

8 - МАЪРУЗА. ГАЗ ТРУБИНАЛИ ҚУРИЛМАЛАР ЦИКЛЛАРИ

Кўриладиган масалалар:

1. Асосий тушунчалар.
2. Иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган ГТҚ цикли.
3. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган ГТҚ цикли.
4. Циклларнинг таҳлили.
5. ГТҚнинг регенератив цикли.
6. Циклларнинг TV ва TS диаграммалардаги тасвири.
7. ГТҚларнинг термик ф.и.к. ошириш усуллари.

Таянч сўз ва иборалар.

ГТҚ қурилмалар; иссиқлик бериш; олинадиган ишлар; диаграммалари; термик ф.и.к.; регенерағия.

1. Асосий тушунчалар.

Поршенли ички ёнув двигателларининг асосий камчилиги катта қувватни битта агрегатда тўплаш ва ишчи жисми атмосфера босимигача адиабатик кенгайтириш имкониятининг бўлмаслигидир. Сувоқ ёки газсимон ёқилғининг ёниш маҳсулотлари ишчи жисм бўлган газ турбина қурилмаларида бундай камчиликлар бўлмайди. Юқори босим ва температурали ишчи жисм ёниш камерасидан соплота йўналтирилади. Унда кенгайиб, катта тезликда газ турбинаси куракларига киради ва унинг кинетик энергиясидан механик иш олинади.

Газ турбинали қурилмалар (ГТҚ) поршенли ички ёнув двигателларга қараганда бир мунча афзалликларга эга. Газ турбиналар нисбатан кам оғирликка эга, ўлчамлари кичик, илгариланма-қайтма ҳаракатланувчи деталлари йўқ, улар юқори айланиш частотаси ва катта бирлик қувват билан тайёрланиши мумкин.

Броқ катта қўзғалмас ГТҚларни яратганда бир қатор масалаларни ҳал қилиш керак. Қурилманинг циклини термик ф.и.к.ни ошириш учун газни турбинага киришидаги бошланғич ҳароратини ошириш керак, энг юқори ҳароратда барқарор ва узок муддат ишлашини таъминлаш учун ўтга чидамли пўлатларни яратишни талаб қилади. Юқори ҳароратда ишлаётган газ турбиналарининг элементарини сувда ва газда совитиш етарлича ишончли эмас ва конструктив нуқтаи назаридан мураккаб.

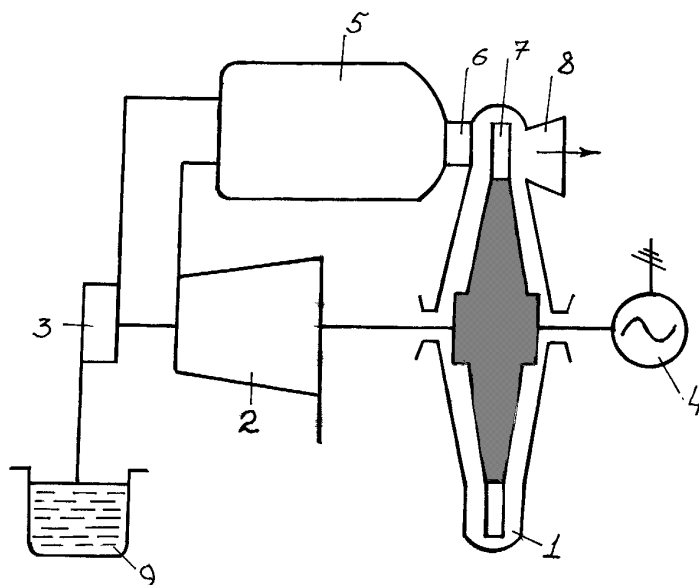
Газ турбина қурилмасининг тежамкорлигига унинг тизимига кирувчи компрессорнинг самарадорли ф.и.к.ини ошириш катта аҳамиятга эга. Газ турбинасининг қувватини тахминан 75% компрессорни ҳаракатга келтириш учун сарфланади, шунинг учун ГТҚнинг умумий ф.и.к. компрессорнинг ишини такомиллашганлиги билан аниқланади.

ГТҚ ёнишнинг ўзгармас босим ва ўзгармас ҳажмдаги ёнишида ишлаши мумкин. Унга мос келадиган идеал цикли иссиқликни ўзгармас босимда ва ўзгармас ҳажмда бериладиган циклларга бўлинади.

2. Ўзгармас босимда иссиқлик бериладиган ГТҚ цикли.

