

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

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ
ИНСТИТУТИ**

**“ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛЛАРИ, БУЮМЛАРИ ВА
КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ”
КАФЕДРАСИ**

**“Тасдиқлайман”
Ўқув ишлари бўйича
проректор
_____Рахимов А
“____” _____2017 йил**

**ИССИҚЛИК ТЕХНИКАСИ ВА ИССИҚЛИК ТЕХНИК
УСКУНАЛАРИ ФАНИДАН
ЁҚИЛҒИ ВА УНИНГ ЁНИШ ЖАРАЁНИНИ ҲИСОБЛАШ
БЎЙИЧА**

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

**5340500 “Қурилиш материаллари, буюмлари ва
конструкцияларини ишлаб чиқариш” бакалавриат таълим
йўналишига мўлжалланган**

САМАРҚАНД – 2017

УДК 691:662

Муаллифлар: Саидмуратов Б.И., Ғуломова Ҳ.А

Мазкур услубий қўлланмада қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқаришда иссиқлик ускуналари фойдаланиладиган ёқилғи тўғрисида қисқача маълумотлар, унинг турлари ва асосий хоссалари келтирилган.

Ёилғининг ёниш ҳарорати ва уни аниқлаш усуллари ҳақида асосий тушунчалар келтирилган, шунингдек ҳисоблашларни олиб бориш учун тегишли физик кўрсаткичлар, формулалар келтирилган.

Ёқилғи турлари тўғрисида билимларни мустаҳкамлаш учун саволлар келтирилган.

Ушбу услубий қўлланма олий ўқув юртларининг қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкциялари” бакалавриат таълим йўналиши, магистратура мутахассислиги бўйича таълим олаётган талабаларга мўлсалланган.

АННОТАЦИЯ. В данном методическом пособие приведено краткое сведение о горение топлив и их характеристик используемые тепловых установках при производстве строительных материалов, изделий и конструкций.

Приведены основные понятие о температурах горение топлива и методах их определения, а также данные физических величинах, формулы для расчёта. Приведены примеры расчёта горения различных топлив.

Методическое пособие рассчитана студентам обучающихся по направления “Производство строительных материалов, изделий и конструкций”.

Такризчилар:

“Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқариш” кафедраси мудири доцент, техника фанлари номзоди Ҳамид Ваҳобович Юсупов.

“Иссиқлик газ таъминоти, вентиляция ва сервис” кафедраси доценти, техника фанлари номзоди Рузбой Айматов

СамДАҚИ илмий-услубий кенгашининг ўқув-илмий-услубий адабиётларни босмадан чиқариш бўйича тавсия берувчи эксперт комиссиясида кўриб чиқилди ва кенгаш қарори билан чоп этишга (баённома №___ 2017 йил _____)

Чиқиш белгилари: СамДАҚИ. Шакли А.Ч.Буюртма № қиш
белгилари: СамДАҚИ. Шакли А.Ч.Буюртма № ____ Адади __,
Хажми__ босма табоқ.

МУНДАРИЖА

Сўз боши

Шартли белгилар

КИРИШ

I. ЁҚИЛҒИ ТУРЛАРИ

1.1. Қаттиқ ёқилғи турлари

1.2. Суюқ ёқилғи турлари

1.3. Газ кўринишидаги ёқилғилар

1.4. Чангли ёқилғилар

II. ЁҚИЛҒИЛАРНИНГ УМУМИЙ ХОССАЛАРИ

2.1. Ёқилғиларга қўйиладиган талаблар

2.2. Энергетик ва технологик ёқилғилар

2.3. Саноат ёқилғиларини синфлаштириш

2.4. Қаттиқ ва суюқ ёқилғиларнинг таркиби

2.5. Газ ҳолатидаги ёқилғи таркиби

III. ЁҚИЛҒИЛАРНИ ИССИҚЛИК ЧИҚАРИШ

ҚОБИЛИЯТИ

**3.1. Ёқилғини иссиқлик ишлаб чиқариш қобилиятини
ҳисоблаш йўли билан аниқлаш**

3.2. Ёқилғини ёнишини таъминловчи кислород

IV. ЁНИШ ЖАРАЁНИНИ ҲИСОБЛАШ

4.1. Ёниш реакцияларининг тенгламалари

V. ЁҚИЛҒИ ЁНИШИДАН ҲОСИЛ БЎЛГАН ТАРКИБНИ АНИҚЛАШ.

VI. ЁНИШ ЖАРАЁНИНИНГ МАТЕРИАЛ БАЛАНСИ

VII. ЁҚИЛҒИ ЁНИШИНИ БИР БИРЛИККА КЕЛТИРИБ АНАЛИТИК ҲИСОБЛАШ

VIII. МАВЗУЛАРНИ ЎЗЛАШТИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

IX. МАВЗУ БЎЙИЧА МАСАЛА ВА МИСОЛЛАР БАЖАРИШ

X. МАВЗУГА ОИД ИЛОВАЛАР

XI. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

ШАРТЛИ БЕЛГИЛАР

$\dot{E}_a$ – ёқилғининг иссиқлик эквиваленти;

T_n – ёқилғини иссиқлик ўтказувчанлиги;

A – ёқилғи таркибидаги кул миқдори;

P – босим;

Q – ёқилғининг иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти;

W – қаттиқ ва суюқ ёқилғилардаги намлик миқдори;

RO_2 - CO_2 ва SO_2 йиғиндиси;

g – газ (ҳаводаги намлик миқдори);

K – ҳавони кислород билан бойитиш даражаси;

t – температура;

ρ – ёқилғининг зичлиги.

α – ортикча ҳаво коэффиценти;

φ – газ (ҳаво) нинг нисбий намлиги;

η – пирометрик коэффиценти

Сўз боши

Ушбу услубий қўлланма “Иссиқлик техникаси ва иссиқлик техник ускуналари” фанининг ўқув дастурига мос равишда амалий машғулотларни талабалар томонидан пухтароқ ўзлаштириши, уларда амалий кўникмалар ҳосил қилишни назарда тутди.

Қўлланмада биринчи навбатда ўзлаштирилаётган фанни бошланғич асоси бўлиб, ҳисобланувчи турли ёқилғиларни ёниш жараёнларини нафақат ҳисоблаш усуллари, балки ёқилғиларни ёниш жараёни мобайнида ҳосил бўладиган маҳсулот (ҳосила)ларини таркиби, жараёни бошқарилишни таҳлил қилиш, у тўғрисида кенгроқ фикр юритишга ундовчи жиҳатларга эътиборни кўпроқ қаратишга ҳаракат қилинган.

Амалий машғулотларда ўзлаштирилган билимлар назарий жиҳатларини мустаҳкамлаб, босқич ва диплом лойиҳаларининг иссиқлик техник қисмларини ҳисоблашда асос бўлиб хизмат қилади.

Муаллифлар ўз навбатида услубий-қўлланмани тайёрлашда “Иссиқлик газ таъминоти, вентиляция ва сервис” кафедраси доценти, техника фанлари номзоди Р.Айматовга ва “Қурилиш материаллар, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқариш” кафедраси мудири Х.Юсуповга тегишли тузатиш ва маслаҳатлари учун ўз миннатдорчиликларини билдиради.

КИРИШ

Ҳар қандай юқори ҳароратларни талаб қилувчи жараёнлар, технологиялар унда қўлланиладиган ёқилғи турларига алоҳида талабларни шакллантиради. Ёқилғилар ёниши ва ундан ажраладиган иссиқлик ҳароратларидан фойдаланиш натижасида олинадиган маҳсулот сифати ва техник иқтисодий кўрсаткичлари албатта ёқилғи сифати билан белгиланади. Шундан келиб чиқиб саноат ишлаб чиқаришда қўлланиладиган турли ёқилғиларни хосса ва кўрсаткичларини ҳар томонлама чуқур таҳлил қилиб ўрганишга эҳтиёж туғилади.

Ушбу маълумотлар ҳар қандай ёқилғини ёниш жараёнини иссиқлик-техник жиҳатдан таҳлил қилишга бирламчи маълумотлар бўлиб ҳисобланади.

Амалий машғулотларда белгиланган дастурни ўзлаштириш ёқилғини таркибини ўрганиш, уни ёниш жараёнини кечишини кузатишдан бошланади.

Ёниш жараёнини таҳлил қилишда - ёқилғи ёнишининг иссиқлик чиқариш кўрсаткичлари, талаб қилинадиган ҳаво сарфи, ҳосил бўладиган маҳсулот (ҳосила)лар миқдори ва баланс ҳисоблашларидан бошланади.

Юқорида келтирилган кўрсаткичларни ҳисоблаш усули ёниш жараёнининг иссиқлик ва материал балансларига асосланган ва аналитик-таҳлилий усул деб номланади.

Шунингдек, ёқилғини ёниш жараёнини ҳисоблашларда ортиқча ҳавонинг коэффиценти кўрсаткичи, ёқилғини ёнмай қолиш эҳтимолий қисми ва қиздирилиши талаб қилинадиган ёқилғи ва ҳавонинг ҳароратларини аниқлаш керак бўлади.

Амалиётда кўпинча иссиқлик энергиясини олишда бир неча турдаги ёқилғилардан фойдаланилади (табiiй газ, мазут, тош кўмир ва бошқалар).

Шунингдек, иссиқлик ускуналарида комбинациялашган ҳолатда бир неча тури бир вақтда фойдаланишга тўғри келиши мумкин.

Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқаришда ёқилғи ва ёниш жараёнлари муҳим ўрин тутди.

Ушбу услубий-қўлланмада ёқилғини ёниш жараёнини ҳисоблаш учун керакли маълумотлар жамланган, шунингдек турли ёқилғиларни ёқиш жараёнлари ҳисоблашга оид мисоллар келтирилган.

I. ЁҚИЛҒИ ТУРЛАРИ

Ёқилғи деб иссиқлик энергияси олиш учун фойдаланадиган ёнувчи моддаларга айтилади.

Ёниш иссиқлиги – қаттиқ, суюқ ёки газ ҳолатидаги ёқилғини нормал шароитда тўлиқ ёнишидан ажраладиган иссиқлик миқдорига – ёниш иссиқлиги деб айтилади.

Ёқилғи сифатини кул ва нам пасайтиради. Ёқилғи таркибидаги олтингугурт ёнганда захарли олтингугурт газини чиқаради. Бундан ташқари паст ҳароратли нам муҳитда олтингугурт газини олтингугурт кислотаси бўғини ҳосил қилиб иситиш ускуналарини металл қисмларини коррозиясини келтириб чиқариши мумкин.

1.1. Қаттиқ ёқилғи турлари

Ёғоч ёқилғиси – бунга ўтин, ёғоч ишлаб чиқариш корхоналарининг чиқиндилари: қиринди, пайраха, шох–шабба ва бошқалар; қишлоқ хўжалиги чиқиндилари: сомон, кунгабоқар танаси, гўзапоя ва бошқаларни киритиш мумкин.

Ёғоч ёқилғиси маҳаллий ёқилғи ҳисобланади. Ёғоч ёқилғисининг бошланғич таркиби унинг хужайрасининг кимёвий формуласи $(C_6H_{10}O_5)_x$ орқали ифодаланади, яъни 51%С^ё, 6%Н^ё, 0,7%/N^ё ва 42,3%О^ё.

Ёғоч таркибида олтингугурт йўқ, қолдиқ кўли кам бўлиб 1,5–2% ни ташкил этади. Ёғочларни намлиги юқоридир. Янги кесилган даврида 50–60%, ҳаволи–қуруқ ҳолатда 20–25% ни ташкил этади.

Ўртача қуруқ ҳолатдаги ёғочнинг ёниш иссиқлиги 12,6 МДж/кг ни ташкил этади. Ёғоч саноат ёқилғиси сифатида бизнинг мамлакатда ишлатилмайди.

Торф – ўсимликларни ҳавосиз нам шароитда чиришидан ҳосил бўладиган маҳаллий ёқилғи туридир. Ўзининг таркиби ва кўпгина хоссаларига кўра торф ёғочдан кам фарқланади.

