, ифлослантнрувчи моддаларнинг ташламаларига кўра атрофдаги аҳолига унча кўзга ташланмайди, аммо зарарли таъсири катта.

Электр станция ва бошқа корхоналарни куришда иссиқлик ташмаларининг қабул қилинган меъёрнома чегараланмаган, фақат ёз мавсумида сув ҳавзасидаги табиий ҳароратга нисбатан 3<sup>0</sup>С дан, кншда 5<sup>0</sup>С дан ошмаслик талаб қилинади. Шундай қилиб, ИЭСнинг иссиқлик ташламаларини зиён келтиришини олдини олиш масаласи ташламаларини узлуксиз кўпайиб боришини камайтириш, бир тарафдан ЭСнинг тежамлилигини ошириш йўли



билан қилинса, иккинчи тарафдан кўзга ташланмайдиган иссиқ сувни бир қисмини буғланишга, сарфланган иссиқлик тарқалишини оқилона ташкил қилиш билан ҳал қилинади. Бу усул баланд мўрилардан ташланаётган газлар билан бирга атмосферага кўп миқдорда ифлослантирувчи зарарли моддаларни ва уларни ер юзасига тушишдан аввал ҳаво билан аралаштириш йўли билан олдини олишга ўхшаб кетади. Бунга янги қурилган корхонанинг ифлослантирувчи моддалари миқдори маълум чегараланмаган қийматдан ошмаслиги лозим.

Аммо атроф-муҳитга ташланаётган ифлослантирувчи зарарли моддаларни мутлоқ миқдори ошиши муносабати билан ўз-ўзидан тозаланиши, шу жумладан тарқатиш усуллариининг самарадорлиги паст.

Ҳозирги вақтда ЭСлар ва саноат корхоналарини лойиҳалаштиришда ҳаво атмосферасини энг юқори даражасида ифлослантиришга асосланган. Бу албатта нотўғри, чунки ушбу ҳудудда кейинчалик, худди шундай ифлослантирувчи зарарли моддаларни ташлайдиган, янги қурилаётган ва ишлаб турган корхоналарни кенгайтириш ва транспортни ривожлантиришга йўл бермайди.

Ундан ташқари лойиҳалаштирилаётган объектларда, баъзи бир ҳолларда, келажакда тозалаш иншоотларини қуриш режалаштирилмаган, бу эса корхонани кейинчалик ривожланишида, ҳавони ҳаддан ташқари ифлосланиб кетишидан сақлашга шароит қолдирмайди.

ИЭСларни ва саноат корхоналарини лойиҳалаштиришда, албатта, ташланаётган ифлослантирувчи зарарли моддаларни тозалаш учун ҳар хил қурилма воситалари кўзда тутилиши лозим. Атмосфера ва сув ҳавзаларини мутлоқ ташламаларини камайтириш мақсадида ҳар хил усул ва қурилмалардан фойдаланиш аввалдан белгилаб қўйилиши лозим, чунки энергетика (шу жумладан ИЭСни) ва саноатнинг бошқа соҳаларини ривожлантиришда атроф-муҳитни ифлосланиши туфайли турли тўсиқларга учраши мумкин.

## **10.2. ИЭС ТАШЛАМАЛАРИНИНГ ТАРКИБИ ҲАҚИДА**

Электр станцияларни зарарли ташламаларини атроф-муҳитга таъсирини баҳолаш учун вақт бирлигида турли хил зарар

ли моддаларни миқдорий ҳисобини бажариш зарур. Тутун газлари билан бирга ташланадиган кул, қоракуя ва коксинг заррачалари учиб кетадиган деб номланувчи бўлиб, қоракуя улушидан микрондан ўн ва юз микронгача ўлчамига эга. Ўтхона газлари билан учиб кетаётган кул миқдори,  $q_{кул}$ , кг, 1 кг ёқилган ёқилғига тўғри келадиган, ёқилғини механикавий тўла ёнмаслигини инобатга олганда ( $q_4$ , %) қуйидагини ташкил этади:

$$q_{кул} = 0,01 \alpha_{ук} (A^u + q_4 Q_K^u / Q_{ЕН}), \quad (10.1)$$

бунда:  $Q_K^u$  – ёқилғининг қуйи ёниш иссиқлиги, Мж/кг;

$Q_{ЕН}$  = 32,7 Мж/кг – учиб кетаётганлардаги ёлувчи моддаларнинг ўртача иссиқлиги;

$\alpha_{ук}$  – газ оқими билан учиб кетаётган кул зарраларининг улуши;

$\alpha_{ук}$  = 0,9-0,95 ўтхонада қаттиқ шлак халос қилинишида ва 0,7-0,85 суюқ шлак халос қилинишида.

Вақт бирлигида атмосферага кул заррачаларини массавий ташланиши  $M_{кул}$ , г/с, электр станциялардаги кул туггичлар билан уларни ушлаб қолиниши инобатга олинганда қуйидаги тенглама орқали топиш мумкин бўлади:

$$M_{кул} = q_{кул} B (1 - \eta_{к.т.}) 10^3, \quad (10.2)$$

бунда:  $B$  – электр станцияга сарфланган ёқилғи, кг/с;

$\eta_{к.т.}$  – кул туггичлардаги қаттиқ ёқилғиларни ушлаб қолиш даражаси, одатда  $\eta_{к.т.}$  = 0,98-0,99 га тенг.

Масалан, 2400 МВт қувватли электр станциялар учун  $A^u$  = 17-20% ли ёқилғининг ўртача кулланишида мўри қувурлари орқали учувчан кулнинг ялпи ташланиши 700 г/с (2,5 т/с) га яқин ташкил этади. Ишчи массасидаги дастлабки кулланиши анча юқори бўлган ёқилғиларни ёқишда кулни ушлаб қолишни самарали таъминланиши энг қийин масалалардан бири бўлиб қолиди. Худуднинг атроф-муҳитини санитар нормасини таъминлаш мақсаднда тутун газларининг оқимидаги кул заррачаларини ушлаб қолиш даражаси  $\eta_{к.у}$  = 0,995 ни ташкил қилиши керак,  $\eta_{к.у}$  = 0,98

дан ўтишига қараганда кулнинг утиб кетиш улушини 4 марта камайишига тўғри келади, электр филтёрларнинг кул ушлаб қолишининг фойдаланиш сарфлари 2 мартага яқин ошиб боради.

Ёқилғи таркибидаги олтингугуртнинг  $S^U$  асосий микдори  $SO_2$  гача ёнишга улгуради. Уни атмосферага ялпи ташланишини куйидаги тенгламага кўра аниқлаш мумкин:

$$M^{SO_2} = 2 \cdot 10^3 V (S^U/100)(1-\eta_q^+)(1-\eta_q^-), \quad (10.3)$$

бунда:  $\eta_q^+$  - қозоннинг газ йўлларида ишқорли хусусиятларига эга кул заррачаларининг юзасидаги олтингугурт оксидларини бетарафлаш даражаси;

$\eta_q^-$  - кул тутгичларда ушлаб қолинган олтингугурт оксидларининг улуши.

Кулни курук ҳолда тутгичлар (циклонлар, электр филтёрлар)да олтингугурт оксидлари деярли ушлаб қолинмайди ( $\eta_q^+ = 0$ ). Шунинг билан бир вақтда кулни ҳўл ҳолда тутгичлар (скруббер)да уларни ишқорли эритмалар  $Ca(OH)_2$  ва  $Na_2CO_3$  билан ювилишда  $SO_2$ ни юқори ютиш даражасига эришиш мумкин бўлади:  $\eta_q^- = 0,8-0,9$ . Бу,  $SO_2$ ни атмосферага ташланишининг энг самарали камайтириш усулидир. Охириги ифодадаги коэффициент 2,  $SO_2$  ( $M=64$ ) ни молекуляр оғирлигини олтингугурт массасига  $S$  ( $M=32$ ) га кўра ошишини инобатга олади. 2400 МВт қувватли электр станцияда мазутни ёқишда ( $S^U=2\%$ ),  $SO_2$ ни мўри қувурлари орқали ялпи ташланиши 9300 г/с (33,5 т/соат)ни ташкил этади. Бу ҳаво ҳавзасини зарарли моддалар билан кўп ифлосланишнинг асосий омилларидан бири бўлади.