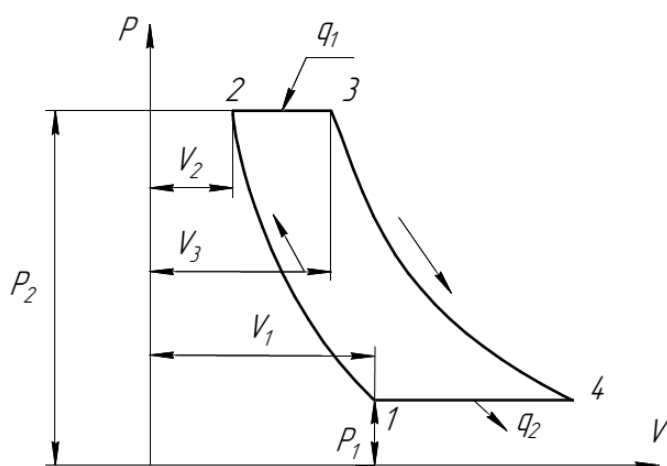
Умумий валда газ турбинаси - 1, компрессор-2, ёнилғи насоси- 3 ва энергия истеъмолчиси - 4 ўрнатилган. Компрессор атмосфера ҳавосини сўради, уни керакли босимгача сиқади ва ёниш камераси -5 га юборади. Шу камерага ёнилғи насоси воситасида бак-9 дан ёқилғи берилади ёқилғи газсимон бўлса, насос ўрнига газавий компрессор ишлатилади.

Ёқилғи ёниш камерасида 1 да ёнади. Ёниш маҳсулотлари газ турбина соплolari-6 да кенгайиб, турбина курақлари-7 га киради, у ерда иш бажаради ва сўнгра чиқариш патрубoги-8 орқали атмосферага чиқариб юборилади. Иш бажарган газлар босими атмосфера босимидан бир оз юқори бўлади.

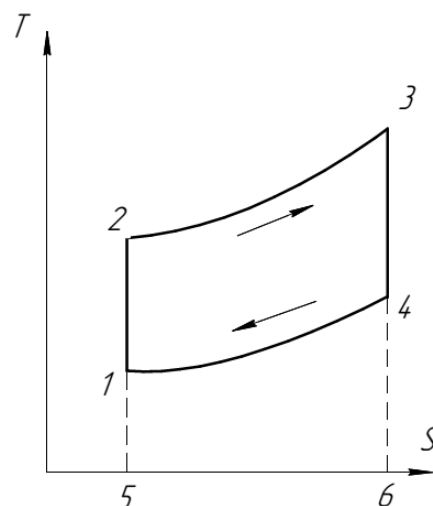


8.1 - расм.

8.2 ва 8.3-расмларда ўзгармас босимда иссиқлик бериладиган газ турбинали қурилманинг идеал циклини PV ва TS диаграммалари тасвирланган.



8.2-расм



8.3-расм

Бундай циклда иссиқлик ишчи жисмдан ИЁДларга ўхшаб изохор бўйича эмас, балки изобар бўйича олинади. Поршенли двигателларда газни ҳажмини кенгайиши цилиндрининг ҳажми билан чекланган. Газ турбиналарида бундай чекланишлар йўқ ва газ атмосфера босимиғача кенгайиши мумкин.

Ишчи жисм ўзининг бошланғич кўрсаткичи P_1, V_1, T_1 билан 2 нуқтагача 1-2 адиабат бўйича сиқилади (8.2-расм). 2 нуқтадан ишчи жисмга 2-3 изобара бўйича д, миқдордаги иссиқлик берилади. Сўнгра ишчи жисм 3-4 адиабат бўйича ўзининг бошланғич босимиғача кенгайди ва q_2 миқдордаги иссиқлик олиндиб 4-1 изобар бўйича бошланғич ҳолатига қайтади. Компрессордаги босимнинг ортиш даражаси $\beta = P_2/P_1$ ва изобарли кенгайиш даражаси $\rho = V_3/V_2$ циклниң кўрсаткичлари ҳисобланади. Берилаётган иссиқлик миқдори қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$q_1 = C_p(T_3 - T_2)$$

Олинаётган иссиқлик эса қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$q_2 = C_p(T_4 - T_1)$$

Циклниң термик фойдали иш коэффициентни қуйидагига тенг бўлади,

$$\eta_1 = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{C_p(T_4 - T_1)}{C_p(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)}$$

T_2, T_3 ва T_4 ҳароратларни бошланғич ҳарорат T_1 билан ифодалаймиз 1-2 адиабат учун

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{(K-1)/K} = \beta_K^{(K-1)/K}; \quad T_2 = T_1 \beta_K^{(K-1)/K};$$

2-3 изобар учун

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} = \rho; \quad T_3 = T_2 \rho; \quad T_3 = T_1 \beta_K^{(K-1)/K} \rho;$$

3-4 адиабат учун.