Қўнғир кўмир пайдо бўлишига кўра энг ёш кўмирлар турига киради. Унинг ранги қўнғирдан қора ранггача ўзгариб туради, улар ялтирамайди, ғовакли тузилишга эга, катта бўлмаган механик мустаҳкамликка эга.

Қўнғир кўмир 40–50% учувчи ёнувчи моддаларга эга узун оллов тилли ёнади. Ғоваклиги юқори даражада бўлганлиги сабабли юқори намлик ва кул чиқишига эга, бу ҳолат чиқинди (балласт)чиқиши юқорилигини (50% ва ундан юқори) белгилайди.

Қўнғир кўмир ёниш иссиқлиги 9,0 дан 18,5 МДж/кг оралиғида ўзгариб туради. Қўнғир кўмир ҳам маҳаллий ёқилғи турига киради.

Тошкўмир. Тошкўмирда учувчи моддалар миқдори 9% атрофида бўлади. Пастки ишчи солиштирма ёниш иссиқлиги (23,0– 28,0) МДж/кг ни ташкил этади. Таркибида балласт миқдори унча юқори эмас ва 20% гача бўлади.

Анорацит. Анорацитларга металл ялтироқлик хос, қатламли тузилишга эга, юқори қаттиқликка эга. Уни ёниб олиши қийин кечади, ёниш даврида олов тили деярли сезилмайди. Юқори навли ёқилғи турига киради ва катта бўлмаган балласт чиқишига эга. Ташқи ҳаво муҳитига чидамли, ташиш даврида кулга айланмайди. Юқори ёниш иссиқлигига эга.

Ёнувчи сланц. Ёнувчи сланцлар олдин мавжуд бўлган сув ҳавзаларида чўкиндиларни қатламларини узоқ вақт сақланишидан пайдо бўлган. У сув ҳавзаларида яшаган микроорганизмларни мергелли оҳактошлар ва балчикларга сингишидан ҳосил бўлган маҳсулотдир. Шунинг учун ҳам уларнинг куллик даражаси юқоридир ва куруқ масса ҳисобида 65% гача этади. Олтингугуртлик даражаси юқори. Пастки солиштирма ёниш иссиқлиги юқори эмас 6,0– 10,0 МДж/кг ни ташкил этади.

Сланцни чанг ҳолатига келтириб ёқиш қулайдир. Ёниш иссиқлиги паст бўлганлиги сабабли ундан янада самаралироқ газ ҳолатидаги (сланц гази) ва суюқ ёқилғилар олиниши мақсадга мувофиқдир.

Бундан ташқари сланц кули саноатда боғловчи моддалар ишлаб чиқаришда фаол минерал қўшимча сифатида фойдаланилади.

1.2. Суюқ ёқилғи турлари

Нефть. Қимматли табиий суюқ ёқилғи ҳисобланиб турли углеводородларнинг аралашмасидан ташкил топган. У асосан қайта ишланиб, турли турдаги қимматли ёқилғи турлари – бензин, керосин, дизель ёқилғиси ва бошқа қимматли кимёвий маҳсулотлар олинади.

Мазут. Ёқилғи мазути нефтни қайта ишлангандан сўнг қолган қолдиғи ҳисобланади ва турли маркаларга эгадир. Унинг қуюшқонлигига қараб флот мазути Ф5, Ф12 ва печ 40В, 100В маркларига бўлинади.

Пастки солиштирма ёниш иссиқлиги куруқ масса ҳисобида 40В марка учун 40,74 мДж/кг, 100В маркаси учун 40,53 мДж/кг ни ташкил этади. Бундай суюқ ёқилғиларда балластлар деярли йўқ. Улар енгил ёнади ва учувчан ёнувчи моддалардан иборат

бўлганлиги сабабли узун тилли олов билан ёнади. Саноат ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади.

1.3. Газ ҳолатдаги ёқилғилар.

Табиий газ ҳолатдаги ёқилғилар. Бунга аввало халқ хўжалигида кенг қўлланиладиган табиий ёнувчи газ киради. Уни узок масофаларга трубалар ёрдамида етказиш мумкин.

Табиий газ юқори ёқилғилик хусусиятига эга: балластнинг йўғлиги, енгил ёнувчанлиги, юқори ёниш иссиқлиги.

Табиий газ таркибида метан газининг миқдори юқори бўлиб, баъзи ҳолларда 98–99% гача етади.

Унинг ҳажмий ёниш иссиқлиги 31–36 мДж/м³ ни ташкил этади.

Сунъий газ ҳолатидаги ёқилғилар. Бундай ёқилғилар табиий қаттиқ турдаги ёқилғиларни махсус кимёвий йўл билан қайта ишлаш орқали олинади. Бу турдаги газларда генератор газлари киради.

Бундан ташқари баъзи ишлаб чиқариш чикитлари сифатида олинадиган сунъий газлар ҳам мавжуд.

Рудадан чўян олишда домен печларида ҳосил бўладиган домен газ; тошкўмирларни кокслашда ҳосил бўладиган кокс газлари, нефтни қайта ишлаш даврида ҳосил бўладиган нефт газлари киради.

Чангли ёқилғилар. Қаттиқ ёқилғиларни иссиқлик самарадорлигини ошириш ва ёниш жараёнини автоматлаштириш мақсадида махсус ускуналарда кукунлаб чангли ёқилғилар олинади.

Бундай ёқилғиларни олиш кўп ҳолларда иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқдир. Чангли ёқилғилар кўпгина катта корхоналарда, кўп миқдорда ёқилғи талаб қилинадиган электростанциялар ёки цемент заводларида ишлатилади.

Шартли ёқилғи – бу таққослаш учун қўлланиладиган органик ёқилғининг ҳисобга олиш бирлигидир. Шартли ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги – 29,3 мДж/кг га тенг.

II. ЁҚИЛҒИЛАРНИНГ УМУМИЙ ХОССАЛАРИ

2.1. Ёқилғиларга қўйиладиган талаблар.

Ёқилғи деб иссиқлик энергияси олиш учун фойдаланиладиган ёнувчи моддаларга айтилади.

Хилма-хил ёқилғи турларига қўйиладиган талаблар ичидан умумий бўлганлари қўйидагилардир:

- маълум бир оғирликдаги ёки ҳажмдаги ёқилғи ёнганида ундан катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқиши керак;
- ёниш жараёнида ёқилғи ўзидан табиат ва инсон учун зарарли бўлган газларни чиқармаслиги лозим;
- ёқилғи олиш технологияси имкон борича осон ва нархи арзон бўлиши керак;
- ёқилғи узоқ вақт сақланганда ўзининг тегишли хоссаларини йўқотмаслиги лозим.

Ушбу юқоридаги талабларга жавоб берадиган ёқилғи моддалари у ёки бу даражада саноат ёқилғи тури бўлиши мумкин, чунки барча ёнувчи моддалар ҳам саноат ёқилғиси бўла олмайди (масалан, қимматлиги сабабли спирт, бензол, ацетон ва шунга ўхшаш моддаларни саноат ёқилғиси сифатида фойдаланиш мақсадга мувофиқ эмас).

Шунингдек, олтингугурт ва унинг бирикмалари ёнганда ҳам инсон соғлигига зарар етказиши, ҳамда иссиқлик ускуналарининг металл қисмларини емиришини инобатга олиб, саноат ёқилғиси сифатида қаралмайди.

2.2. Энергетик ва технологик ёқилғилар.

Саноат ёқилғиларини фойдаланиш мақсадига кўра шартли равишда энергетик ва технологик ёқилғи турларига ажратиш мумкин.

Электр энергияси олиш учун фойдаланиладиган ёқилғи энергетик ёқилғи дейилади.

Технологик ёқилғи, деб заводларнинг саноат печлари, қуриштиш, буғлаш ва бошқа ускуналарда ёқилғини ёқиш ҳисобига ишлаб чиқариш технологик жараёнларида (масалан, оҳак, цемент куйдириш, ғиштни қуриштиш, пишириш, ойна пишириш ва х.к) фойдаланиладиган ёқилғиларга айтилади.

Технологик ёқилғини танлаш ишлаб чиқариш технологиясининг хусусиятларига, энг асосийси иссиқлик ускуналарининг тузилиши ва ишлаш принципларига боғлиқдир.

2.3. Саноат ёқилғиларини синфлаштириш

Ёқилғилар физик ҳолатига кўра қаттиқ, суюқ ва газ кўринишида бўлади. Келиб чиқишига кўра ёқилғилар табиий ва сунъий турларига ажратилади.

Саноат ёқилғиларининг асосий турлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Саноат ёқилғиларини синфлаштириш.

Ёқилғини келиб чиқишига кўра	Ёқилғини физик ҳолатига кўра		
	Қаттиқ	Суюқ	Газ ҳолати
Табиий	ўтин; торф; кўнғир кўмир; тош кўмир; антрацит; ёнивчи сланцлар.	нефть	табиий газ
Сунъий	ёғоч кўмири; кокс; ёқилғи брикетлари; чангли ёқилғи.	мазут	кокс гази Домен гази Нефть гази Генератор гази: а) ҳаволи; б) буғ ҳаволи; в) сувли

2.4. Қаттиқ ва суюқ ёқилғиларнинг таркиби

Ёқилғи ёнувчи ва ёнувчи бўлмаган қисмлардан иборатдир. Ёнувчи қисмига углерод – С, водород – Н, олтингургут – S ва шартли равишда кислород – О, азот – N ва элементлари киради. Лекин ёқилғи таркибига кирувчи кислород ва азот ёнмайди, уларни ёнувчи массаси таркибига киритилиши шартлидир.

Ёқилғи таркибидаги энг муҳим ва қимматли ташкил қилувчилари бу углерод ва водородлардир.

Углерод – С тўлиқ ёнганда 1 кг массаси 33,65 МДж иссиқлик ажратиб чиқаради.

Водород – Н тўлиқ ёнганда сув ҳосил қилади, шунинг учун энг тозза экологик ёқилғи ҳисобланади. Унинг 1 кг массаси тўлиқ ёнганда тахминан 141, 5 МДж иссиқлик ажралади. Ёқилғини ёнувчи қисмини шартли равишда **ёнувчи масса** деб аташ қабул қилинган

Ёқилғини ёнмайдиган қисми **балласт** деб номланиб, у намлик – W ва A – кулдан ташкил топган.

Ёқилғининг органик масса қисмини – С, Н, О ва N кимёвий элементлари ташкил этади.

Саноат ёқиш печлари ва ускуналарида ёқиш учун келтирилган табиий ўзгаришсиз ҳолдаги ёқилғи – **ишчи ёқилғи** деб номланади. Ёқилғилар таркибида намлик миқдори катта оралиқларда ўзгаришини эътиборга олиб, ёқилғи таркибини кўпинча унинг қуруқ массаси билан тавсифланади.

Барча иссиқлик техник ҳисоблашларда ёқилғини ишчи таркиби асос қилиб олинади. Ёқилғи таркибида бўлган у ёки бу элементларни таркибни белгилаш учун қуйидаги индекслардан фойдаланилади – о, ё, қ ва иш.

Ёқилғилар таркиби хоссалари тўғрисида тушунчалар 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Ёқилғилар таркиби хоссалари жадвали

Индекслар	Ёқилғини таркибий қисмлари			
	C H O N	S	A	W
о	Органик массалар			
ё	Шартли ёнувчи масса			
қ	Қуруқ ёқилғи			
иш	Ишчи ёқилғи			

Ишчи ёқилғи таркибидаги органик масса ва балласт миқдорлари маълум бўлган тақдирда, ишчи ёқилғи таркибини фойизларда ҳисоблаш учун қуйидаги формулалардан фойдаланиш мумкин:

$$C^{\text{иш}} = C^0 \frac{100-B}{100}, \quad (1)$$

$$H^{\text{иш}} = H^0 \frac{100-B}{100}, \quad (2)$$

$$O^{\text{иш}} = O^0 \frac{100-B}{100}, \quad (3)$$

$$N^{\text{иш}} = N^0 \frac{100-B}{100}, \quad (4)$$

Бу ерда балласт $B = \%A^{\text{иш}} + \%W^{\text{иш}}$ дан иборат

2.5. Газ ҳолатидаги ёқилғи таркиби.