Азот оксидларининг ташламалари  $NO_2$  микдорлари билан ҳисобланади. Барча ўтхона ва газ йўлларида азот оксидининг асосий қисми азот (II) оксиди  $NO$  кўринишида бўлса ҳам, атмосферада у озон  $O_3$  бўлиши туфайли азот (IV) оксиди  $NO_2$  гача оксидланади. Машғала ядросида азот оксидларини ҳосил қилиш микдорини аниқлаш қийин, чунки  $NO_2$ ни чиқиши кўп омилларга боғлиқ бўлади, шу жумладан: ёнишнинг ҳарорат даражасига, ёниш зонасидаги ортикча ҳавога, юқори ҳарорат зонасидаги ёниш маҳсулотларини бўлиш вақтига, дастлабки ёқилғи массасидаги  $N^E$ , % азот борлигига, ўтхонага газларни қайтиб келиш улуши ва бошқаларга. Ўртача, газ ва мазутни ёқишда чиқиб кетаётган газларда  $NO_2$  ни микдори 0,6 – 0,8 г/м<sup>3</sup>ни ташкил этади, қаттиқ

ёқилғини ёқишда эса  $-1 \text{ г/м}^3$  га яқин. Масалан, 2400 МВт қувватли электр станция учун кам ортиқча ҳаво ( $\alpha_{yT} < 1,05$ ) билан мазутни ёқишда ёндирғич зонасига газларни қайта айланишида  $\tau = 7\%$ ,  $\text{NO}_2$  оксидларининг ялли ташланиши  $2100 \text{ г/с}$  ( $7,56 \text{ т/с}$ )ни ташкил этади. Бу рақам электр станцияларнинг мўри қувурлари орқали  $\text{SO}_2$ нинг ялли ташланишидан кам бўлса ҳам, ҳаводаги азот оксидларнинг рухсат этилган энг кўп бир марталик концентрацияси ундан 6 бараварга кам. Шунинг учун  $\text{NO}_2$  ташламалари, айниқса, бошқа зарарли моддалар билан биргаликда, одатда, атмосферага асосий хавф туғдиради.

Иссиқлик электр станцияларнинг зарарли ташламаларини атрофдаги ҳудудга баланд мўри қувурлари (200 м юқори баландликда) орқали сезиларли таъсири ИЭС атрофидаги 20-50 км диаметрдаги ҳудудга тарқалади. Ўтхона газларидаги заҳарли моддалар ўсимлик ва ҳайвонот дунёсига, инсонларга ҳамда бино ва иншоотларининг қурилиш конструкцияларига салбий таъсир этади.

Газли компонентларидан фарқли, диффузия жараёнида атмосферанинг пастки ва юқори қатламларига тарқалади ва шу муносабат билан ерга яқин қатламда электр станцияларнинг яқинида, асосан кул ташламалари (1 мкм дан кичик радиусли заррачалардан ташқари) ерга тушади. Ерга яқин ҳаво ва қатламнинг юзасини қаттиқ заррачалар билан умумий ифлосланишдан ташқари ёқилғи қулида нафас йўлига зарарли таъсир этувчи ўта заҳарли металл бирикмалари, мисол учун, мишьяк, кўрғошин, рух, ванадий, симоб ва бошқаларининг микро қўшимчалари бор. Ҳаводаги  $\text{SO}_2$  борлиги энг аввало ўсимликларга таъсир этади. Ҳавода  $\text{SO}_2$  ва намлик борлигида сульфит ва сульфат кислоталари ( $\text{H}_2\text{SO}_3$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ҳосил бўлади, улар металларни занглашини тезлаштиради, бетонни аста-секин емирилишига олиб келади.

Азот (IV) оксиди  $\text{NO}_2$  кўз, нафас йўллариини шиллик нардаларини ўта яллиглаштиради, У суюқ муҳитларда ёмон эрийди, шунинг учун ўпкага чуқур кириши мумкин. Ундан ташқари, азот оксиди қуёшнинг табиий радиациясини спектрнинг ультра бинафша ва кўринадиган қисмида ютиб атмосферани тиниқлигини камайтиради.

Инсон организмга таъсир қилиш даражасига кўра зарарли моддалар қатор туркумларга бўлинади. Ўта хавфли моддаларга ванадий (V) оксид  $\text{V}_2\text{O}_5$  ва бенз (a) пирен  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$  киради. Биринчи

бирирма оз миқдорда мазутнинг ёнишидан ҳосил бўлади. Бенз (а) пирен эса айрим ёниш зоналарида кислороднинг этишмаслиги ҳолларида турли хил ёқилғиларни ёқишда ўтхона газларида пайдо бўлиши мумкин. Юқори хавфли моддаларга азот (IY) оксиди ( $\text{NO}_2$ ) ва олтингургурт ангидриди  $\text{SO}_3$  мансуб. Олтингургурт (IY) оксиди  $\text{SO}_2$  ва азот (II) оксиди ( $\text{NO}$ ) ўрта хавфли моддаларга тааллуқлидир.

Бизнинг давлатимизда ҳавонинг андоза сифати деб инсоннинг нафас олиш баландлигидаги турли заҳарли моддалар учун энг юқори руҳсат этилган миқдорлар (ПДК) қабул қилинган. ПДКларнинг қиймати иккита кўрсаткичларда ўрнатилади: энг катта бир мартали (20 дақиқа давомида руҳсат этилади) ва ўрта суткали (ўртача 24 соатда руҳсат этилади). Ўрта суткали ПДКлар асосий деб ҳисобланади, уларнинг қиймати – узоқ вақт давомида инсонга нохуш таъсирини келиб чиқаришини олдини олишдан иборат бўлади. Турли моддаларнинг тирик организмга таъсир этишини хавфли даражаси моддаларнинг ҳақиқий миқдорларини  $\text{C}$ ,  $\text{мг/м}^3$  ПДК  $\text{мг/м}^3$  нафас олиш баландлигидаги ҳавога нисбати орқали аниқланади. Бу нисбат:

$$k_i = \text{C}_i / \text{ПДК}_i, \quad (10.4)$$

ушбу  $i$  модданинг заҳарли қарралиги деб айтилади. Ҳавода бир пайтда тирик организмга ўхшаш биологик таъсирга эга бир қатор зарарли моддаларнинг бўлиши заҳарловчи таъсирини кучайишига олиб келади, шу муносабат билан бу моддаларни ҳар бирини ПДКга яқин миқдорларида бўлмаслиги лозим. Шунинг учун соғлиқни сақлаш вазирлиги томонидан баъзи бир моддалар учун, масалан олтингургурт ва азот оксидларига, заҳарли қарралигининг йиғиндиси зарурлиги тўғрисида кўшимча талаблар киритилган. Улар қуйидаги шарт билан ифодаланилади:

$$\sum k_i = \frac{\text{C}_{\text{SO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{SO}_2}} + \frac{\text{C}_{\text{NO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{NO}_2}} \leq 1. \quad (10.5)$$

Қаттиқ заррачали ташламалар учун кўшиш ифодаси қуйидагича бўлади:

$$\Sigma k_i = \frac{C_{KII}}{ПДК_{KII}} + \frac{C_K}{ПДК_K} + \frac{C_{V_2O_3}}{ПДК_{V_2O_3}} \leq 1, \quad (10.6)$$

бунда кл., вак., кул ва қоракуяли заррачаларни ташламаларда аниқлайди. Бу эса мумкин бўладиган зарарли моддаларни ялпи ташламаларига талабини кучайтиради.

Қуёшнинг ультра бинафша нурланишининг таъсирида  $NO_2$  парчаланadi. Атмосферали ёғингарчиликлар доимо ерга яқин қатламдан ҳосил бўлаётган  $NO_2$ ,  $SO_2$ , кислота буғларини ва ҳавода қолган майда кул заррачаларни халос этади, шунинг учун эркин атмосферада уларни сезиларли тўпланиши кузатилмайди.

### 10.3. АТМОСФЕРАГА ЗАРАРЛИ ТАШЛАМАЛАРНИ ТАШЛАНИШИНИ КАМАЙТИРИЛИШИ ВА УЛАРНИ ТАРҚАЛИШИ.

Органик ёқилғиларнинг таркибидаги энг захарли унсурларидан бири ва атроф-муҳитга етарлича зарарли таъсир этадиган элемент – бу олтингургуртдир. Олтингургуртнинг ёқилғилардаги миқдори турлича бўлади. Бу ёқилғиларнинг турига, олиш усулига, қайта ишланишига ва бошқа омилларига боғлиқ бўлади.

Атмосферага ташланаётган олтингургурт бирикмалар миқдорини камайтиришнинг асосий усулларига кам олтингургуртли мазутни олиш мақсадида, нефтни қайта ишлаш корхоналарида, нефтли ёқилғининг олтингургуртдан тозалаш, ИЭСнинг ўзида суюқ ва қаттиқ ёқилғиларнинг чуқур ишланишида газ ёқилғиларни олиш ва кейин уларни олтингургурт бирикмаларидан тозалаш, буғ қозонларидан тугун газларини олтингургурт бирикмаларидан тозалаш киради.

Нефтни қайта ишлаш корхоналарида нефтни ҳайдашда енгил фракцияларга олтингургуртнинг унча асосий бўлмаган миқдори ўтади, унинг кўп қисми эса (олтингургурт бирикмаларининг 70-90%) юқори қайнайидиган фракцияларида ва мазутнинг таркибига кирувчи қолдиқ маҳсулотларида тўпланади.