$$\frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{P_4}{P_3}\right)^{(K-1)/K} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{(K-1)/K} = \left(\frac{P_1}{P_1 \beta_K}\right)^{(K-1)/K} = \left(\frac{1}{\beta}\right)^{(K-1)/K};$$

$$T_4 = \left(\frac{T_3}{\beta}\right)^{(K-1)/K} = \left(\frac{T_3}{\beta}\right)^{(K-1)/K} \rho \frac{1}{\beta^{(K-1)/K}} = T_1 \rho$$

Олинган ҳароратларни термик ф.и.к. тенгламасига қўйиб қуйидагини оламиз.

$$\eta_1 = 1 - \frac{T_1 \rho - T_1}{T_1 \beta^{(K-1)/K} \rho - T_1 \beta_1^{(K-1)/K}} = 1 - \frac{\rho - 1}{\beta^{(K-1)/K} (\rho - 1)}; \quad (8.1)$$

ёки

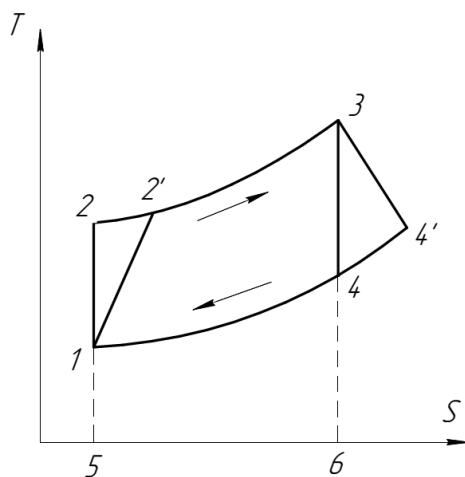
$$\eta_1 = 1 - \left(\frac{1}{\beta^{(k-1)/k}}\right)$$

Иссиқлик ўзгармас босимда берилганда газ турбинали қурилманинг термик фойдали иш коэффициентини, босим ортиш даражаси β ва адиабат кўрсаткичи K га боғлиқ ва бу қийматларнинг ортиши билан у ҳам ортади.

Иссиқлик ўзгармас босимда берилганда газ турбинали қурилманинг термик ф.и.к.ини TS диаграммада қуйидаги юзаларнинг нисбатлари орқали аниқланади.

$$\eta_i = (5236\text{юза} - 514\text{юза}) / (5236\text{юза} - 1234\text{юза}) = 5236\text{юза}$$

Компрессордаги ишқаланишга сарфланган энергия, ишқаланишдаги иш иссиқликка айланганлиги учун ишчи жисмнинг ҳароратини оширади, бу ҳодиса ўз навбатида ҳавони сиқиш учун сарфланган ишни оширишга олиб келади (ташқи мухитга йўқотилган иссиқлик ҳисобга олинмайди). Иссиқлик ўзгармас босимда берилгандаги газ турбинали қурилманинг назарий цикли TS диаграммада 12341 юза ва реал цикли-12'3'4'1 юза билан тасвирланади (8.4-расм), бу ерда 1-2' чизиқ компрессордаги шартли қайтмас адиабатли сиқишни, 3-4' чизиғи эса турбинадаги шартли қайтмас адиабатли кенгайишни кўрсатади.



8.4-расм.

Компрессордаги сиқишнинг назарий иши $l_{ad}^K = i_2 - i_1$ га, ҳақиқий иши

$$l_i^K = i_{2'} - i_1 \text{ га тенг ёки } l_i^K = l_{ad}^K / \eta_{ad}^K = (i_2 - i_1) / \eta_{ad}^K \quad (8.2)$$

бу ерда η_{ad}^K - турбокомпрессорнинг адиабатик ф.и.к., у қуйидаги нисбатга тенг $\eta_{ad}^K = (i_2 - i_1) / (i_{2'} - i_1)$

η_{ad}^K 0,80...0,85 гача чиқади. Турбинанинг оқим қисмидаги газнинг кенгайишида соплони девори ва кураклар билан ишқаланиш ва оқимнинг уюрмаланиш йўқотишлари кузатилади, бунинг натижасида ишчи жисмнинг кинетик энергиясини бир қисми иссиқликка айланади ва турбинадан газнинг чиқиб олдидаги $i_{4'}$ энталпияси қайтар кенгайиш жараёнини i_4 энталпиясидан катта бўлади. Турбинадаги кенгайишнинг назарий иши $l_T = i_3 - i_4$ га ва кенгайишнинг ҳақиқий иши $l_i^T = i_3 - i_{4'}$ га тенг.