Газ ҳолатидаги ёқилғи ҳам турли ёнувчи ва ёнмас газлар аралашмасидан иборат бўлади. Унинг таркибига қўйидаги газлар кириши мумкин:

а) ёнувчи CO - углерод оксиди, H_2 - водород, CH_4 - метан, C_2H_4 - этилен, C_4H_{10} - бутан, H_2S - олтингугуртли водород ва бошқалар;

б) ёнмас газлар N_2 - азот ва CO_2 - нордон углеродли газ.

Қаттиқ ва суюқ ёқилғилардан фарқли равишда газ ҳолатидаги ёқилғиларнинг таркиби оғирликда эмас, балки ҳажм ғойизлари кўринишида белгиланади.

Газ ҳолатидаги ёқилғилар ўз таркибидаги маълум миқдор ҳаво буғлари ва смолалар борлиги билан ҳарактерланади ва улар 1 м^3 куруқ газга нисбатан граммларда белгиланади.

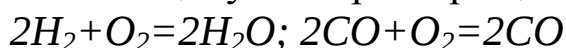
Нам газлардаги кўрсаткичлар катта оралиқларда ўзгариб туриши мумкинлиги инобатга олиниб, доимий характеристикаларга эга бўлган куруқ газ кўп ҳолларда ҳисоблашлар учун асос қилиб олинади.

III. Ёқилғини иссиқлик чиқариш қобилияти.

Ёқилғини ёниши жуда ҳам мураккат физик–кимёвий жараён ҳисобланади. ёқилғи элементларини ҳаво таркибидаги кислород билан оксидланиши, газ ҳолатидаги ёнишидан ҳосил бўлган маҳсулот (ҳосила)лар, иссиқлик ва ёруғликни ажралиши шулар жумласига киради.

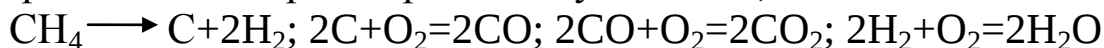
Ёниш олдидан ёқилғини мураккаб ташкил қилувчиларни оддийроқ, соддароқ бўлган молекуляр ва атомлар тузилишга эга моддларга термик ажралиши кузатилади.

Олдиндан термик ажралишларга эҳтиёжи бўлмаган, оддий газ ҳолатидаги қуйидаги ташкил қилувчилари бор ёқилғидир:



Бу ерда ёқилғини ташкил қилувчилари H_2 ва CO , оксидловчи O_2 .

Ҳатто оддий таркибга эга углеводородларни ёниши, масалан табиий газнинг асосий ташкил қилувчиси CH_4 метан ёнишдан олдин уларни элементларга ажралиши кузатилади, яъни



Ёқилғи таркиби қанча мураккаб бўлса, у шунча қийин ёнади. Шунинг учун қаттиқ ва суюқ ёқилғиларни тез ва тўлиқ ёниши учун ёниш олди тайёргарлик босқичини тўғри танлаш керак.

Намликка эга қаттиқ ёқилғини биринчи босқичда қуритиш, сўнгра учадиган моддаларга ва коксга ажралиши кузатилади.

Суюқ ёқилғини термик ажралиш жараёни олдин буғланиш ҳолатига ўтиш ва сўнгра оддийроқ кўринишларга ажралиши билан амалга ошади.

Ёнишлар реакциясининг иссиқлик самарадорлиги уларнинг тезлиги билан белгиланади, қанча реакция тезлиги юқори бўлса, шунча ёниш ҳарорати юқори бўлади.

Ёқилғини иссиқлик чиқариш қобилияти деб, маълум бир ўлчамдаги оғирлик ёки ҳажмдаги ёқилғи тўлиқ ёнишидан ҳосил бўладиган **иссиқлик миқдори**га айтилади.

Қаттиқ ва суюқ ёқилғиларни ёнишидан ҳосил бўлган иссиқлик чиқариш қобилияти 1 кг, газ ҳолатдаги ёқилғиники эса – 1 м³ ўлчамлар келтириб аниқланади.

Кўпгина эски адабиётларда қаттиқ ва суюқ ёқилғиларни иссиқлик чиқариш қобилияти *ккал/кг*, газ ҳолатидаги ёқилғиларда *ккал/м³* ўлчов бирликларида келтирилган.

Ҳозирги СИ халқаро тизимдаги ўлчов бирлигида эса “иссиқлик чиқариш қобилияти” – Q ҳарфи билан белгиланиб *Дж (Джоуль)* да ўлчанади, яъни

$$1 \text{ ккал/кг} = 4200 \text{ Дж/кг}; \text{ ёки } 4,2 \text{ кДж/кг}$$

Турли ёқилғиларнинг иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти турлича бўлиб, одатда 8400 Дж ёки 8,4 кДж дан 42000 Дж ёки 42 кДж гача ораликда бўлади. Масалан, ёнувчи сланцни иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти 8,4 кДж атрофида, қуруқ ўтинники – 12,6 кДж гача, тош кўмирники 21 кДж дан 29,4 кДж гача, нефтники эса 42 кДж гача боради.

Бундан ташқари ёқилғи таркибидаги мавжуд намлик ҳам ушбу кўрсаткичларга катта таъсир этади, масалан ўтиндаги намлик миқдори 45 % бўлганда унинг иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти кўрсаткичи 8200 Дж атрофида бўлса, ушбу намликни 25 % гача туширилганда кўрсаткич 12600 Дж гача ортади.

Ёқилғини иссиқлик ишлаб чиқариш қобилиятини органик, ёнувчан, ёки ишчи ёқилғи массасига келтирилган ҳолда берилиши мумкин, у ҳолда Q – ҳарфига тегишли индекслар: о, ё, қ ёки иш (1-жадвал) қўйилади.

Масалан: Q^ё – ёқилғини шартли ёнувчи массасининг иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти, Q^{иш} – ёқилғини ишчи ёқилғисининг иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти ва ҳ.к

Ёқилғи таркибидаги 1 кг намликни буғлатиш учун 2500 кДж иссиқлик сарфланишини эътиборга олсак, ёқилғини иссиқлик ишлаб чиқариш қобилиятини $Q_{ю}$ – юқори ва $Q_{п}$ – пастки чегараларини қуйидаги боғлиқ орқали келтириш мумкин:

$$Q_{п} = Q_{ю} - 2500 \cdot W, \text{ кДж/кг (кДж/нм}^3\text{)}$$

$$W = \frac{9H^{иш} + W^{иш}}{100} \text{ кг/кг}$$

Уларни ўз ўрнига қўйсак,

$$Q_{п} = Q_{ю} - 2500 \frac{9H^{иш} + W^{иш}}{100}, \text{ кДж/кг}$$

ёки

$$Q_{п} = Q_{ю} - 25(9 H^{иш} + W^{иш}), \text{ кДж/кг (5)}$$

Иссиқликни техник ҳисоблашларда одатда $Q_{п}$ – пастки чегаравий кўрсаткич бўйича ҳисобланади, қайсики одатий шароитларда ёқилғини ёндиришда унинг таркибидаги намлик печлардан сув буғи сифатида чиқиб кетади.

Ёқилғини иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти унинг кимёвий таркиби асосида ёки тажрибавий йўл билан 1 кг ёки 1 м³ ёқилғидан ажралиб чиққан иссиқликни ўлчаш орқали амалга ошириш мумкин.

3.1. Ёқилғини иссиқлик ишлаб чиқариш қобилиятини ҳисоблаш йўли билан аниқлаш.

Ёқилғини иссиқлик ишлаб чиқариш қобилиятини унинг кимёвий таркибига асосан ҳисоблашни қуйидаги формула ёрдамида амалга оширилади:

$$Q = \frac{q_c C + q_H H + q_s S}{100}, \quad (6)$$

бу ерда Q – ёқилғини иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти, кДж/кг;

$q_c + q_H + q_s$ – 1кг углерод, водород ва олтингугурт элементлари оксидларини ёниш иссиқлиги, кДж да;

C, H, S – ёқилғи таркибидаги углерод, водород ва олтингугуртларни фоиздаги миқдорлари.

Кўп ҳолларда амалиётда қаттиқ ва суяқ ёқилғини иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти Д.И.Менделеевнинг қуйидаги формуласи орқали аниқланади:

а) иссиқликнинг юқори чегараси учун

$$Q_{ю} = 81 C + 300H - 26(O-S), \text{ ккал/кг}$$

ёки

$$Q_{ю} = 339 C + 1256H - 108,9(O-S), \text{ кДж/кг}$$

б) иссиқлик пастки чегараси

$$Q_{п} = 81 C + 300H - 26(O-S) - 6(9H + W), \text{ ккал/кг}$$

ёки СИ системаси

$$Q_n = 339 C + 1256H - 108,9(0-S) - 25(9H + W), \text{ кДж/кг}$$

Соддалаштиришдан сўнг формула қўйидаги кўринишни олади:

$$Q_n = 339 C + 1030H - 108,9(0-S) - 25 W, \text{ кДж/кг} \quad (7)$$

Турли ёқилғиларни самарадорлигини ўзаро таққослаш ва 1 кг материалга термик ишлов беришга сарф бўладиган солиштирма ёқилғи миқдорини аниқлаш учун шартли ёқилғи ўлчовидан фойдаланилади.

Шартли ёқилғини ёниш иссиқлиги кўрсаткичи 29300 кДж/кг қилиб қабул қилинган.

Ҳар қандай ёқилғини ўзаро самарадорлигини таққослаш ва шартли ёқилғи ўлчов бирлигига ўтказиш иссиқлик эквивалентини аниқлаш орқали амалга оширилади ва қўйидаги формула кўринишида ифодаланади:

$$\mathcal{E}_{\text{ис}} = \frac{Q_{\text{п}}^{\text{иш}}}{29300}, \quad (8)$$

3.2. Ёқилғи ёнишини таъминловчи кислород

Ёқилғини ёниш жараёнини таъминлаш учун оксидловчи сифатида кислород қўлланилади.

Одатда кислород ёқилғи таркибига атмосферадаги ҳаво билан кириб келади.

Техник ҳисоблашларда куруқ ҳавонинг ҳажми: 21% кислород ва 79 % азот кўринишида қабул қилинади. Оғирлиги бўйича ҳавонинг 23% кислород, 77% ни азот ташкил этади. Агар мавжуд ҳавони кислород билан қўшимча бойитилса у коэффициент билан баҳоланади ва қўйидагича ифодаланади

$$K = \frac{\%N_2}{\%O_2}; \quad (9)$$

Атмосферадаги ҳавода бир ҳажмий кислород бирлиги учун $K = \frac{\%N_2}{\%O_2} = \frac{79}{21} = 3,762$ ҳажмдаги азот бирлиги тўғри келади.

K – қийматнинг атмосферадаги ҳаво таркибидаги кислород концентрациясининг ўзгаришига (ҳажмий фойизларда) боғлиқ.

3-жадвал

Белгиланиши	Ҳавони кислород билан бойитилганда азот ва K – коэффициент ўзгариши					
O	21	30	40	50	75	100
N	79	70	60	50	25	0,0
K – коэф.	3,762	2,333	1,500	1,000	0.333	0,000

K – коэффициентҳои кислород билан бойитилган ҳавони пуракш ҳисоблашларда фойдаланилади.

Ҳақиқатда эса ёқилғини ёқиш жараёнларида қатнашадиган ҳаво намликга эгадир ва бу ҳолатни ҳам инобатга олиш лозимдир.

Ҳаво ёки бошқа газларда намликни миқдорини қуйидаги кўрсаткичлардан бири билан баҳолаш қабул қилинган: **абсолют** ёки **нисбий** намлик.

Абсолют намлик бир куб метр ҳажмдаги ҳаво таркибида сув буғларининг массаси миқдорига мос келади ва $г/м^3$ ўлчанади.