Нефтли ёқилғилардан олтингургуртнинг халос этилиши

нефтни қайта ишлаш корхоналарида гидро тозалаш усули ёрдамида амалга ошириш мумкин. Бу жараёнда водород органик бирикмаларида бор олтингурт билан бирикиб водород сульфид  $H_2S$  ни ҳосил қилади, у ушлаб қолинади, олтингурт ва унинг бирикмаларини олишда ундан фойдаланиш мумкин бўлади. Бу жараён  $300-400^{\circ}C$  ҳароратда, 10 МПа гача босимда, молибден, кобальт ва никель оксидлари катализатор сифатида иштирокида амалга оширилади. Ҳозирги пайтда дистиллятли фракцияларини гидро тозалаш усули етарлича ўрганилган ва иқтисодан самаралидир. Ёқилаётган ёқилғида олтингурт миқдорини камайтиришни ИЭСни ўзида амалга ошириш мумкин, бунинг учун у буғ қозонга юборилишидан аввал юқори ҳароратда оксидланувчи иштирокида (газлаштириш) ёки у сиз (пиролиз) ишлов берилади.

Газлаштириш жараёни юқори ҳарорат шароитида ( $900-1300^{\circ}C$ ) кислород чегараланганда амалга оширилади. Ёниш натижа-сида газ ҳосил бўлади, унинг ёнувчи унсурларига метан ва унинг гомологлари, углерод оксид ва водород киради. Ёқилғининг олтин-гуртидан бунда водород сульфид  $H_2S$  ҳосил бўлади, у  $SO_2$  га кўра анча фаол модда бўлиб, буғ қозонининг ўтхонасига ёнувчи газнинг киришидан аввал халос этилиши мумкин. Буғ ҳаво пуфланишида  $4,5 \text{ Мж/м}^3$  атрофида кичик ёниш иссиқлигига эга, газ олинади, нисбатан қиммат буғ кислородли пуфланишда эса ёниш ис-сиқлигини  $12 \text{ Мж/м}^3$  гача ошириш мумкин бўлади.

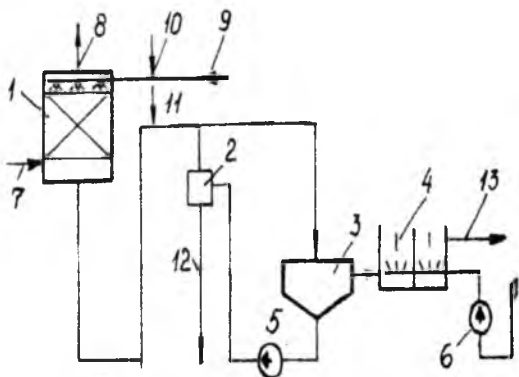
Ёқилғини энерготехнологик комплекс ишлатилишида ёқилғидан химиявий хом ашё ва соф энергетик ёқилғи олиш мақсадида мазутнинг термик парчаланиши учун юқори ҳароратли пиролиздан, кейинчалик эса қаттиқ ёқилғини (нефтли коксни) газ-сизлантиришдан фойдаланилади. Мазутнинг пиролизи  $700-1000^{\circ}C$  гача оксидланувчи иштирокисиз қиздирилишида амалга оширилади. Бунда ҳосил бўлган ёнувчи газ олтингурт бирикмаларидан ва бошқа зарарли кўшимчалардан тозаланади ва соф энергетик ёқилғи сифатида ишлатилади. Суюқ конденсатланган смола маҳсулотлари химиявий хом ашё сифатида ишлатилади. Ҳосил бўлган кокс сув буғлари борида сув газларини олиниши билан газлаштирилади.

Олтингуртли ёқилғиларни ёқиш жараёнида ҳосил бўлган тутун газларида унча кўп бўлмаган миқдорда ( $0,3\%$  дан кам) олтин-гурт оксидлари бор. Оз миқдорларда  $SO_2$  дан халос этилиши анча қиммат турадиган тозалаш қурилмалар қуриш зарурлиги

билан боғлиқ бўлади: бунда белгиланган киловаттнинг нархи 30-40% га, ишлаб чиқарилаётган энергиянинг таннархи эса 15-20% га ошиши мумкин.

Олтингугуртнинг тозалаш қурилмалари учун энг оддий ва энг арзон материал бу оҳак  $\text{CaO}$  ва оҳактош  $\text{CaCO}_3$  дан фойдаланиш ҳисобланади (10.2-расм). Тозаланаётган газ скрубберда сувга қўшилган оҳакли сув билан ювилади. Бу усул билан тозалашда фойдаланишга керакли маҳсулотларни олиш кўзда тутилмайди ва олинган моддалар тўғридан тўғри ташлаш жойларига юборилади.

Олтингугурт оксидларидан тозалашнинг қатор усуллари ишлаб чиқарилган, уларда ҳосил бўлган маҳсулотлар сотувга тайёр сульфат кислотани ишлаб чиқаришда фойдаланилади, реагентлардан эса қайта фойдаланилади. Бу каби усулларга сульфитли, аммиак-цикли, магнезитли усуллар киради. Олтингугурт оксидларидан тозалаш усулини асосан техник-иқтисодий ҳисоблари нуқтан назарда танланади. Бир нарсани инobatга олиш лозимки, ҳамма таклиф қилинган олтингугуртнинг тозалаш усулларини қўлланиши, ИЭСларни қуришдаги капитал сарфларини ва ишлаб чиқараётган электр энергиянинг нархини кескин ошириб юборди.



10.2-расм. Ўтхона газларнинг олтингугурт оксидларидан тозалаш схемаси (оҳакли усул):

- 1-скруббер; 2-фильтр; 3-гиндиргич; 4-аэратор;  
5-шламли насос; 6-ҳаво пуфлагичи;

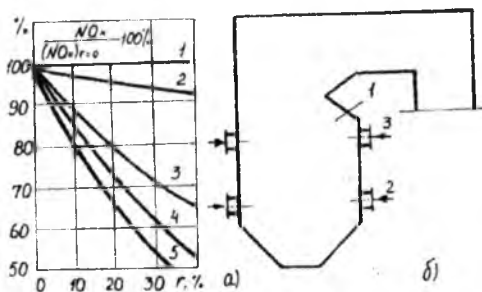


7-тозаланган газни киритиш; 8-олтингугурт оксидларидан тозаланган ва совутилган газнинг чиқиши; 9-арик суви; 10-оҳакли сув; 11-марганец сульфатни қўшиш; 12-шламни ташлаб юбориш; 13-тозаланган сувни оқизиб ташлаш.

Агарда олтингугурт оксидларининг ҳосил қилиниши дастлабки ёқилғида олтингугурт миқдори билан белгиланса, азот оксидларининг ҳосил қилиниши эса ҳар қандай ёқилғини ёқишда ўтхонага берилаётган ҳаво таркибидаги азотнинг оксидланиши ҳисобига амалга оширилади. Ўтхона газларида азот оксидларининг кўп миқдорда ҳосил бўлиши юқори қувватли буғ қозонларининг ёниш ядросидаги юқори ҳароратларда содир бўлади. Азот оксидларининг ҳосил қилинишига ўтхонага берилаётган ортиқча ҳаводаги кислороднинг миқдори ҳам катта таъсир этади.

Азот оксидларининг қисман ҳосил қилинишини камайтириш бу ёниш зонасида энг паст ҳароратда ва ортиқча ҳавонинг камлигида ёқиш жараёнини ташкил қилиниши билан эришиш мумкин бўлади. Қозон ўтхоналарида азот оксидларининг ҳосил қилинишини камайтиришни асосий усуллари қуйидагилардан иборат:

1. Ўтхонада ортиқча ҳавонинг энг кам миқдоригача ёқилғининг тўлиқ ёниш шароитига кўра камайтирилиши.
2. Ўтхонага берилаётган ҳавонинг истиш учун ҳароратини, уни самарали ёқиш шароитига кўра, энг паст чегарасигача тушириш.
3. Ўтхонада тутун газларини қайта айланишини таъминлашда (10.3а-расм) бунда ҳарорат даражаси ва ёниш зонасида кислороднинг миқдори камаяди. Ёндириш қурилмаларига бевосита тутун газларини киритишда азот оксидларини энг самарали пасайиши кузатилади.
4. Икки босқичли ёнишни қўлланиши (10.3б-расм), пастки ёндиргичларга ҳаво етарли миқдорда бўлмаганида ёқилғи берилади, юқори ёндиргичларга эса ёқилғини охиригача ёқиш учун бойитилмаган аралашма ёки соф ҳаво берилади, бунда ўтхонада газларнинг энг юқори ҳарорати ва азот оксидларининг миқдори камаяди.
5. Ўтхона камерасида иссиқлик кучланишини пасайиши.
6. Икки нурли экранларни қўллаб ўтхонанинг экранлаш даражасини ошириш.



10.3-расм. Азот оксидларини ҳосил қилинишини камайғириш:

а–азот оксидларини миқдорини пасайиши газларни қайта айланиш даражасига ва уни бериш усулига таъсири: 1-совуқ воронка орқали газларни бериш; 2-худди шуни четдаги шлицлар орқали; 3-худди шуни ёндиргич тагидаги шлицлар орқали; 4-худди шуни иккиламчи ҳаво каналлари орқали; 5-хамма ҳаво билан ёндиргич орқали газларни бериш; б – икки босқичли ёқилғини ёқиш учун ўтхона чизмаси: 1-ўтхона камераси; 2-барча ёқилғи ва 85% умумий ҳавони бераётган ёндиргичлар; 3-15% ҳаво миқдорини бераётган шлицлар.

7. Тузилишига кўра махсус ёндиргич қурилмаларни ўрнатиш, улар азот оксидларини кам чиқишини таъминлашига имкон беради.
8. Паст ҳарорат даражали гранулалаб шлакни ҳалос этадиган ўтхоналарни (суяқ шлакни ҳалос этадиган ва циклонли ўтхоналарнинг ўрнига) қўллаш.
9. Машъала ҳосил қилишнинг бошланғич босқичида (газлаштириш зонасида) сувни оз миқдорда пуфлаб киритиш.

Кўп келтирилган тадбирларда (1-4,6 б) табиий газларни ҳамда мазутни ёқишда ишлайдиган буғ қозонлардан фойдаланиш мумкин. Мазут қозонлари учун энг самарали 9 банддир. Қаттиқ ёқилғиларда азот оксидларининг ҳосил қилинишини камайтирилиши билан тўла самарага эришиш қийин, чунки кўп қаттиқ ёқилғиларда алангаланиш ва кўмир чангини ёниши ёмонлашиши билан боғлиқ бўлади.

ИЭСларда олгинугурт ва азот оксидларидан ташқари маълум шароитларда бошқа зарарли моддалар ҳосил бўлиши мумкин. Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, бир хил нохуш шароитларда углерод (II) оксид CO ҳосил бўлиши мумкин. Кислороднинг стишмаслик ҳолларида ўтхонанинг айрим қисмларида юқори ҳароратли пиролиз кечиши мумкин. Бунда юқори молекулали бирикмалар ҳосил бўлади, жумладан, канцероген хусусиятларига эга бенз(а)пирен  $C_{20}H_{12}$ . Аҳоли яшайдиган жойларнинг ҳаво атмосферасидаги унинг энг кўн миқдори  $0,1 \text{ мкг}/100 \text{ м}^3$  ни ташкил қилиши керак. Бенз(а)пиренни ҳосил қилинишини камайтириш усулидан асосийси бу тўлиқ ёнмаган ёниш маҳсулотларини охиригача ёқишдан иборат. Газ мазутли электр станцияларда оптик тутун ўлчагичлар ёрдамида ёқилгини тўла ёнишини доимий назорати ташкил қилинган.

#### **10.4. СУВ ҲАВЗАЛАРИГА ИЭСЛАРНИНГ ЗАРАРЛИ ТАШЛАМАЛАРИНИ ТАШЛАНИШИНИ КАМАЙТИРИШ**

Замонавий ИЭС энг йирик сув истеъмолчиларидан биридир. Масалан, ДНЭС (Давлат ноҳия электр станция)ларда  $1 \text{ кВт}\cdot\text{с}$  электр энергияни ишлаб чиқариши учун  $0,12$  тоннадан зиёд сув конденсаторда буғни конденсатланишига сарфланади, бу ДНЭСги ҳамма истеъмол қилинадиган сувнинг  $97-98\%$  ни ташкил қилади. Қолган сув технологик эҳтиёжлари учун: қозон ва иссиқлик ташувчиларни таъминлашга кўшимча сувни тайёрлашга, мазутни иситиш ва парчалашга, қурилмани ювишга, кулнинг гидротранспорти ва бошқаларга сарфланади.

Замонавий ИЭСларда қуйидаги оқова сув турлари мавжуд: 1) турбина конденсаторларининг совутиш сувлари; 2) конденсат тозалашдан ва сув тайёрлаш қурилмаларидан қайта ишланган ва ювилган сувлар; 3) нефть маҳсулотлари билан ифлосланган сувлар; 4) олгинугуртли мазутда ишлайдиган қозоннинг ташқи қиздириш юзаларини ва иситгичларни ювишдаги сувлар; 5) асосий қурилмани химиявий ювиш ва консервациялашдаги сувлар; 6) гидро кулни халос этадиган сувлар; 7) ёқилги тайёрлаш трактлари хоналарини гидравлик тозалашдаги сув; 8) электр станцияларнинг

жойларидаги ёмғир сувлари; 9) коммунал-маиший ва хўжалик сувлари.

Оқава сувларни сув ҳавзаларига ташланиши уларга сувни ифлосланишига, уларнинг органолептик хусусиятини (ранги, ҳиди таъмини, санитар тадбирини ўзгаришига (кислородни биологик истеъмол қилинишига, кислороднинг концентрациясини рН қиймати) ҳамда флора ва фаунани нобут бўлишига ( ташланаётган кўшимчаларнинг захарли таъсири туфайли) олиб келади. Сув ҳавзаларининг меъёрида бўлиши учун улардаги зарарли моддаларнинг концентрацияси ПДК деб номланадиган маълум қийматдан ошмаслиги лозим. Сув ҳавзаларига етарлича таъсирни сувнинг ҳарорати ўтказади, чунки уни кўтарилиши билан барча оксидланиш жараёнлари тез жадалланиб боради, кислороднинг концентрацияси ва рН пасаяди (рНнинг қиймати 6,5-8,5 оралиғида бўлиши лозим).

Совутилган сув билан сув ҳавзаларига жуда кўп иссиқлик миқдори ташланади. Масалан, совутилган сув билан олиб кетаётган солиштира иссиқлик уни турбина конденсаторида 8-10<sup>0</sup>С га иситилишида, органик ёқилғи билан ишлайдиган ИЭСларда сувнинг 0,12-0,31 т/(кВт·с) сарфида тахминан 4,3 кЖ/( кВт·с) ни ташкил этади. Сув ҳавзаларининг меъёрида бўлиши учун уларнинг ҳарорати ёз ва қиш мавсумларида юқорида келтириб ўтилган (10.1да). Бунда сув ҳавзасига солиштира иссиқлик юкланиши 12-17 кЖ/м<sup>3</sup> дан ошмаслиги керак. Бу тўғридан-тўғри ишлайдиган совутиш тизимларининг имкониятларини чегаралайди.

Сув ҳавзаларига иссиқлик юкланишини етарлича камайтирилиши сув омборхоналари ва градирняларининг сувлари билан айланма совутиш тизимларидан фойдаланиб амалга ошириш мумкин бўлади. Аммо бунда капитал маблағларнинг ишлатилиши анча ошади ва ИЭСларнинг Ф.И.К.и совутиш сувининг ҳарорати ошиши ва конденсаторларда бўшлиқнинг камайиши ҳисобига бир мунча пасаяди. Агарда тўғридан тўғри тизимдаги турбина конденсаторига тушаётган ўрта йиллик совутиш сувининг ҳарорати 11<sup>0</sup>С ни ташкил қилса, унда градирня билан айланма сувники эса -22<sup>0</sup>С ни ташкил этади. Бу ИЭСнинг ф.и.к ини 38 дан 34% га камайишига олиб келади, аммо сув ҳавзаларининг иссиқлик тартибини бузмасдан йирик ИЭСларни қуришга имкон беради.

Замонавий усуллар билан буғ қозонлар учун кўшимча сув тайёрланишида химиявий реагентларнинг катта миқдорлари

сарфланади (ишқорлар, кислоталар, оҳак, коагулянтлар ва бошқалар) улар ишлатилгандан кейин сувнинг бир қисми билан халос қилинади ва оқава сувларни ҳосил қилади. Ушбу оқава сувлар захарли кўшимчаларга эга эмас, лекин сув ҳавзаларини тузлар билан ифлослантириб, ҳавза сувининг рНни ўзгартиради, улардаги органик кўшимчаларнинг миқдорини ошириб юборади, бу эса анаэробли (кислород иштирокисиз) жараёнларида зарарли маҳсулотлар ( $H_2S$ ,  $CH_4$  ва бошқалар)нинг ажралиб чиқиши билан кечади. Бу каби сувларнинг сув ҳавзаларига оқизиб юборишга кўн ҳолларда руҳсат этилмайди ва улар оқизиб ташланишидан аввал тозаланиши зарур бўлади.

Ташламаларни сув ҳавзаларига оқизиб ташланишини камайтириш, келажакда эса умуман ташламаслик, сув тайёрлашнинг янги илғор замонавий усулларининг (электр диализ, қайтар осмоси, термик тузсизлантириш) татбиқ қилиниши билан ҳамда уларнинг кераклигича жиҳозлаш ва ўзгартириш билан амалга оширилади.

Нефть маҳсулотлари билан ифлосланган сувлар сув ҳавзалари учун катта хавф туғдириши мумкин, чунки улар ҳар қандай саноат корхонасининг оқава сувларида бўлиши мумкин. ИЭСларнинг оқава сувларида нефть маҳсулотларининг бўлиши асосан мазут ҳўжалигидан бош корпусдан (турбиналарнинг мой совутигичларидан ва насосларнинг айрим қисмларидан) мойнинг оқиб кетиши ҳисобига, электр техник қурилмалари (трансформатор, кабель ва бошқалар)дан ва ёрдамчи хизматлар (депо, гараж, компрессор хонаси)дан бўлиши мумкин.