Абсолют намлик кўрсаткичи нам ҳавони қуруқ ҳавога нисбатан қуйидаги боғлиқлик билан аниқланади:

$$g_{H_2O}^{H\cdot X} = g_{H_2O}^{H\cdot X} \cdot 1 + \left(\frac{1}{804}\right), \text{ г/м}^3 \text{ нам газ} \quad (10)$$

$$g_{H_2O}^{H\cdot X} = g_{H_2O}^{H\cdot X} \cdot 1 - \left(\frac{1}{804}\right), \text{ г/м}^3 \text{ қуруқ газ} \quad (11)$$

бу ерда – 804 қиймати $1 м^3$ сув буғининг зичлигини билдиради ва $г/м^3$ ўлчанади.

Нисбий намлик (туйинганлик даражаси) – $1 м^3$ намли ҳаво (газ) таркибидаги сув буғи массасини, максимал даражада тўйинган ушбу ҳажм ва ҳароратдаги ҳаво (газ) нисбатига айтилади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\varphi = \frac{g_{H_2O}^{H\cdot X}}{g_{H_2O}^{H\cdot X} \text{ тўйинган}} \cdot 100, \text{ г/м}^3 \quad (12)$$

Ҳар қандай ёқилғини ёниш жараёнида унинг ёниши учун керакли бўлган ҳаво ҳажми ёқилғининг кимёвий таркибидан келиб чиқиб аниқланади.

Бунда *назарий* ва *амалий* ҳаво сарфлари фарқланади.

Ёниш жараёни учун керакли миқдордаги ҳаво сарфи миқдори - **(L)** ёниш реакциялари тенгламалари асосида аниқланади.

Ҳавонинг назарий сарфи – бу қаттиқ, суюқ ёки газ кўринишидаги ёқилғиларни тегишли ўлчамларда ($м^3$, кг, тн) ёниш реакцияларини стехиометрик нисбатлар (ёнувчи компонентлар ва реакция маҳсулоти)га қатъий амал қилинишидир.

Бу катталиқ - L_H , $м^3/\text{бир бирлик ёқилғи билан белгиланади}$.

Ҳавонинг амалий сарфи – ёқилғини тўлиқ ёниши (оксидланиши) учун ҳақиқий фаолият даврида керакли бўлган ҳавонинг миқдоридир. Ҳавонинг амалий сарфи миқдори доимо ҳавонинг назарий сарфи миқдоридан кўп бўлади ва ҳавонинг амалий сарфи қуйидагича белгиланади – L_a , $м^3/\text{бир бирлик ёқилғи}$.

Ортиқча ҳаво коэффиценти қўйидагича аниқланади:

$$\mathcal{L} = \frac{L_a}{L_n}; \quad (13)$$

Қисқа олов тилли ёқувчи мослама (горелка)ларда $\mathcal{L} = 1,05 \dots 1,10$, узун олов тили ёқувчи мосламаларда $\mathcal{L} = 1,10 \dots 1,20$ атрофида бўлади.

Ҳар қандай ёқилғини тўлиқ ёниши учун зарур бўлган ҳаво миқдори коэффиценти $\mathcal{L} - 1,0$ дан катта бўлиши лозим, яъни ҳаво сарфи назарий ҳисоблашлардан катта бўлади.

Ҳаво етишмасдан ёнган ёқилғининг иссиқлик тафти кўрсаткичи паст бўлиши билан бирга инсон соғлиги учун хавфли ис газы СО чиқаради.

IV. Ёниш жараёнини ҳисоблаш.

Ёқилғини ёнишини ҳисоблашни мақсади – бу ёқилғини ёниши учун керакли бўлган ҳаво миқдорини аниқлаш, ҳосил бўлган ёниш маҳсулотлари таркиб ва миқдорларини ва уларнинг ҳароратини аниқлашдан иборатдир.

Ёнишни ҳисоблаш ёқилғини ишчи массаси қаттиқ ва суюқ ёқилғилар учун 1 кг, газ ҳолатидагилар учун 1 м³ кўринишида аниқлаш қабул қилинган.

Баъзи ҳолларда ҳисоблашларни 100 кг ёки 100 м³ ёқилғи учун амалга оширилади.

Ёқилғини ёниш жараёнининг ҳисоби асосан қуйидагилардан иборат бўлади:

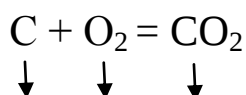
- а) ёқилғини ёниши учун керакли бўлган ҳаво сарфи;
- б) ёқилғини ёнишидан ҳосил бўлган газ ҳолатидаги ҳосилалар (ис газлари) нинг таркиби;
- в) ёқилғини ёниш жараёнида ҳосил бўладиган ҳароратлар миқдори.

3.1. Ёниш реакциялари тенгламалари.

Ёқилғини алоҳида элементлари (ташқил этувчилари)ни ёниш жараёнида кимёвий тенгламалар (реакциялар) кўринишида келтириш мумкин.

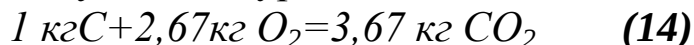
Моддаларнинг атом ва молекуляр оғирлигини билган ҳолда ёниш жараёни учун керакли бўлган кислород ва ҳавони, шунингдек ёнишдан ҳосил бўладиган маҳсулотларни қуйидаги реакция тенгламаларидан фойдаланиб аниқлаш мумкин:

Углерод – С учун



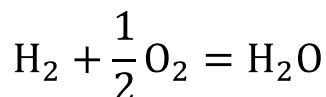
$$\frac{12\text{кг}}{12} + \frac{32\text{ кг}}{12} = \frac{44\text{ кг}}{12}$$

1 кг углерод нисбати 12 га бўлиниб соддалаштирилса, ушбу реакция тенгламаси қуйидаги кўринишни олади:

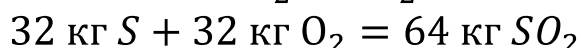
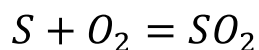


Худи шунингдек, ёқилғи таркибидаги қолган ташкил этувчилар ҳам ҳисоблаб чиқилади.

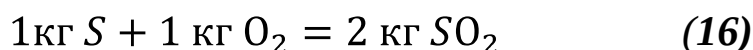
- Водород – Н учун



- Олтингугурт S – учун



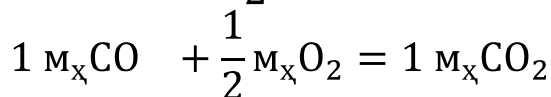
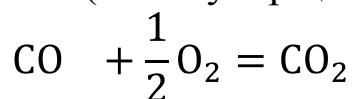
бундан



Ёниш жараёнида қатнашувчи моддалар қаттиқ ва суюқ кўринишда бўлса – миқдори килограммда (кг), газ ҳолатидаги ёқилғилар учун - метр куб (м^3)да ифода этилади.

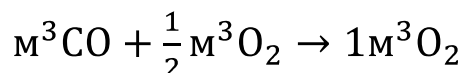
Ҳажмий бирликлардаги ёниш жараёнини ҳисоблашлари Авогадро қонунига асосланади, қайсики унда ҳар қандай газ ҳолатидаги модданинг бир килограмм молекуласи ҳамيشа м^3 ҳажмини эгаллайди.

СО ни ёниш тенгламаси (молекуляр ҳажмда):



бу ерда индекс м_x - моляр ҳажмни билдиради.

ёки



Юқоридаги формулалардан фойдаланиб, ёниш учун керакли бўлган ҳаво миқдорини аниқлаш учун қуйидаги формулани келтириш мумкин:

$$L_{\text{H}} = \frac{2,67\text{C} + 8\text{H} + \text{S} - \text{O}}{0,23 \cdot 100}; \quad (17)$$

бу ерда C, H, S ва O – ёқилғи таркибидаги элементларнинг фойиздаги кўрсаткичлари.

C, H ва S олдидаги коэффициентлар ушбу 1 кг элементларни ёқиш учун керакли бўлган кислород миқдори нисбатлардир.

Кимёвий реакциялар ёрдамида топилган ҳаво миқдори – L_0 ҳавонинг назарий миқдори дейилади. Нормал шароитда ҳавонинг ҳажмий оғирлигини $1,293 \text{ кг/м}^3$ эканлиги ҳисобга олинса ҳавонинг назарий миқдорини ҳажмий бирликда келтириш мумкин:

$$V_H = \frac{2,67C + 8H + S - O}{0,23 \cdot 100 \cdot 1,293}, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (18)$$

(17) ва (18) формулаларда арифметик соддалаштиришлар амалга оширилса улар қуйидаги кўринишларни олади:

$$L_H = 0,115C + 0,345H + 0,043 S - O \text{ м}^3/\text{кг} \quad (19)$$

$$V_H = 0,089C + 0,267H + 0,033 S - O \text{ м}^3/\text{кг} \quad (20)$$

V. Ёқилғини ёнишидан ҳосил бўладиган таркибни аниқлаш.

Ёқилғини тўлиқ ёнишидан ҳосил бўладиган маҳсулот (ҳосила) лар таркибга қўйидаги газлар: CO_2 ; H_2O ; SO_2 ; N_2 ва O_2 лар киради.

Баъзи ҳолларда ёниш жараёнида ҳаво етишмаса ва тўлиқ бўлмаган ёниш жараёни юзага келса у ҳолда қўшимча CO буғувчи ис гази ҳам ҳосил бўлади. Ёқилғи таркибини билган ҳолда ва ёниш жараёни учун керакли ҳаво миқдори ҳисоблаб олинса ёнишдан ҳосил бўлган маҳсулот таркибини ҳисоблаб чиқиш мумкин (4-жадвал. Масалан: тошкўмирни ёниш жараёнидан ҳосил бўлган маҳсулотларни кўрсаткичлари кўрсатилган).

Ёнишдан ҳосил бўлган газ маҳсулотларининг кўрсаткичлари

4-жадвал

Т/р	Таркибий қисмлари	Массаси фойизлар да	Ёнишдан ҳосил бўлган газ маҳсулотлар									
			CO ₂		H ₂ O		SO ₂		N ₂		O ₂	
			кг	м ³	кг	м ³	кг	м ³	Кг	м ³	кг	м ³
1	C ^{иш}	74,1	272	138,07	-	-	-	-	-	-	-	-
2	H ^{иш}	5,2	-	-	36	49,63	-	-	-	-	-	-
3	O ^{иш}	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	N ^{иш}	2,1	-	-	-	-	-	-	2,1	1,7	-	-
5	S ^{иш}	3,1	-	-	-	-	6,2	2,17	-	-	-	-
6	W ^{иш}	3,7	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-
7	A ^{иш}	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Йиғинди		100	272	138,07	39,7	49,63	6,2	2,17	2,1	1,7	-	-
Ҳаво												
а)	Кислород – O ₂	23,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50,6	35,38
б)	Азот – N ₂	77,0	-	-	-	-	-	-	1026,4	813,1		
	Жами:		272	138,07	39,7	49,63	6,2	2,17	1028,5	814,8	50,6	35,38

VI. Ёниш жараёнининг материал баланси.

Ёқилғи ёнишдан ҳосил бўлган маҳсулот (газлар) таркибини аниқлагандан сўнг қилинган ҳисоблашларни тўғрилигини текшириш лозим.

Моддалар массаларини сақланиш қонунига биноан ёниш реакциясигача бўлган ёқилғи ва ҳаво миқдорларига ёқилғи ёниб бўлгандан сўнг ҳосил бўлган маҳсулотлар (ҳоссилалар)и йиғиндисига тенг бўлиши лозим.

Бунда ёқилғи ва ҳаволарнинг оғирлигини йиғиндиси ҳосил бўлган газ ҳолатидаги маҳсулотлар ва куллар йиғиндисига тенг бўлиши бўлади:

$$G_{ёқ} + G_{х} = G_{газ} (CO_2 + H_2O + SO_2 + N_2 + O) + A \quad (21)$$

Тенгламанинг чап томонига ёқиш учун сарфланган ёқилғи ва ҳавонинг оғирлик миқдорлари, ўнг томонда ёнишдан сўнг ҳосил бўлган газ ҳолатидаги маҳсулот ва кул миқдорлари келтирилади.