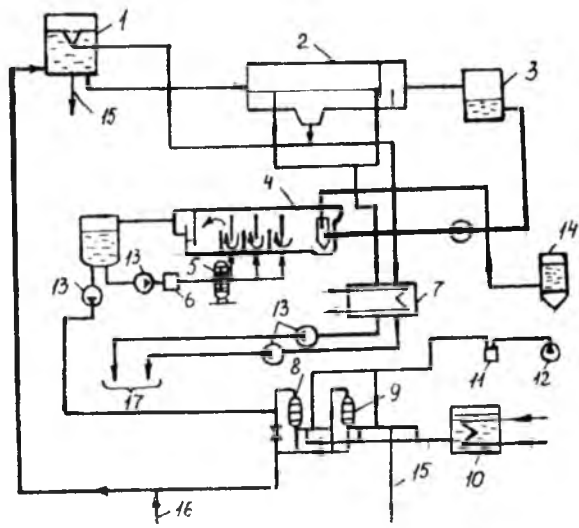
Оқава сувларнинг нефть маҳсулотлари сувда эмульсияланган ҳолда бўлади, яъни алоҳидаги 200-300 мкм гача ўлчамли заррачалар кўринишида бўлиши мумкин. Сув ва нефть маҳсулотларининг зичликлар фарқлари таъсирида нефть маҳсулотларининг зарралари сув устига сузиб чиқади ва махсус мосламалар ёрдамида ундан халос этилади. Бу жараён махсус аппаратлар – нефть тутгичлар ёрдамида олиб борилади. 10.4-расмда нефть маҳсулотларидан оқава сувларнинг тозалашни технологик чизмаси (буларга нефть тутгичи, флотатор ва фильтр киради) кўрсатилган.

ИЭС қурилмаларидан самарали фойдаланиш учун қўйқа ҳосил бўлиши ва занглаш жараёнлари бўлмаслиги учун шароитлар таъминланиши зарур бўлади. Аммо бу жараёнлардан тўлиқ қутулиш мумкин эмас ва вақти вақти билан қиздириш юзаларининг ички қатламларини тозалашга тўғри келади. Замонавий қозон

ва турбиналарнинг конструкциялари мураккаб бўлган учун махсус реагентлардан фойдаланишга тўғри келади. Улар орасида ишқорлар, органик ва анорганик кислоталари, ювиш воситалари, занглашга қарши ингибиторлар ва бошқалар бор. Химиявий тозалашларда оқава сувларнинг умумий миқдори қозон турига ва фойдаланилаётган тозалаш технологиясига бевосита боғлиқ бўлади ва битта тозалаш учун 20 минг тоннани ташкил қилиши мумкин.. Ишлатиб бўлган эритмаларда тозалаш операцияларидан сўнг реагентлар 70-90% қўшимчаларни ташкил қилади, уларнинг таркибига кўп заҳарли моддалар киради.

Курилмаларни тўхтаиб қўйиш вақтида уни занглашдан химоя қилиш учун баъзи чора тadbирлар қўлланилади, бунинг учун, масалан, қозонлар махсус эритмалар билан тўлдирилади ва қозон ишга тушишидан аввал улар оқизиб ташланиши керак.

ИЭСнинг гидро кулдан халос этишнинг ёпиқ тизимларида ювилаётган ва ушлаб турилган сувларнинг бевосита кул ташлаш жойларига ташланиши сувнинг рН қиймати 8 дан юқори бўлмаганда амалга оширилади. Бошқа ҳолларда эса ювилаётган сув дастлаб ташланишидан аввал бетарфланади.



10.4-расм. Нефть маҳсулотларига эга оқава сувларни тозалаш технологик чизмаси.

1-қабул қилувчи бак; 2-нефть тутгич; 3-оралиқ баклари; 4- флотатор; 5-сиқувчи хажм; 6-эжектор; 7-буғ иситувчи билан мазутни қабул қилиш идиши; 8-механикавий фильтр; 9- кўмирли фильтр; 10-ювиш учун сув баки; 11-сиқувчи ростлагич; 12-компрессор; 13-насослар; 14-коагулянт эригмасы; 15-оқишиш; 16-мазутланган сувнинг тушиши; 17-ёқиш учун мазутли концентрат.

Кўп ИЭСларда қаттиқ ёқилғилардан фойдаланилганда, кул ва шлакнинг халос этилиши сув билан амалга оширилади. 1 т кулнинг халос этиш учун 20-40 т сув талаб қилинади. Кул ташлаш жойларига кул сув билан бирга пульпа, кул, шлак ва сув аралашмасы ҳолатида юборилади (20 км гача), у ерда кул чўктирилади, тиндирилган ва қисман тозаланган сув эса сув ҳавзасига оқизиб юборилади (тўғридан тўғри тизимига кўра) ёки ИЭСга қайта фойдаланиш учун орқага яна қайта юборилади (айланма тизимига кўра).

Биринчи ҳолда сув ҳавзасига барча кўшимчалар эриган ҳолда ва кул ташлаш жойида чўкишга улгурмаган дағал кўшимчаларнинг бир қисми ташлаб юборилади. Сув ҳавзасига бу ҳолда ташланаётган тузларнинг ялпи миқдори жуда катта. Бу ташламаларда ўта захарли: мишьяк, германий, ванадий, фтор ва бошқалар бўлиши мумкин. Сувга унлан ташқари ёқилғининг тўла ёнмаслигидан қолган маҳсулотида канцероген моддалар ҳам бўлиши мумкин. Шунинг учун ҳозирги пайтда гидро кулдан халос қилишнинг тўғридан тўғри усули ИЭСларда лойиҳаланмайди ва янги қурилаётган ИЭСлар айланма тизимлар билан жиҳозланади. Аммо бу ҳолда ҳам айланма тизимдаги сувнинг бир қисмини сув ҳавзасига ташлашга тўғри келади ва ўрнига тоза сув билан тўлдирилади, чунки кул билан узоқ вақт давомида бирга бўлишда у қийин эрийдиган бирикмалар ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) билан тўйинган ёки ўта тўйинган бўлиши мумкин. Булар эса гидро кулдан халос этиш тизимларида қийин эрийдиган қатламларни ҳосил қилади ва унинг ишини қийинлаштиради. Ташланаётган сувнинг миқдори 1-3% ни ташкил этади, аммо ундаги захарли моддаларнинг миқдори жуда катта бўлади ва бу сувларнинг сув ҳавзаларига ташланиши жиддий муаммоларга сабаб бўлади. Гидро кулдан халос этишда оқова сувларни тўла ҳажмда тозалаш жуда қийин, сувнинг кўп сарфланиши ва кўшимчаларнинг катта миқдорига кўра

(2000-8000 мг/кг). Шунинг учун бу каби сувларнинг ишлатилишида уларнинг зиёнсизлантирилиши, яъни захарли моддаларнинг микдорини талаблар даражасигача камайтириш тўғрисида гапириш лозим. Ушбу мақсадда кўшимчаларни чўктириш усуллари, уларни турли хил сорбентларда, шу жумладан кулнинг ўзида ҳам ютилиш кўлланиши мумкин.

Шундай қилиб, оқава сувларни тозалаш – қиммат турадиган тадбирдир. Ундан ташқари тозалаш курилмаларининг самарадорлиги унча юкори бўлмагани туфайли ва оқава сувларнинг ялпи сарфланиши кўп бўлганлиги учун сув ҳавзасидаги ПДКга оқава сувларини келтиришда жуда кўп тоза сув суюлтирилиши талаб қилинади. Шунинг учун бу муаммони ечишда қатор тадбирларни бажаришга тўғри келади – бу оқава сувларининг тозалаш технологиясини такомиллаштириш; улардаги қимматбаҳо унсурларни ажратиб олиш; оқава сувларининг ҳажмини камайтириш мақсадида технологик жараёнларини тубдан ўзгартириш; айланма тизимларидан самарали фойдаланиш ва сувни талаб қилмайдиган куруқ технологик тизимларига ўтишдир. Бу тадбирлар мажмуасини бажарилиши кейинчалик сувсиз ишлаб чиқарадиган технологияга ўтишга имкон беради.

## 10.5. ОРГАНИК ЁҚИЛҒИЛАРНИ ЁҚИШДА АТРОФ–МУҲИТГА ЗАРАРЛИ ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ.

Органик ёқилғиларнинг ёниш маҳсулотлари таркибида ҳар хил микдорда турли хил зиёдлигига эга ифлослантирувчи моддалар бор. Улар орасида: углерод, азот ва олтингугурт оксидлари, водород сульфид ( $H_2S$ ), қора куя (сажа) ҳамда ҳар хил углеводородлар, бенз(а)пирен ( $C_{20}H_{12}$ ), микроэлементлар ва бошқа зарарли кўшимчалар ҳосил бўлиши мумкин.

Айрим ҳолларда энергетик ёқилғиларнинг сифатини тавсифлаш учун уларнинг атроф–муҳитни ифлосланишига нисбатан ҳар хил ифлосларнинг микдор йиғиндиси ҳамда унинг захарлилигини инобатга олувчи битта кўрсаткич қиймати билан фойдаланишга зарурият бўлиши мумкин.

Бундай кўрсаткичга талаб энергетик ёқилғиларга ҳозирги нархларига кўшимча коэффициентини ўрнатилишидан келиб



чиқади. Энергетик ёқилғиларнинг ҳозирги нархлари уларни қазиб олишга ёки ташилишига сарфланган харажатларига асосланган. Аммо, кейинчалик энергетик ёқилғиларни нархлашда уларни зиён келтирувчи таъсирини инobatга олган ҳолда ўрнатилиши лозим бўлади.

Иссиқлик электр станцияларда битта ёқилғини ўрнига иккинчиси билан алмаштиришда атроф-муҳитни ҳимоялаш нуқтаи назаридан худди шундай кўрсаткичдан фойдаланишни тақозо этади.

Ундан ташқари, бундай зарурият олтингугуртни ушлаб қолиш усулларида самарали қўлланишини таққослаб баҳолаш учун бундай кўрсаткичга асосланади. Қўлланилаётган технологияларга кўра ҳар хил зарарли қўшимчалар, масалан, олтингугурт (IY) оксиди ва азот (IY) оксиди ҳар хил даражада ушлаб қолинади, айрим ҳолларда эса атмосферага ташланишдан аввал тозалаш натижасида мўридан чиқиб кетаётган аммоний тузи йўқ газларда, газларин аммиак билан тозалаш натижасида найдо бўлади.

Буларни ҳаммаси зиёнлик йиғиндисиз олтингугуртни ушланишининг турли хил усуллари таққослаш учун тозалашда, санитар самарадорлигини ўрнатишга нисбатан қийин бўлади.

Зиёнлик йиғиндисининг кўрсаткичи  $K^{\Sigma}$ , энергетик ёқилғи ва уларни ёниш маҳсулотлари учун алоҳида зиёнлик кўрсаткичларининг йиғиндиси билан ифодаланиши мумкин бўлади:

$$K^{\Sigma} = \sum K_i. \quad (10.7)$$

Бунда:  $K_i$  – алоҳидаги зиёнлик кўрсаткичларининг йиғиндисини қийматлари, зарарли моддаларнинг солиштирма миқдори ва уларнинг нисбий заҳарлилиги.

Ёқилғиларни ёниш маҳсулотларининг зарарли қўшимчаларини келиб чиқишига кўра қуйидаги гуруҳларга бўлиш мумкин:

Биринчи гуруҳ. Ёқилғи таркиби асосида етарлича аниқлик билан топиладиган ва унинг ёқиш технологиясига кам боғланган, ёқилғиларнинг ёниш маҳсулотлари зарарли қўшимчалардан иборат. Бу гуруҳга олтингугурт (IY) оксиди, учувчан кул, ванадий бирикмалари ҳамда ёқилғи ёнишида кул таркибига ўтиб кетган бошқа қўшимчаларни киритиш мумкин.

Иккинчи гуруҳ. Фақат ёқилғи таркиби ҳосилдир эмас, балки кўпинча кенг миқёсда технологияга ва ёқилғини ёқилиш таркибини кўра, яъни қуйидаги омилларга: буғ генераторининг қувватлиги, ёқилғи ёқишга тайёрлаш усулига, ўтхона қурилмасининг конструкциясига, ортиқча ҳаво ва бошқалар билан ёқилиш маҳсулотларида ҳосил бўлган зарарли қўшимчаларга боғлиқ бўлади. Бу гуруҳга азот оксидлари, углерод (II) оксиди CO ва ёқилғиларнинг чала ёнишидан ҳосил бўлган бошқа маҳсулотлари: водород сульфид  $H_2S$  ва канцероген моддаларни киритиш мумкин. Бу моддаларни атмосферага ташланиши юқорида келтирилган омилларга қараб кенг ораликда ўзгариши мумкин ва шунинг учун тажриба маълумотларини жалб қилмасдан туриб ҳисоблаш йўли билан топиш мумкин эмас.

Учинчи гуруҳ. Ёқилғи ёнишидан эмас, балки бошқа сабабларга кўра, масалан: кўмир омборхоналарининг ва кул ташлаш жойлари тўзғишидан; темир йўл цистерналаридан мазутни оқизиш тизимларидан углеводород буғларини ажралиб чиқиши; чанг тайёрлаш тизимларида кўмир кукунининг майин фракцияларидан кўмир чангларининг ажралиб чиқишидан ва бошқалардан зарарли моддаларни миқдоридан анча кам, уларни ҳисоблаш қийин ва шунинг учун кейинчалик буларни инобатга ҳам олмаса бўлади.

Тутун газларида учрайдиган турли хил қўшимчаларни зиёнлик таъсирини йиғиш ва солиштиришга имкон берадиган алоҳида кўрсаткичларни аниқлашда қуйидаги фикрлардан фойдаланиш мумкин: зиёнлик йиғиндисини тавсифлайдиган кўрсаткични ҳисоблашда миқдорий нисбатда шартли ёқилғиларга келтириш лозим, уларни заҳарлилигини эса ушбу қўшимчани энг юқори руҳсат этилган концентрациясини ПДКни кулнинг энг юқори руҳсат этилган концентрациясига ПДКга нисбатан ифодаланади.

Шундай қилиб, зиёнлик йиғиндисини тавсифлайдиган кўрсаткич қанча юқори бўлса, шунча атроф-муҳитни ҳимоялашга солиштира сарфлар юқори бўлади. Буларни ҳаммасини иссиқлик электр станцияларини лойиҳалаштиришда, ишга туширишда, унинг қувватини оширишда ҳамда келгайтиришда инобатга олиш зарур бўлади.

## НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. ИЭСларнинг зарарли газсимон ташламаларини айтиб беринг. Улардан қайси бири энг хавфли?
2. Моддаларни заҳарли карралиги дсб нимага айтилади? Бу кўрсаткич билан ҳавонинг ифлосланишининг хавфли даражасини аниқлаш учун қандай фойдаланилади?
3. Суюқ ёқилгининг олтингугуртдан тозалаш усулларини айтиб беринг.
4. Азот оксидларининг ҳосил қилинишини камайтириш учун қандай усуллар қўлланилади?
5. ИЭСларнинг мўри қувурлари қандай масалани ечади?
6. Сув ҳавзаларига ИЭСларнинг оқава сувларини зарарли таъсири нимада ифодаланади?
7. ИЭСларда оқава сувларнинг зарарли моддалардан тозалашни қандай усуллари қўлланилади?
8. ИЭСлар ташламаларининг зиёнлик йиғиндисини тавсифлайдиган кўрсаткичи нимадан иборат?
9. Зиёнлик йиғиндисини тавсифлайдиган кўрсаткич қандай топилади?

## Турли ёқилғиларнинг калория эквивалентлари

| Ёқилги турлари                          | Қуйи<br>ёниш ис-<br>сиклиги<br>$Q_k$ Ккал/кг | Қуйи<br>ёниш ис-<br>сиклиги<br>$Q_k$ кЖ/кг | Калория<br>эквивален-<br>ти<br>$\mathcal{E}_k = Q_k / Q_m$ |
|---|--|--|--|
| 1. Қаттиқ ёқилғи                        |  |  |  |
| Аралаш ўтинлар                          | 3000   | 12580                                      | 0, 43  |
| Фрезерли торф                           | 2020   | 8460                                       | 0, 29  |
| Қўнғир кўмир Б3 (Олма-<br>лик)          | 3850   | 16120                                      | 0, 55  |
| Қўнғир кўмир Б2 (Ан-<br>грэн)           | 3310   | 13860                                      | 0, 47  |
| Тошқўмир ДР (Донецк<br>хавзаси)         | 5130   | 21480                                      | 0, 73  |
| Тошқўмир Г (Донецк<br>хавзаси)          | 5790   | 24240                                      | 0, 83  |
| Эстон сланецлари                        | 2470   | 10340                                      | 0, 35  |
| 1. Суюқ ёқилғи                          |  |  |  |
| Хом нефть                               | 10250  | 43000                                      | 1, 47  |
| Мазут М-100 (кўп<br>олтингугурт)        | 9560   | 40030                                      | 1, 37  |
| Мазут М-100 (кам<br>олтингугурт)        | 9750   | 40820                                      | 1, 39  |
| 1. Газсимон ёқилғи                      |  |  |  |
| Газли кони                              | 8000   | 33510                                      | 1, 62  |
| Ставрополь кони                         | 7970   | 33380                                      | 1, 67  |
| Муборак кони                            | 8450   | 35390                                      | 1, 65  |
| Щебелинск кони                          | 8330   | 34860                                      | 1, 66  |
| Домна газ                               | 900  | 3770                                       | 0, 10  |
| Кокс газ                                | 4300   | 18000                                      | 1, 21  |
| Генератор газ                           | 2400   | 10030                                      | 0, 30  |
| Суюлтирилган газ<br>(техникавий пропан) | 22400  | 93750                                      | 3, 20  |
| Суюлтирилган газ<br>(техникавий бутан)  | 29100  | 112000                                     | 4, 16  |