Материал баланслар нафақат ёниш жараёнлари учун тузилади, балки бошқа иссиқлик-техник жараёнлар, масалан қуритиш жараёнлари, газогенераторларда ёқилғини газга айлантириш ва ҳ.к жараёнларда амалга оширилади.

Иссиқлик балансларини тузиш учун материал баланслари асос бўлиб хизмат қилади.

100 кг тош кўмирни ёниши жараёнига тузилган материал баланс.

5-жадвал

Кириш			Чиқим (сарф)		
Кириш қилинган ташкил этувчиларни номланиши	Миқдори		Чиқим (сарф) қилинган ташкил этувчиларни номланиши	Миқдори	
	Кг	%		Кг	%
тош кўмир ёқилғиси	100,0	7	Ёнишдан ҳосил бўлган ис газлари (CO_2 ; H_2O ; SO_2 ; N_2)	1412,6	92,6
Ёниш учун сарф бўлган ҳаво	1320	93	Ёқилғи кули А	7,4	7,4
Жами кириш	1420	100	Жами чиқим (сарф)	1420	100

5-жадвалдаги кўрсаткичлар ўзаро таққосланганда баланс берди ва бу ҳисоблашлар тўғрилигини кўрсатди.

VI. Ёқилғи ёнишини бир бирлик учун аналитик ҳисоблаш.

Ёқилғи ёнишнинг ҳисоблари - ёниш ҳароратини, ёнишдан ҳосил бўлган маҳсулот (ҳосила)ларни миқдори, таркибини ва ёниш учун сарф бўладиган талаб қилинадиган ҳаво миқдорларини аниқлаш учун керакдир.

Ҳисобларда қўйидаги нисбат ва катталиклардан фойдаланилади:

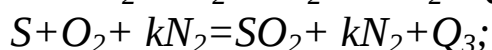
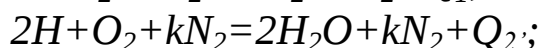
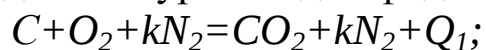
- кислород билан бойитилмаган нормал ҳавода азотни кислородга нисбатан ҳажмий нисбати $K=3,76$ га тенгдир;
- кимёвий элементларнинг молекуляр массасларидан фойдаланилади (H_2 – водород учун 2 га тенг, N_2 - азот учун 28 га, O_2 – кислород ва S-олтингугурт учун – 32 га тенг бўлади);
- ҳаво ҳажми ва ёниш маҳсулоти (ҳосила)лари учун нормал шароит кўрсаткичлари (ҳарорат 0^0C , босим 101,3 кПа) дан фойдаланилади.

Суюқ ёқилғи таркибини қараб чиқамиз:

$$C^{III} + H^{III} + O^{III} + N^{III} + S^{III} + A^{III} + W^{III} = 100\% \quad (22)$$

Ёқилғини ёнувчи қисмини - углерод, водород ва олтингугурт ташкил этади.

Қуруқ ҳаводан фойдаланилганда тўлиқ ёниш реакциясини қўйидагича кўринишда ифодалаш мумкин:



Демак, ёқилғини ёниш жараёнида 1 моль углерод ва олтингугурт учун 1 молдан кислород сарф бўлар экан, шунингдек 2 моль водородни ёниши учун яна 1 моль кислород талаб қилинади.

Эслатма: Моль – бу углерод C изотопининг 0,012 кг да қанча атом бўлса, таркибида шунча структура бирликлар (молекула, атом, ион, электрон ёки бошқалар) бўлган модда миқдоридир ва n – билан белгиланади, ўлчов бирлиши - **моль деб ёзилади**.

Моляр масса – модда массасининг модда миқдори нисбатига тенг катталиқдир. Унинг ўлчами кг/моль ёки г/моль, одатда М ҳарфи билан белгиланади.

$$M = \frac{m}{n}; \text{ кг/моль} \quad (23)$$

Азот elementi ёқилғи ёниш жараёнида ҳосил бўладиган маҳсулот (ҳосила)ларнинг таркибига ўтади. Ҳар бир моль кислород

билан печ ичига К- моль азот кириб боради. Шунинг учун ҳар бир моль - С – углерод ёнганида бир моль – CO_2 (нордон углеродли газ) ва 3,76 моль азот ҳосил бўлади.

Углеродни ёниши жараёнида маълум таркибга эга маҳсулот (ҳосила)лари билан бирга маълум бир миқдорда иссиқлик миқдори – Q_{t2} ажралиб чиқади.

Юқорида қайд қилганимиздек, 1 моль углеродни ёниши учун ҳажми - $22,4 \text{ м}^3$ га тенг бўлган 1 моль кислород сарфланади.

Агар 1 кг углерод ёниши учун қанча кислород сарф бўлиши кераклигини аниқлаш лозим бўлса, у ҳолда 1 моль кислородни углероднинг 12 га тенг молекуляр массасига бўлинади. Бундан келиб чиқилса, 1 кг углерод учун $22,4/12=1,867 \text{ м}^3/\text{кг}$ кислород сарф бўлади.

Бинобарин, нормаль шароитда 1 моль исталган газ $22,4 \text{ л}$ га тенг ҳажмни эгаллашини назарда тутсак

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль} = 22,4 \text{ м}^3/\text{кг моль}$$

ва

$$V_m = \frac{V}{n} \quad (24)$$

Бу ерда V - модда ҳажми, n - шу модда миқдори эканлигини инобатга олсак,

1 кг водородни ёниши учун $22,4 / (2 \times 2) = 5,5 \text{ м}^3$ кислород сарф бўлади

1 кг олтингугуртни ёниши учун $\frac{22,4}{32} = 0,7 \text{ м}^3$ кислород керак бўлади.

Юқорида 1 кг углерод, водород ва олтингугурт учун керакли бўлган кислород миқдорлари келтирилди.

Ёқилғини ёқиш учун кислород ҳаво билан берилади. Аммо, ёқилғи таркибида ҳам маълум миқдорда эркин кислород мавжуд бўлиб, уни миқдорини ҳам инобатга олиш керак. Унинг миқдорини қўйидагича аниқлаймиз, агар 32 кг кислород мавжуд десак, у ҳолда у $22,4 \text{ м}^3$ ҳажмга тўғри келарди, кислород массасини $O_{\text{иш}}$ белгилаб пропорция тузамиз:

$$\begin{aligned} & \frac{32 - 22,4}{O_{\text{иш}} - X} \\ \text{бунда } V_{O_2} &= \frac{22,4}{32 O_2} = 0,7 O_{\text{иш}}, (\text{м}^3) \end{aligned}$$

Ёқилғи таркибидаги кислородни мавжудлиги ҳаво таркибидаги бўлган кислородни миқдорини камайтиради, яъни камроқ ҳаво талаб қилинади. Ҳар қандай ёқилғи – бу ёнувчи элементларнинг аралашмасидан иборатдир, шунинг учун кислородни умумий сарфи

унинг алоҳида элементлар сарфи учун талаб қилинадиган кислород йиғиндисига тенгдир.

1 кг мазутни тўлиқ ёниши учун ёқилғи таркибидаги кислородни ҳисобга олган ҳолда умумий кислород сарфини аниқлаймиз:

$$V_{O_2} = 0,01(1,867C^{III} + 5,6H^{III} + 0,7S^{III} - 0,7O^{III}), m^3/kg$$

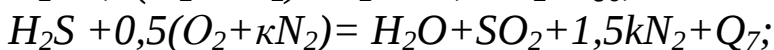
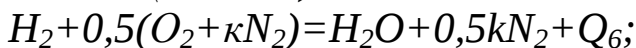
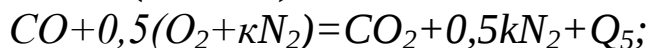
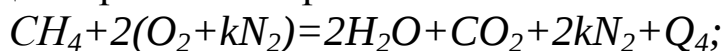
Назарий томонидан 1 кг ёқилғини тўлиқ ёниши учун ҳаво сарфини қўйидаги формула билан аниқланади:

$$L_0 = (1+K)V_{O_2}, m^3/kg \quad (25)$$

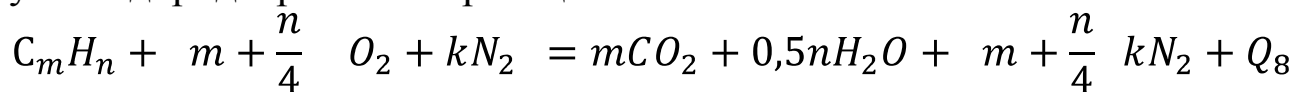
Газ ҳолатидаги ёқилғини таркиби

$$CH_4 + C_m H_n + CO + H_2 + H_2S + SO_2 + O_2 + N_2 = 100 \quad (26)$$

Ёқилғи таркибини ташкил қилувчи барча элементларни ёниш реакцияларини келтирамиз:



Юқорида кўрилган биринчи реакциядаги каби углеводородларни ёниш реакциясини ёзамиз:



Кўрилатган ҳолатда ёқилғи ва кислороднинг нисбатларини ҳажмий нисбатлар кўринишда бериш мумкин. Юқоридаги реакциялардан кўринадикки $1m^3$ углерод оксиди (CO) ни ёки водородни ёниши учун $0,5 m^3$ кислород сарф бўлади. Олтингугурт газини $1 m^3$ ни ёқиш учун кислород миқдори 3 марта кўпроқ керак бўлади.

$C_m H_n$ кўринишидаги углеводородни $1 m^3$ ни ёқиш учун ёниш реакциясига биноан $(m+n/4)m^3$ миқдорида кислород керак бўлади.

Бир бирлик ёқилғини ёниши учун назарий жиҳатдан керакли бўлган кислород миқдори:

$$V_{O_2} = 0,01[0,5(H_2 + CO + 3H_2S) + (m+n/4)C_m H_n - O_2]$$

Ушбу ифода ёқилғини ташкил қилувчилари ва қислород миқдорларини фоизларда белгилайди.

Ҳавонинг назарий нуқтаи назардан сарфи:

$$L_n = (1+k)V_{O_2}, m^3/kg \quad (27)$$

Ҳақиқатда ҳаво сарфи ёқилғини тўлиқ ёниши учун доимо назарий ҳисобдаги кўрсаткичлардан юқори бўлади. Бу ҳавони ёқилғи билан яхши аралашмаслиги натижасида келиб чиқади. Ёқилғи билан кислород қанчалик яхши аралашса ушбу фарқ шунчалик кам бўлади.

Газ ҳолдаги ёқилғиларни ҳаво билан аралашishi қаттиқ ёки суюқ ёқилғиларникига нисбатан яхшироқ бўлади.

Ҳақиқий ҳаво сарфини назарий ҳаво сарфига нисбатини ҳаво сарфи коэффиценти деб аталади.

$$\alpha = \frac{L_x}{L_n} \text{ ёки } L_x = \alpha L_n, \quad (28)$$

бу ерда L_x ва L_n – ҳавонинг ҳақиқий ва назарий сарфлари, $\text{м}^3/\text{кг}$ ёки $\text{м}^3/\text{м}^3$

Ҳавонинг сарфи ёқилғи туридан, ёқилғи ёқувчи ускуна (горелка ёки форсунка) конструкциясидан, ҳаво ва газни қиздириш ҳароратига боғлиқ бўлади.

Масалан, мазут ёқилғисини ёқиш учун ортиқча ҳаво талаб қилинади, яъни $\alpha=1,15-1,35$; газ учун эса $\alpha=1,05-1,15$ га тенг бўлади.

Суюқ ёқилғи ёнишидан ҳосил бўладиган маҳсулот (ҳосила)лар таркиби

Суюқ ёқилғи ёнишида ҳаво коэффиценти $\alpha=1$ бўлганда, ёниш маҳсулот - (ҳосила)лари нордон углегаз ва олтингугурт газы, сув буғи ва азотдан иборат бўлади. Улар алоҳида-алоҳида келтирилади, сўнгра йиғинди кўринишида ёзилади.