## Мазутларнинг ҳисобланган тавсифлари

| Мазут турлари | Қўп<br>$S_{\text{қўп}}$     | Қам<br>$S_{\text{қам}}$     | 20°С даги зичлик |       | Қотиш ҳарорати,<br>юқори эмас |    | Бирдан ёниш<br>харорати, °С, кам<br>эмас |      | 80°С да шартли<br>қовушқоқлик,<br>қўп эмас |      | Намлиги<br>ва<br>қуллани<br>ши |                            | Ёниш<br>иссиқ-<br>лиги |          |       |       |       |       |       |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|-------|-------------------------------|----|--|------|--|------|--------------------------------|----------------------------|------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               |                             |                             | 0,970            | 0,990 | 10                            | 25 | 90                                       | 110  | 8  | 15,5 | $A^{\text{в}}$ Қўп<br>эмас     | $W^{\text{н}}$ Қўп<br>эмас |                        | Ккал /кг | кЖ/кг |       |       |       |       |
| Қурук         | $S_{\text{қўп}}^{\text{к}}$ | $S_{\text{қам}}^{\text{к}}$ | 2,5              | 2,7   | 3                             |    | 0,4                                      | 0,4  | 0,15                                       | 0,15 | 0,3                            | 0,15                       | 0,15                   | 9650     | 9560  | 9500  | 9850  | 9750  |       |
|               |                             |                             | 0,8              | 1     | 0,9                           |    | 0,6                                      | 1    | 90   | 110  | 6,5-<br>9,5                    | 0,3                        | 0,15                   | 0,15     | 40400 | 40030 | 39770 | 41240 | 40820 |
|               |                             |                             | 11,2             | 10,6  | 10,2                          |    | 11,5                                     | 11,1 | 8  | 15,5 | 0,15                           | 0,15                       | 0,15                   | 0,15     | 40400 | 40030 | 39770 | 41240 | 40820 |
|               |                             |                             | 85,5             | 85,7  | 85,9                          |    | 87,5                                     | 87,5 | 8  | 15,5 | 0,15                           | 0,15                       | 0,15                   | 0,15     | 40400 | 40030 | 39770 | 41240 | 40820 |
| Мазут турлари | Қўп<br>$S_{\text{қўп}}$     | Қам<br>$S_{\text{қам}}$     | 40               | 100   | 200                           |    | 40                                       | 100  |  |      |                                |                            |                        |          |       |       |       |       |       |

$t=100^{\circ}\text{C}$  да қабул қилинган. 40 ва 100 турли мазутлар учун сувли

ташилишида ва қурук буғ билан қиздирилганда намлик  $W^{\text{н}}=5\%$  гача ошади. М – 40 турли қўп олгиншугуртли мазутлар учун ёниш иссиқлиги  $Q_{\text{к}}^{\text{н}}=38270$  кЖ/кг (9140 ккал/кг) ва  $Q_{\text{к}}^{\text{н}}=37890$  кЖ/кг (9050 ккал/кг) (М-100 турли); кам олгиншугуртли мазутлар учун  $Q_{\text{к}}^{\text{н}}=39060$  кЖ/кг (9330 ккал/кг) (М-40 турли) ва  $Q_{\text{к}}^{\text{н}}=38730$  кЖ/кг (9250 ккал/кг) (М-100 турли).

Ёнувчи газлар таркибига кирувчи унсурларнинг  
умумий тавсифи.

| Унсурнинг номи             | Химиявий ифодаси               | Молекуляр оғирлиги | % микдори |        | Қуйи ёниш ис-<br>сиқлиги,<br>кЖ/м <sup>3</sup> | Ёнишнинг<br>назарий<br>ҳарорати, °С |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------|--------|--|-------------------------------------|
|                            |                                |                    | С         | Н      |  |                                     |
| Метан                      | CH <sub>4</sub>                | 16                 | 74. 97    | 25. 03 | 35820  | 2030                                |
| Этан                       | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>  | 30                 | 79. 96    | 0.04   | 63730  | 1900                                |
| Пропан                     | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>  | 44                 | 81. 80    | 18. 2  | 91230  | 1925                                |
| Бутан                      | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 58                 | 82. 80    | 17. 20 | 118620   | 1900                                |
| Пентан                     | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 72                 | 83. 80    | 16. 70 | 146000   | 2090                                |
| Ацети-<br>лен              | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>  | 26                 | 92. 00    | 8. 00  | 56050  | 2325                                |
| Этилен                     | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>  | 28                 | 85. 70    | 14. 30 | 59060  | 2200                                |
| Пропи-<br>лен              | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>  | 42                 | 85. 70    | 14. 30 | 85980  | 2270                                |
| Бутилен                    | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>  | 56                 | 85. 70    | 14. 30 | 113400   | 2100                                |
| Водо-<br>род               | H <sub>2</sub>                 | 2                  | -         | 100    | 10800  | 2230                                |
| Углерод<br>(II) ок-<br>сид | CO                             | 28                 | 42. 80    | -      | 12630  | 2370                                |
| Бензол                     | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>  | 78                 | 92. 30    | 7. 70  | 140400   | 2206                                |
| Водо-<br>род<br>сульфид    | H <sub>2</sub> S               | 34                 | -         | 5. 88  | 23380  | 1900                                |

## АДАБИЁТЛАР.

1. Ислом Каримов. «Ўзбекистон XXI аср бўсағасида». Тошкент. «Ўзбекистон». 1997.
2. Б.С.Белосельский, В.К. Соляков. «Энергетическое топливо». М. «Энергия». 1980.
3. Б.С.Белосельский, В.К. Контроль твердого топлива на электростанциях М.Энергоатомиздат. 1987.
4. В.Т.Кумсков, А.И.Покалюк «Топливо и масла электрических станций» М. «Энергия». 1969.
5. Л.А.Бровкин. Основы теории горения топлив. Конспект лекций. Иваново. 1979.
6. А.Л.Бергауз. Повышение эффективности сжигания топлива в нагревательных и термических печах. Л. «Наука». 1984.
7. Ж.Нурматов, Н.А.Халилов, Ў.К.Толипов. «Иссиқлик техникаси» Т. Ўқитувчи. 1998.
8. А.У.Алимбаев, А.Ш.Шонисломов, Н.Т.Тошбосв. «Ёқилғи ва ёниш асослари» Олий ўқув юртлири талабалари учун ўқув кўлланма. ТДТУ 2002.
9. Р.Т.Рахимджанов, М.А.Хашимова, Х.А.Алимов. «Энергетик ёқилғи ва ёниш асослари» фанидан тажриба ишлари чун услубий кўрсатмалари. Тошкент. ТДТУ. 1998.
10. Р.Т.Рахимджанов, М.А.Хашимова, Х.А.Алимов «Ёқилғи ва ёниш асослари» фанидан касб-ҳунар коллежи талабалари учун ўқув кўлланма. ТДТУ, Сирдарё вилояти Ширин энергетика касб-ҳунар коллежи. Т.2001.
11. М.Н.Резников, Ю.М.Липов. Котельные установки электростанций. М.»Энергоатомиздат». 1987.
12. А.В.Кузнецов. Основы теплотехники, топливо и смозочные материалы. М. «Колос». 2001.
13. Энергетика и охрана окружающей среды (Под.ред.Н.Г. Залогина, Ю.М.Кострикина, Л.Н.Кроппа). М. «Энергия». 1979.
14. В.Е.Араkelов. Методические вопросы экономии энергоресурсов. М. «Энергоатомиздат». 1990.

## МУНДАРИЖА.

Муқаддима: 3

### БИРИНЧИ БОБ. Ёқилғилар тўғрисида умумий маълумотлар.

- 1.1. Асосий иссиқлик энергия манбалари, ёқилғиларнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти. 5
- 1.2. Ёқилғилар тўғрисида тушунча, уларнинг таснифи. 9
- 1.3. Ёқилғи таркиби ва унинг унсурларини баҳолаш. 11
- 1.4. Ёқилғи массалари ва ёқилғи таркибининг битта массадан иккинчисига ўтиш учун қаюйта ҳисоблаш ифодалари. 16
- 1.5. Учувчан моддаларни чиқиши ва кокснинг ҳосил бўлиши 22
- 1.6. Ёқилғининг хусусиятлари ҳақида. 24

### ИККИНЧИ БОБ. Ёқилғининг ёниш иссиқлиги.

- 2.1. Ёниш иссиқлиги тўғрисида тушунчалар. 28
- 2.2. Ёқилғининг элемент таркибий маълумотларига кўра ёниш иссиқлигини аниқлаш. 31
- 2.3. Шаргли ёқилғи ва ёқилғи эквивалентлари. 37

### УЧИНЧИ БОБ. Ёқилғини текшириш.

- 3.1. Текшириш усуллари. 40
- 3.2. Қаттиқ ёқилғининг техникавий таҳлили. 41
- 3.3. Суюқ ва газсимон ёқилғиларнинг техникавий таҳлили тўғрисида тушунчалар. 55
- 3.4. Электр станцияларида ёқилғи сифатини назорат қилиш. 59