1 к моль углерод ёнганда ҳажми $22,4 \text{ м}^3$ га тенг 1 к моль углерод диоксид (CO_2) ҳосил бўлади. Шунинг учун 1 кг углероддан $22,4/12=1,87 \text{ м}^3$ углерод диоксида (CO_2) пайдо бўлади.

Худди шундай, 1 кг олтингугурт ёнишидан $22,4/32=0,7 \text{ м}^3$ олтингугурт диоксида (SO_2) пайдо бўлади.

Одатда нордон углерод ва олтингугурт газлари миқдорини йиғиндиси аниқланади ва умумий RO_2 кўринишида белгиланади.

$$\text{RO}_2 = \text{CO}_2 + \text{SO}_2$$

Шунинг учун ёқилғи ёнишидан ҳосил бўлган газларни ҳажмини қўйидагича ифодаласа бўлади:

$$V_{\text{RO}_2} = 0,01(1,867 C^{\text{III}} + 0,7 S^{\text{III}}) \text{ м}^3/\text{кг}$$

Водород ёнишидан ҳосил бўлган сув буғи миқдорини аниқлаймиз.

Водородни ёниш реакциясидан келиб чиқилса 2 моль сув буғи ҳосил бўлади. У ҳолда 1 кг водород ёқилганда $2 \times 22,4 / (2+2) = 11,2 \text{ м}^3$ буғ ҳосил бўлади.

Ёқилғи таркибида молекуляр массаси 18 га тенг W^{III} кг буғ мавжуд. Масалан: 100 кг мазутни ўчоқга сепиш учун $W_{\text{ф}}=124$ кг буғ сарфланади.

Мазутни ёнишидан ҳосил бўладиган маҳсулотларида сув буғларини йиғиндиси қуйидагича тенг бўлади:

$$V_{H_2O} = 0,01[11,2H^{иш} + 1,24(W^{иш} + W_{\phi})]$$

Ёқилғи ёнишидан ҳосил бўладиган маҳсулотларида RO_2 ва сув буғидан ташқари азот газини ҳам мавжуддир.

Ёниш маҳсулотлари таркибига азот ҳам киради - унинг ҳажми 1 кг N_2 учун $22,4/28=0,8$ м³ни ташкил этади.

Бундан ташқари ёниш маҳсулотлари таркибига ҳаводаги азот миқдори VO_2 , м³ ҳам ўтади.

У ҳолда азотнинг ҳажмий йиғиндиси,

$$MN_2 = 0,01 \times 0,8N^{иш} + VO_2(m^3/kg) \text{ кўринишида бўлади.}$$

$\alpha=1$ бўлганда ёнишдан ҳосил бўлган нам маҳсулотларни ҳажми қуйидагига тенг бўлади:

$$\begin{aligned} V_0 &= V_{RO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} = \\ &= 0,01 \, 1,867C^{иш} + 0,7S^{иш} + 11,2H^{иш} + 1,24 \, W_x + W_a \\ &\quad + 0,68N_k + kVO_2(m^3/kg) \end{aligned}$$

$\alpha>1$ бўлганда, нам маҳсулотларининг ҳажми янада кўпаяди, чунки ортиқча кислород ва азот сарфланади.

$$\text{Ортиқча кислород ҳажми } V_{O_2}^{\text{ортиқ}} = \alpha - 1 \, V_{O_2}$$

$$V_x = V_n + (\alpha - 1) V_{O_2} + k(\alpha - 1) V_{O_2}$$

Газ ҳолатидаги ёқилғиларнинг ёнишидан юзага келадиган маҳсулот (ҳосила)лар таркиби

Газларни ёниш реакцияларига мувофиқ ҳосил бўлган маҳсулотлар таркибида углеводород диоксид (CO_2) ва олтингугурт диоксиди (SO_2)лар, ҳаво буғи ва азот ҳосил бўлади.

RO_2 ҳажми, м³/м³;

$$V_{O_2} = 0,01(CO_2 + CO + mC_mH_n + SO_2 + H_2S)$$

Сув буғи углеводородларни, водородни ва олтингугуртни ёнишидан ҳосил бўлади. Тўлиқ ёниш маҳсулотлари таркибида сув буғини миқдори қуйидагича бўлади:

$$V_{H_2O} = 0,01(H_2 + H_2S + 0,5C_mH_n), m^3$$

$\alpha=1$ м³/м³ бўлганда нам маҳсулотлар ҳажми:

$$\begin{aligned} V_0 &= V_{RO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} = \\ &= 0,01 \, CO_2 + CO + mC_mH_n + SO_2 + H_2S + 0,5 \, mC_mH_n \\ &\quad + H_2 + H_2S + N_2 + kVO_2 \end{aligned}$$

$\alpha>1$ бўлганда

$$V_a = V_0 + V_{O_2}(\alpha - 1)(1 + k), m^3$$

Алоҳида ташкил қилувчилар, шунингдек йиғиндиларни ҳажмини билган ҳолда нам ва қуруқ ёқилғи ёнишидан ҳосил бўладиган маҳсулот (ҳосила)ларини ҳисоблаб чиқиш мумкин.

Ёниш ҳарорати – бу ёниш жараёнининг маҳсулотларини энг юқори ёниш ҳароратидир.

$$t = \frac{Q_H^{иш} + q_t + q_x}{C_o^t \cdot V_{\epsilon}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

Бу ерда q_x - ҳавонинг физик иссиқлиги, кДж/м³ ёки кДж/кг

q_t – ёқилғини физик иссиқлиги, кДж/м³ ёки кДж/кг

C_o^1 – ёниш маҳсулотларини ўртача иссиқлик сифими, кДж/м³ °C

V_{ϵ} – ёниш маҳсулотлари ҳажми, м³/кг

Ёниш жараёнининг ҳақиқий ҳарорати - $t^{\text{ҳақиқий}}$ нинг назарий жиҳатдан ҳисобланган - $t^{\text{назарий}}$ га нисбати “ёнишнинг пирометрик коэффиценти” - $\eta^{\text{пир}}$ деб номланади.

$$\eta^{\text{пир}} = \frac{t^{\text{ҳақиқий}}}{t^{\text{назарий}}}$$

Ёнишнинг пирометрик коэффиценти шахтали печ учун 0,65-0,7 айланма печлар учун 0,72-0,77 тунелли печлар учун 0,75-0,82 атрофида бўлади.

Иссиқлик ускуналарини лойиҳалашда одатда назарий ҳарорат қиймати ҳисобланади ва юқорида пирометрик коэффицентдан фойдаланиб тегишли ускуна учун ҳақиқий ёниш ҳарорати аниқланади.

$$t^{\text{ҳақиқий}} = \eta^{\text{пир}} \cdot t^{\text{назарий}}$$

VII. Мавзуларни ўзлаштириш бўйича саволлар

1. Ёқилғи деб нимага айтилади?
2. Қандай ёқилғи турлари мавжуд?
3. Ёқилғиларга қандай талаблар қўйилади?
4. Қаттиқ ва суюқ ёқилғиларни қандай таркиблардан ташкил топган?
5. Газ кўринишидаги ёқилғилар қандай таркиб ва элементлардан ташкил топган?
6. Саноат ёқилғилар қайси ҳолатларига кўра синфларга бўлинади?
7. Ёқилғининг иссиқлик чиқариш қобилияти деб нимага айтилади?
8. Ёқилғиларнинг иссиқ чиқариш қобилияти қандай қилиб аниқланади?
9. Иссиқлик эквиваленти деб нимага айтилади ва у қандай аниқланади?
10. Ёниш жараёнида кислороднинг вазифаси нимадан иборат?
11. Ҳаво таркибидаги абсолют ва нисбий намликлар қандай аниқланади?
12. Ёниш реакцияларида иштирок этувчи ҳавонинг назарий ва амалий сарфлари орасида қандай боғлиқлик бор?
13. Ёниш жараёнини ҳисоблаш қандай амалга оширилади?
14. Ёниш реакцияларини тенгламаларидан фойдаланиб нималарни аниқлаш мумкин?
15. Ёниш жараёнининг материал баланси қандай тузилади?
16. Ёниш ҳарорати қандай формула билан аниқланади?

VIII. Мавзулар бўйича масала ва мисоллар ечиш.

1-мисол. (1.3. қаралсин)

Ёқилғиларнинг умумий хоссаларидан келиб чиқиб, бирор бир ёқилғи таркибидаги шартли ёнувчи массада қуруқ ёқилғи, қуруқ ёқилғидан ишчи ёқилғи таркибини аниқлаш мумкин.

Масалан, ангрен кўмирининг ишчи таркибини аниқлаймиз, агар унинг шартли ёнувчи массаси қуйидаги $C^{ш\ddot{e}}=66,3\%$; $H^{ш\ddot{e}}=5,6\%$; $O^{ш\ddot{e}}=20,4\%$; $N=1,77\%$; $S^{ш\ddot{e}}=6,0\%$; намлиги $W^{иш}=33\%$ ва кўл қолдиғи $A^{иш}=19,1\%$ таркиб кўрсаткичлари эга бўлса. Биринчи навбатда таркибдаги балласт миқдорини аниқлаймиз. Ангрен кўмирида балласт миқдори қуйидагича бўлади:

$$B=W^{иш}+A^{иш}=33\%+19,1\%=52,1\%$$

(1,2,3,4) формулалар ёрдамида келтирилган кўрсаткичлардан фойдаланиб қуйидаги ёқилғининг ишчи миқдорларни оламиз:

$$C^{иш} = C^0 \frac{100 - B}{100} = 66,3 \frac{100 - 52,1}{100} = 66,3 \times 0,48 = 31,8\%$$

$$H^{иш} = H^0 \frac{100 - B}{100} = 5,6 \frac{100 - 52,1}{100} = 5,6 \times 0,48 = 2,7\%$$

$$O^{иш} = O^0 \frac{100-B}{100} = 20,4 \frac{100 \times 52,1}{100} = 20,4 \times 0,48 = 9,8\%$$

$$N^{иш} = N^0 \frac{100 - B}{100} = 1,7 \times \frac{100 - 52,1}{100} = 1,7 \times 0,48 = 0,8\%$$

$$S^{иш} = S^r \frac{100-B}{100} = 6,0 \times \frac{100-52,1}{100} = 6,0 \times 0,48 = 2,8\%$$

$$W^{иш}=33\%$$

$$A^{иш}=19,1\%$$

$$\text{ЖАМИ} =$$

$$C^{иш}+H^{иш}+O^{иш}+N^{иш}+S^{иш}+W^{иш}+D^{иш}=31,8\%+2,7\%+9,8\%+0,8\%+2,8\%+33\%+19,1=100\%$$

2-Мисол. (2.1. қаралсин)

Менделеев формуласи орқали тош кўмирнинг қуйидаги кимёвий таркиби учун унинг иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти аниқлансин: $C^{иш}=73,2\%$, $H^{иш}=5,0\%$, $O^{иш}=5,9\%$, $N^{иш}=1,4\%$, $S^{иш}=2,8\%$, $A^{иш}=4,8\%$, $W^{иш}=6,9\%$.

Бунинг учун (7) формуладан фойдаланамиз.

$$Q_n = 339 \times 73,2 + 1030 \times 5,0 - 108,9(5,9 - 2,8) - 25 \times 6,9 = 24815 + 5150 - 338 - 173 = 29454 \text{ кДж}$$

3-мисол. (2.1. қаралсин)

Намлиги $W^{иш} = 26,2\%$ бўлган ўтиннинг иссиқлик ишлаб чиқариш қобиляти кўрсаткичи пастки чегаравий ҳолати $Q_H^p = 11933$ кДЖ/кг га тенг, бўлган ҳолат учун унинг иссиқлик эквивалентини аниқлаймиз

$$\mathcal{E}_{ис} = \frac{Q_{п}^{иш}}{29300} = \frac{11933}{29300} = 0,41 \text{ тенг бўлади}$$

Сланцли ёқилғининг иссиқлик ишлаб чиқариш қобиляти пастки чегаравий ҳолати – $Q_{п}^{иш} = 8165$ кДЖ/кг тенг бўлса,

$$\text{иссиқлик эквиваленти } \mathcal{E}_{ис} = \frac{8165}{29300} = 0,28 \text{ тенг бўлади}$$

Нефтнинг иссиқлик ишлаб чиқариш қобилятини пастки чегаравий ҳолати учун $Q_{п}^{иш} = 40823$ кДЖ/кг бўлса,

$$\text{иссиқлик эквиваленти } \mathcal{E}_{ис} = \frac{40823}{29300} = 1,39 \text{ тенг бўлади}$$

4-мисол. (3.1. қаралсин)

Мазутни таркиби қуйидагича: $C=87\%$; $H=9\%$; $S=1,9\%$; $O=1,2\%$ ва $N=0,9\%$ бўлганда ушбу ёқилғини ёқиш учун керакли назарий ҳисобланган ҳаво миқдори (оғирлиги ва ҳажми бўйича) аниқлансин (17 формуладан фойдаланамиз).

$$\begin{aligned} L_H &= \frac{2,67C + 8H + S - O}{0,23 \cdot 100} = \frac{2,67 \cdot 87 + 8 \cdot 9 + 1,9 - 1,2}{23} \\ &= \frac{229,62 + 72 + 0,7}{23} = \frac{302,32}{23} = 13,14 \text{ м}^3/\text{кг} \end{aligned}$$

демак, бундай таркибли мазутнинг 1 кг ни ёқиш учун 13,14 кг ҳаво керак бўлади (18).

$$L_H = 0,115 \cdot 86 + 0,345 \cdot 9 + 0,043 \cdot 1,9 - 1,2 = 9,90 + 3,21 + 0,03 = 13,14 \text{ м}^3/\text{кг} \text{ (17) ва (18) формулалар бирдай кучга эгадир.}$$

Энди керакли ҳаво ҳажмни аниқлаймиз:

$$V_H = \frac{2,67C + 8H + S - O}{0,23 \cdot 100 \cdot 1,293} = \frac{302,32}{29,739} = 10,2 \text{ м}^3/\text{кг}$$

ёки

$$V_o = \frac{L_o}{\rho_o} = \frac{13,14}{1,293} = 10,2 \text{ м}^3/\text{кг}$$

5-мисол. (3.1. қаралсин)

Тош кўмирнинг қўйидаги таркиби: $C^{иш}=74,1\%$; $H^{иш}=5,2\%$; $O^{иш}=4,4\%$; $N^{иш}=2,1\%$; $S^{иш}=3,1\%$; $W^{иш}=3,7\%$; $A^{иш}=7,4\%$ бўлганда ва ёниш ортиқча $\alpha=1,2$ ҳаво билан таъминланганда ёнишдан ҳосил бўладиган маҳсулотлар таркибини аниқланг.

Ечиш. Аввало талаб қилинадиган ҳавонинг назарий ҳисоблаш миқдорини аниқлаймиз:

$$L_H = \frac{2,87C + 8H + S - O}{0,23 \cdot 100} = \frac{2,87 \cdot 74,1 + 8 \cdot 5,2 + 3,1 - 4,4}{0,23 \cdot 100} \\ = \frac{212,67 + 41,6 - 1,3}{0,23 \cdot 100} = \frac{252,97}{23} = 11 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Ҳақиқий ҳаво сарфи – $L_a = \alpha \cdot L_H = 1,2 \cdot 11 = 13,2 \text{ м}^3/\text{кг}$

ёки 100 кг ёқилғи учун $13,2 \times 100 \text{ кг} = 1320 \text{ кг}$ ҳаво зарур бўлади.

Энди 100 кг ёқилғини ёнишдан ҳосил бўладиган маҳсулот таркибидаги газлар CO_2 , H_2O , SO_2 миқдорларини аниқлаймиз.

Бунинг учун (14), (15), (16) формулалардан фойдаланамиз:

CO_2 – миқдори: 1 кг $C + 2,67 \text{ кг } O_2 = 3,67 \text{ кг } CO_2$ эканлигидан фойдаланиб 100 кг ёқилғи учун CO_2 миқдорини ҳисоблаймиз:

$$CO_2 = 3,67 \times 74,1 = 272 \text{ кг}$$

бу ерда 74,1 – углероднинг ёқилғи таркибидаги фойизи.

H_2O – миқдори: H_2O – миқдорини аниқлаш учун (14) формула ва ёқилғи намлиги $W^{иш}=3,7\%$ фойдаланамиз. Яъни,

$$H_2O = 9 H^{иш} + W^{иш} = 9 \cdot 4 + 3,7 = 39,7 \text{ кг}$$

SO_2 – миқдори: (15) формулага асосан 1 кг S ёнишдан 2 кг SO_2 ҳосил бўлишини инобатга олсак, у ҳолда

$$S_2O = 2 \times 3,1 = 6,2 \text{ кг ташкил этади.}$$

N_{n-x} – миқдори: ёқилғи таркибидаги азот $N^{иш} \square 2,1\%$ ва асосан ҳаво таркибидаги мавжуд N_x дан келиб чиқиб ҳисоблаймиз.

Ҳаводаги азот миқдори 77% ёки $0,77 L_a$

$$N_{n-x} = N^{иш}_t N_x = 2,1 + 0,77 \cdot 1320 = 1018,5 \text{ кг}$$

$O_{эк}$ - эркин қолган кислород миқдори қуйидагича аниқланади:

$$O_{эк} = 0,23(L_a - L_o) = 0,23(1320 - 1100) = 50,6 \text{ кг}$$

бу ерда – 0,23(23%) – ҳаво таркибидаги кислород миқдори.

Энди газларни оғирлиги массаларини ҳажмий кўрсаткичларини келтирамиз.

Бир килограмм молекула газ массаси эгаллайдиган ҳажми – $\text{кг}/\text{м}^3$ дан келиб чиқилса, қўйидаги кўрсаткичлар олинади:

$$\rho_{CO_2} = \frac{CO_2}{V} = \frac{12+32}{V} = \frac{44}{22,4} = 1,97 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$\rho_{H_2O} = \frac{H_2O}{V} = \frac{2+16}{22,4} = \frac{18}{22,4} = 0,80 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{N_2} = \frac{N_2}{V} = \frac{2 \cdot 14}{22,4} = \frac{28}{22,4} = 1,25 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{SO_2} = \frac{SO_2}{V} = \frac{32+2 \cdot 16}{22,4} = \frac{64}{22,4} = 2,86 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{O_2} = \frac{O_2}{V} = \frac{2 \cdot 16}{22,4} = \frac{32}{22,4} = 1,43 \text{ кг/м}^3$$

Сўнгра ёқилғи миқдоридан келиб чиқиб ҳосил бўлган газларни ҳажмларини аниқлаймиз:

$$CO_2 = \frac{272}{1,97} = 138,07 \text{ м}^3 \text{ ёки } 13,28\%;$$

$$H_2O = \frac{39,7}{0,80} = 49,63 \text{ м}^3 \text{ ёки } 4,77\%;$$

$$S_2O = \frac{6,2}{2,86} = 2,17 \text{ м}^3 \text{ ёки } 0,20\%;$$

$$N_2 = \frac{1018,5}{1,25} = 814,8 \text{ м}^3 \text{ ёки } 78,35\%;$$

$$O_2 = \frac{50,6}{1,43} = 35,38 \text{ м}^3 \text{ ёки } 3,40\%;$$

$$1040 \text{ м}^3 \text{ ёки } 100\%$$

6- мисол. (3.1. қаралсин)

1 кг қўйидаги таркибли: $C^{иш}=37,2\%$; $H^{иш}=2,6\%$; $S^{иш}=0,6$; $N^{иш}=0,4$; $O^{иш}=12\%$ ва намлик $W^{иш}=40\%$; қолдиқ кул $A^{иш}=7,2\%$ ёқилғини ёқиш учун назарий жиҳатдан керакли бўлган ҳаво миқдори аниқлансин.

Ечиш:

Бунинг учун қўйидаги формуладан фойдаланамиз:

$$V'' = 0,089C + 0,267H + 0,033(S - O) \text{ м}^3/\text{кг}$$

Юқоридаги кўрсаткичларни формулага қўямиз

$$V'' = 0,089 \cdot 37,2 + 0,267 \cdot 2,6 + 0,033(12 - 0,6) = 3,31 + 0,69 - 0,38 = 3,62 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Жавоб: юқоридаги таркибда келтирилган 1 кг ёқилғини ёқиш учун $3,62 \text{ м}^3$ ҳаво зарур бўлади.

7-мисол.

Қўйидаги таркибдаги $C^{иш}=38,6\%$; $H^{иш}=2,6\%$; $S^{иш}=3,8$; $N^{иш}=0,8$; $O^{иш}=3,1\%$ ва намлик $W^{иш}=11\%$; қолдиқ кул $A^{иш}=40,1\%$ бўлган ёқилғини техник таҳлилда ҳақиқий намлиги $W^{иш}=16\%$ эканини инобатга олиб ишчи массаси таркиби аниқлансин.

Бунда ёнишдан ҳосил бўлган иссиқлик ҳарорати қандай бўлади?

Ечиш:

Ёқилғини бир таркибдаги намликдан, иккинчи таркибдаги намликка ўтказиш қўйидаги формула орқали амалга оширилади:

$$X_1^{\text{иш}} = X^p \cdot \frac{(100 - W_1^{\text{иш}})}{(100 - W^{\text{иш}})}$$

Намлики тузатилган коэффициентини топиб оламиз:

$$X_1^{\text{иш}} = X^{\text{иш}} \cdot \frac{(100 - 16)}{(100 - 11)} = X^{\text{иш}} \cdot \frac{84}{89} = 0,94 \cdot X^{\text{иш}}$$

Намлик ўзгаришидан ҳосил бўлган боғлиқлик $X_1^{\text{иш}} = 0,9 \cdot X^{\text{иш}}$ эканини эътиборга олиб, ёқилғини барча ташкил этувчиларига тузатишлар киритамиз ва ҳисоблашлар натижасида қуйидаги таркибларни оламиз.

$$C_1^{\text{иш}} = 0,94 \cdot C^p = 0,94 \cdot 38,6\% = 36,4\%;$$

$$H_1^{\text{иш}} = 0,94 \cdot H^p = 0,94 \cdot 2,6\% = 2,4\%;$$

$$S_1^{\text{иш}} = 0,94 \cdot S^p = 0,94 \cdot 3,8\% = 3,6\%;$$

$$O_1^{\text{иш}} = 0,94 \cdot O^p = 0,94 \cdot 3,1\% = 2,9\%;$$

$$N_1^{\text{иш}} = 0,94 \cdot N^p = 0,94 \cdot 0,8\% = 0,8\%;$$

$$A_1^{\text{иш}} = 0,94 \cdot A^p = 0,94 \cdot 40,1\% = 37,7\%;$$

Энди тузатишлар киритилган ёқилғини янги таркибини иссиқлик миқдорини аниқлаш учун Д.Менделеев формуласидан фойдаланамиз:

$$Q_{\text{п}} = 339C + 1030H - 108,9(O - S) - 25W$$

Кўрсаткичларни ўрнига қўямиз:

$$\begin{aligned} Q_{\text{п}}^{\text{иш}} &= 339 \cdot C_1^{\text{иш}} + 1030H_1^{\text{иш}} - 108,9(O_1^{\text{иш}} - S_1^{\text{иш}}) - 25W_1^{\text{иш}} \\ &= 339 \cdot 36,4 + 1030 \cdot 2,4 - 108,9(2,9 - 3,6) - 25 \cdot 16 \\ &= 13085,4 + 2678 + 76,2 - 400 = 15440 \text{ Дж/кг} \end{aligned}$$