### ТЎРТИНЧИ БОБ. Қаттиқ ёқилғи.

- 4.1. Қаттиқ ёқилғиларнинг келиб чиқиши. 64
- 4.2. Қаттиқ ёқилғилар тўғрисида маълумотлар. 68
- 4.3. Қаттиқ ёқилғининг наст ҳароратли оксидланиши, унинг механизми ва ёқилғини сақлашда оксидла нишдан ҳимоялаш 72
- 4.4. Қаттиқ ёқилғиларни қайта ишлаш. 78



## БЕШИНЧИ БОБ. Суюқ ёқилғи.

|  |     |
|--|-----|
| 5.1. Нефть ва унинг келиб чиқиши.                      | 85  |
| 5.2. Нефтнинг таркиби, таснифи ва физикавий хоссалари. | 86  |
| 5.3. Нефтни қайта ишлаш.                               | 88  |
| 5.4. Нефддан олинадиган мазутни ишлаб чиқариш.         | 91  |
| 5.5. Мазутларнинг таркиби.                             | 95  |
| 5.6. Мазутнинг хусусиятлари тўғрисида.                 | 98  |
| 5.7. Суюқ ёқилғиларнинг сақланиши.                     | 100 |

## ОЛТИНЧИ БОБ. Газсимон ёқилғилар.

|   |     |
|---|-----|
| 6.1. Газсимон ёқилғи турлари, таркиби ва умумий тавсифлари. | 102 |
| 6.2. Табиий ёнувчи газлар, уларнинг олинishi ва ишлатилиши. | 104 |
| 6.3. Ёнувчи газ маҳсулотлари, уларнинг ишлатилиши.          | 107 |
| 6.4. Ёнувчи газларни тозалаш, уларга ҳид қўшиш ва сақлаш.   | 112 |

## ЕТТИНЧИ БОБ. Ёниш жараёни.

|   |     |
|---|-----|
| 7.1. Ёниш тўғрисида тушунча.  | 113 |
| 7.2. Ёниш реакциясининг иссиқлик эффекти ва кинетикаси.                     | 116 |
| 7.3. Ёқилғининг ёниш реакцияси.   | 122 |
| 7.4. Ёқилғини ёқиш усуллари, ортиқча ҳаво коэффициентлари ва ёниш ҳарорати. | 124 |
| 7.5. Ёқилғи аралашмасининг ёниш иссиқлиги.                                  | 128 |

## САККИЗИНЧИ БОБ. Ёқилғининг ёниш маҳсулотлари.

|   |     |
|---|-----|
| 8.1. Ёниш маҳсулотларининг таркиби.                           | 131 |
| 8.2. Ёниш маҳсулотларининг ҳажми.                             | 134 |
| 8.3. Буг қозонидан фойдаланишда ортиқча ҳавони назорат қилиш. | 140 |
| 8.4. Ёниш маҳсулотларининг энтальпияси.                       | 145 |

## ТЎҚҚИЗИНЧИ БОБ. Ёқилғилардан самарали фойдаланиш.

|  |     |
|--|-----|
| 9.1. Қозоннинг иссиқлик балансини умумий тенгламаси. | 148 |
|--|-----|

|  |     |
|--|-----|
| 9.2. Қозондаги иссиқлик исрофларининг тавсифлари.  | 154 |
| 9.3. Буғ қозон ва қозон қурилмасининг фойдали иш<br>коэффиенти.                          | 169 |
| ЎНИНЧИ БОБ. Атроф–муҳитни ҳимоялаш.  |     |
| 10.1 ИЭС ташламалари ва уларни атроф–муҳитга таъсири.                                    | 173 |
| 10.2. ИЭС ташламаларининг таркиби ҳақида.  | 176 |
| 10.3. Атмосферага зарарли ташламаларни ташланишини<br>камайтирилиши ва уларни тарқалиши. | 181 |
| 10.4. Сув ҳавзаларига ИЭС ларнинг зарарли ташламаларини<br>ташланишини камайтириш.       | 186 |
| 10.5. Органик ёқилғиларни ёқишда атроф–муҳитга зарарли<br>таъсирини баҳолаш.             | 191 |
| Илова.   | 195 |
| Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.  | 198 |
| Мундарижа.   | 199 |

## CONTENTS.

|   |    |
|---|----|
| Introduction.   | 3  |
| Chapter one. General information on fuel.   |    |
| 1.1. Main sources of energy and possibilities of fuel utilization in<br>national economy.     | 5  |
| 1.2. Concept of fuel and classification.  | 9  |
| 1.3. Fuel composition and its components evaluation.  | 11 |
| 1.4. Fuel mass and formula of reconsidering a fuel composition<br>from one mass into another. | 16 |
| 1.5. Volatile substances and coke.  | 22 |
| 1.6. Some properties of fuel.   | 24 |
| Chapter two. Heat of fuel combustion.   |    |
| 2.1. Concert of fuel combustion.  | 28 |
| 2.2. Definition of fuel combustion heat from the data of its<br>composition elements.         | 31 |

|  |    |
|--|----|
| 2.3. Conventional heat and heat equivalents. | 37 |
|--|----|

### Chapter three. Fuel studying.

|  |    |
|--|----|
| 3.1. Methods of research.                                      | 40 |
| 3.2. Technical analysis of solid fuel.                         | 41 |
| 3.3. Concept of technical analysis of liquid and gaseous fuel. | 55 |
| 3.4. Fuel control at power stations.                           | 59 |

### Chapter four. Solid fuel.

|  |    |
|--|----|
| 4.1. Origin of solid fuel.   | 64 |
| 4.2. General information on solid fuel.  | 68 |
| 4.3. Low temperature oxidation of solid fuel, mechanism of oxidation under conservation. | 72 |
| 4.4. Processing of solid fuel.   | 78 |

### Chapter five. Liquid fuel.

|   |     |
|---|-----|
| 5.1. Origin of oil.   | 85  |
| 5.2. Oil composition, classification and physical properties. | 86  |
| 5.3. Oil processing.  | 88  |
| 5.4. Extraction of black mineral oil from oil.                | 91  |
| 5.5. Composition of black mineral oil.                        | 95  |
| 5.6. Properties of black mineral oil.                         | 98  |
| 5.7. Liquid oil conservation.                                 | 100 |

### Chapter six. Gaseous fuel.

|  |     |
|--|-----|
| 6.1. Types of gaseous fuel, composition and general characteristics. | 102 |
| 6.2. Natural flammable gases, extraction and utilization.            | 104 |
| 6.3. Flammable gas products and utilization.                         | 107 |
| 6.4. Purifying of gaseous fuel, odorization and conservation.        | 112 |

### Chapter seven. Combustion processes.

|   |     |
|---|-----|
| 7.1. Concept of combustion.                           | 113 |
| 7.2. Heat effect and kinetics of combustion reaction. | 116 |

|   |     |
|---|-----|
| 7.3. Reaction of fuel combustion.   | 122 |
| 7.4. Methods of fuel combustion, coefficient of air excess and temperature of combustion. | 124 |
| 7.5. Combustion heat of fuel mixture.   | 128 |
| Chapter eight. Fuel combustion products.  |     |
| 8.1. Composition of combustion products.  | 131 |
| 8.2. Cubic capacity of combustion products.   | 134 |
| 8.3. Air excess controlling on exploitation of solid fuel.                                | 140 |
| 8.4. Enthalpy of combustion products.   | 145 |
| Chapter nine. Efficiency of fuel utilization.   |     |
| 9.1. General equation of fuel balance.  | 148 |
| 9.2. Characteristics of heat losses in a boiler.  | 154 |
| 9.3. Efficiency of a steam-boiler and boiler house.                                       | 169 |
| Chapter ten. Environment protection.  |     |
| 10.1. Exhausts of HPS and influence an environment..                                      | 173 |
| 10.2. On composition of HPS exhausts.   | 176 |
| 10.3. Reduction of harmful HPS exhausts in atmosphere and spreading.                      | 181 |
| 10.4. Reduction of harmful HPS exhausts into basins.                                      | 186 |
| 10.6. On estimation of harmful influence of organic fuel combustion on environment.       | 191 |
| Appendix.   | 195 |
| The list of recommended literature.   | 198 |
| Contents.   | 199 |

## ЁҚИЛҒИ ВА ЁНИШ АСОСЛАРИ.

Муаллиф: Раҳимжонов Рустам Тўхтаевич.

Муҳаррир: Ҳасанова М.Р.

Босишга руҳсат этилди 23.10.2002 й. Бичими 60x84 1/16.

Ўзбекистон Республикасида босиб чиқаришнинг қиммати 12,75. Нашр-ҳисоб босма табоғи 12,75.

Нашр қилинган 2002 й. Шартнома № 672.

Ўзбекистон Республикасида босиб чиқаришнинг қиммати 12,75. Нашр-ҳисоб босма табоғи 12,75.

Абу Райҳон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети. Тошкент. 700095. Университет кўчаси, 2.

ТошДТУнинг босмахонаси. Талабалар шаҳарчаси.