Жавоб: $Q_{\text{п}}^{\text{иш}} = 15,44 \text{ кДж/кг}$

IX. ИЛОВАЛАР

1-илова

Энергиянинг бирлик ҳисобининг коэффиценти

Энергия бирликлари	Тераджоуль	Гигакалория	МТНЭ	МБТЕ	Гигават.соат (ГВт.с)
Тераджоуль(ТДж)	1	238,8	$2,388 \times 10^{-5}$	947,8	0,2778
Гигакалория(Гкал)	$4,1868 \times 10^{-3}$	1	10^{-7}	3,968	$1,163 \times 10^{-3}$
МТНЭ*	$4,1868 \times 10^4$	10^7	1	$3,968 \times 10^7$	11630
МБТЕ**	$1,0551 \times 10^{-3}$	0,252	$4,1868 \times 10^{-8}$	1	$2,931 \times 10^{-4}$
Гигават.соат (ГВт.с)	3,6	860	8,6	3412	1

* миллион тонна нефт эквиваленти

** миллион Британия иссиқлик бирлиги

2-илова

Тош кўмирларнинг иссиқлик қобиляти кўрсаткичлари

Кўмир тури	Юқори иссиқлик қобиляти МДж/кг	Паст иссиқлик қобиляти МДж/кг	Углероднинг миқдори кг/м ³	Намликнинг миқдори %
Антрацит	29,65-30,35	28,95-30,35	778-782	10-12
Кокс кўмири	27,80-30,80	26,60-29,80	674-771	7-9
Бошқа битумли кўмирлар	23,85-26,75	22,60-25,50	590-657	13-18

3-илова

Турли коксларнинг иссиқлик қобиляти кўрсаткичлари

Кокснинг тури	Юқори иссиқлик қобиляти МДж/кг	Паст иссиқлик қобиляти МДж/кг	Углероднинг миқдори кг/м ³	Намликнинг миқдори %
Мееталлургияли кокс	27,90	27,45	820	8-12
Газли кокс	28,35	27,91	853	1-25
Ярим кокс	26,30	25,40	710	15
Нефтли кокс	30,5-35,8	30,0-35,3	875	1-2

4-илова**Тошкўмрдан олинган газларнинг иссиқлик қобилияти
кўрсаткичлари**

Газнинг тури	Юқори иссиқлик қобилияти МДж/м ³	Паст иссиқлик қобилияти МДж/м ³	Углероднинг миқдори МДж/кг	Углероднинг миқдори %
Коксли газ	19.01	16.90	37.54	464
Доменли газ	2.89	2.89	2.24	17

5-илова**Нефт маҳсулотларининг иссиқлик қобилияти кўрсаткичлари**

Нефздан олинадиган маҳсулотлари	Зичлиги кг/м ³	Бир тонна нефтнинг литр миқдори	Юқори иссиқлик қобилияти ГДж/м	Паст иссиқлик қобилияти ГДж/м
Этан	366,3	2730	51,90	47,51
Пропан	507,6	1970	5032	46,33
Бутан	572,7	1746	49,51	45,72
Ёндирилган нефтли газ	522,2	1915	50,08	46,15
Нафта	690,6	1448	47,73	45,34
Авиация бензини	716,8	1395	47,40	45,03
Автомобил бензини	740,7	1350	47,10	44,75
Авиация керосини	802,6	1246	46,23	43,92
Бошқа турдаги керосинлар	802,6	1246	46,23	43,92
Газойль ва дизелли ёқилғи	843,9	1185	45,66	43,38
Олтингугурт миқдори паст ёқиш мазути	925,1	1081	44,40	42,18
Юқори олтингугурт ёқиш мазути	963,4	1038	43,76	41,57

6-илова

Табиий ёнувчи газларнинг таркиби

Шартли участка	Қазиб олинадиган кони	Нисбий зичлик	Газнинг таркиби%							Q_H^p кДж/м ³
			CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ -H ₂	N ₂	
№1	Газли-Бухоро	0,728	0,6	93,78	3,59	0,72	0,25	0,41	0,65	34940
№2	Газли-Бухоро	0,706	0,43	94,86	3,24	0,33	0,12	0,05	0,93	34150
№3	Жарқоқ-Тошкент	0,698	0,08	95,5	2,7	0,35	0,21	0,1	1,0	34120
№77	Тюмень вилояти	0,58	0,22	95,5	0,8	0,4	0,04	-	3,0	-

7-илова

Баъзи газларнинг юқори ва пастки иссиқлик чиқариш қобилиятлари нисбатлари

Газ турлари	ЮПҚ/ПИҚ нисбатлари
Завод гази	0,9
Кокс гази	0,9
Домен гази	1,0
Кислород-конвертер гази	1,0

8-илова

Турли ҳароратларда газларнинг солиштирма иссиқлик сифимлари кДж/(м³, °С)

t°С	CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂ O	Қуруқ ҳаво	СО	CH ₄
0	1,59	1,29	1,30	1,49	1,29	1,30	1,56
100	1,71	1,30	1,32	1,51	1,30	1,30	1,65
200	1,80	1,30	1,34	1,52	1,31	1,31	1,77
300	1,87	1,31	1,36	1,54	1,32	1,32	-
400	1,94	1,32	1,38	1,56	1,33	1,33	-
500	2,00	1,33	1,40	1,59	1,34	1,34	-
600	2,05	1,34	1,42	1,61	1,36	1,36	-
700	2,10	1,35	1,43	1,64	1,37	1,37	-
800	2,14	1,36	1,45	1,67	1,38	1,39	-
900	2,18	1,38	1,46	1,70	1,40	1,40	-
1000	2,21	1,39	1,48	1,72	1,41	1,41	-
1100	2,24	1,40	1,49	1,75	1,42	1,43	-

1200	2,27	1,41	1,50	1,78	1,43	1,44	-
1300	2,30	1,43	1,51	1,80	1,44	1,45	-
1400	2,32	1,44	1,52	1,83	1,45	1,47	-
1500	2,35	1,45	1,53	1,85	1,46	1,47	-
1600	2,37	1,45	1,54	1,88	1,47	1,48	-
1700	2,38	1,46	1,55	1,90	1,48	1,49	-
1800	2,40	1,57	1,55	1,92	1,49	1	-
1900	2,42	1,48	1,56	1,94	1,49	49	-
2000	2,44	1,48	1,57	1,95	1,50	1,50	-

8-жадвал

Ҳарорат таъсирида туйинган сув бугининг хусусияти
СИ ҳисобида: $1 \text{ кгс/см}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па}$

Ҳарорат $^{\circ}\text{C}$	Абсолют босим кгс/см^2	Бугнинг солиштира энтальпияси кДж/кг	Буг ҳосил бўлишининг солиштира иссиқлиги кДж/кг	Ҳарорат $^{\circ}\text{C}$	Абсолют босим кгс/см^2	Бугнинг солиштира энтальпияси кДж/кг	Буг ҳосил бўлишининг солиштира иссиқлиги кДж/кг
0	0,0062	2493,1	2493,1	85	0,590	2653	2297
5	0,0089	2502,7	2481,7	90	0,715	2662	2285
10	0,0125	2512,3	2470,4	95	0,862	2671	2273
15	0,0174	2522,4	2459,5	100	1,033	2679	2260
20	0,0238	2532,0	2448,2	105	1,232	2687	2248
25	0,0323	2541,7	2436,9	110	1,461	2696	2234
30	0,0433	2551,3	2425,6	115	1,724	2704	2221
35	0,0573	2561,0	2414,3	120	2,025	2711	2207
40	0,0752	2570,6	2403,0	125	2,367	2718	2194
45	0,0977	2579,8	2391,3	130	2,755	2726	2179
50	0,1258	2589,5	2380,0	135	3,192	2733	2165
55	0,1605	2598,7	2368,2	140	3,685	2740	2150
60	0,2031	2608,3	2356,9	145	4,238	2747	2125
65	0,255	2617,5	2345,2	150	4,855	2753	2120
70	0,3177	2626,3	2333,0	160	6,303	2765	2089
75	0,393	2636	2321	170	8,080	2776	2056
80	0,483	2644	2310	180	10,23	2785	2021

Ўтиннинг пастки ёниш иссиқлиги, ишчи массаси ҳисобида $Q_{\text{п}}^{\text{иш}}$ -
кВт/кг

Намлик $W^{\text{иш}}$, %	Ўтиннинг ёниш иссиқлиги $Q_{\text{п}}^{\text{иш}}$ -кВт/кг ишчи массанинг қул миқдориға мос ҳолда				
	1%	2%	3%	4%	5%
25	3,79	3,75	3,71	3,67	3,63
26	3,73	3,69	3,65	3,61	3,57
27	3,67	3,63	3,59	3,55	3,52
28	3,61	3,57	3,54	3,50	3,46
29	3,55	3,51	3,48	3,44	3,40
30	3,49	3,46	3,42	3,38	3,34
31	3,43	3,40	3,36	3,32	3,29
32	3,37	3,34	3,30	3,26	3,23
33	3,31	3,28	3,24	3,21	3,17
34	3,25	3,22	3,18	3,15	3,11
35	3,19	3,16	3,13	3,09	3,06
36	3,14	3,10	3,07	3,03	3,00
37	3,08	3,04	3,01	2,97	2,94
38	3,02	2,98	2,95	2,92	2,88
39	2,96	2,92	2,89	2,86	2,83
40	2,90	2,86	2,83	2,80	2,77
41	2,84	2,81	2,77	2,74	2,71
42	2,78	2,75	2,72	2,68	2,65
43	2,72	2,69	2,66	2,63	2,60
44	2,66	2,63	2,60	2,57	2,54
45	2,60	2,57	2,54	2,51	2,482
46	2,54	2,51	2,48	2,45	2,42
47	2,48	2,45	2,42	2,40	2,37
48	2,42	2,39	2,36	2,34	2,31
49	2,36	2,33	2,31	2,28	2,25
50	2,30	2,27	2,25	2,22	2,19

Турли ёқилғиларнинг ёниш иссиқлиги кўрсаткичлари

т/р	Ёқилғи тури	Ёниш иссиқлиги (ўртача кўрсаткич)	Эквивалент, кВт-ч
1.	1 кг печ ёқилғиси (жуда енгил тури) учун	42 мДж/кг(36мДж/л)	11,6кВт- ч/кг(10кВт-ч/л)
2.	1 кг печ ёқилғиси (енгил тури учун)	41 мДж/кг	11,40 кВт-ч/кг
3.	1 кг тош кўмир	29 мДж/кг	8,06 кВт-ч/кг
4.	1 кг кокс	29 мДж/кг	8,06 кВт-ч/кг
5.	1 кг қўнғир кўмир	15 мДж/кг	4,17 кВт-ч/кг
6.	1 м ³ табиий газ	37 мДж/м ³	10,28 кВт-ч/м ³
7.	Электроэнергия	3,6 мДж	1,0 кВт-ч
8.	1 кг намлиги 20% ўтиннинг ўртача қиймати учун	14,4 мДж/кг	4,0 кВт-ч/кг

Фойдаланилган адабиётлар

1. Китайцев В.А., Гурвич Р.М., Корольков И.В. “Теплотехника и тепловые установки в промышленности строительных материалов. М., промстройиздат, 1954, 496 с
2. Роговой М.И., Кондакова М.Н., Сачановский М.Н. «Расчёты и задачи по теплотехническому оборудований предприятий. М., Стройиздат, 1975. 320 с
3. Коротинский В.А., Андрейчик А.Е., Сеница С.И. «Основы теплотехнические характеристики и процессы горения. Методические указания. Минск: БГАТУ, 2010-56 с
4. Ибрагимов Х.М. Расчёты теплотехнического оборудования «Камера ямного типа» Самарканд, 2012 - 50 с.
5. Юсупов Х.В. Иссиқлик техникаси ва иссиқлик техник ускуналар. Ўқув қўлланма. Самарқанд 2011-91 бет.
6. Юсупов Х.В. Иссиқлик техникаси ва иссиқлик техник жиҳозлар. Услубий кўрсатма Самарканд, 2006-20 бет.