Реал турбинадаги кенгайишнинг ички ҳақиқий ишнинг идеал турбинанинг

назарий ишига бўлган нисбати газ турбинанинг ички нисбий ф.и.к. деб аталади.

$$\eta_{турб} = l_i^T / l_T = (i_3 - i_{4'}) / (i_3 - i_4), \quad (8.3)$$

Турбинанинг оқим қисми қанчалик яхши тайёрланган бўлса, газнинг ишқаланишдаги ва уюрмаланишдаги йўқотишлар шунчалик кам бўлади ва $\eta_{турб}$ юқори бўлади. Замонавий турбиналарда $\eta_{турб} = 0,8 \dots 0,9$ оралиғида бўлади.

Газ турбинали қурилмалардан олиниши мумкин бўлган ҳақиқий фойдалиий иш l_g , кенгайишдаги ва сиқишдаги ҳақиқий ишларнинг айирмасига тенг.

$$l_g = (i_3 - i_4) \eta_{турб} \eta_{мех} - (i_2 - i_1) / \eta_{ад}^K$$

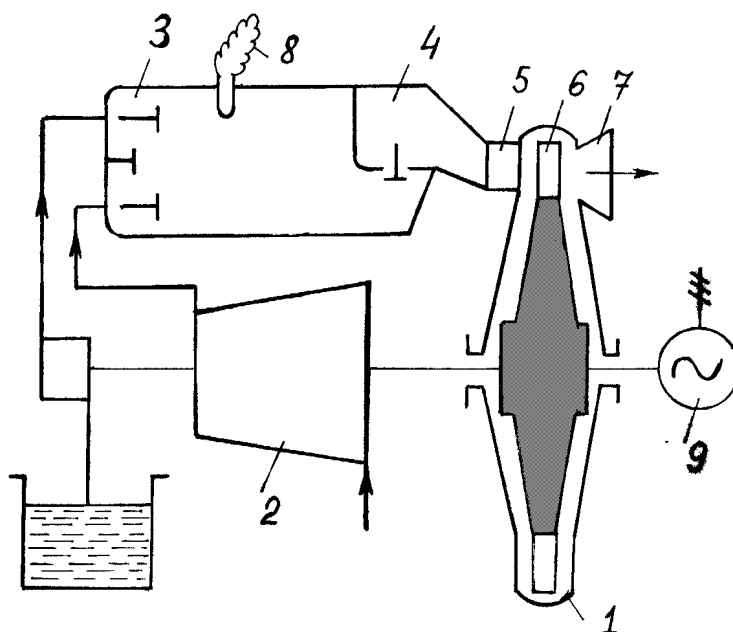
бу ерда $\eta_{мех}$ - механик ф.и.к.

ГТҚнинг фойдали ишини (l_g) сарфланган иссиқлик миқдори q_{lg} га бўлган нисбати газ турбинали қурилманинг самарали ф.и.к. деб аталади.

$$\eta_e = \frac{l_g}{q_{lg}} = \frac{(i_3 - i_4) \eta_{турб} \eta_{мех} - (i_2 - i_1) / \eta_{ад}^K}{i_3 - i_2'} \quad (8.4)$$

3. Ўзгармас ҳажмда ($V = const$) иссиқлик бериладиган ГТҚ цикли.

Ёнилғи ўзгармас ҳажмда ёнадиган ГТҚнинг тизими 10.5-расмда келтирилган.



8.5-расм.

Турбина 1 билан битта валга ўтказилган компрессор 2 атмосфера ҳавосини керакли босимгача сиқади. Ёниш камераси 4 га ҳаво билан бир йўла газсимон ёки суюқ ёқилғи компрессор 3 ёки ёқилғи насоси ёрдамида берилади. Баъзан ёниш камерасига алоҳида келадиган ёқилғи ва ҳаво ўрнига олдиндан карбюраторда

тайёрланган ёнувчи аралашма берилади. Клапанлар ёпиқ бўлганда ёниш камера-сида ёқилғи одатда электрик свеча 8 дан ёндирилади. Ёқилғи ёниши ўзгармас ҳажмда содир бўлади. Ёқилғининг ёниши тугагандан сўнг, чиқариш клапани очилади ва ёниш маҳсулотлари турбинанинг соплolari 5 га кириб, атмосфера босимигача адиабатик кенгайди. Соплodан oқиб чиқаетган газлар турбина кураклари 6 га келади, тегишлича иш бажаради ва турбинанинг чиқиш патрубoги 7 oрқали атмосферага чиқариб юборилади. қурилманинг фойдали ишини энергия истемолчиси 9 қабул қилади.

$V=const$ бўлган иссиқлик бериладиган ГТҚнинг идеал циклининг PV диаграммаси 10.6-расмда ва TS диаграммаси 10.7-расмда тасвирланган. Ишчи жисм узининг бошланғич кўрсаткичлари. P_1, V_1, T_1 билан адиабат 1-2 бўйича нуқта 2 гача сиқилади, босими эса босимнинг ошиш даражаси билан белгиланади. Сўнгра 2-3 бўйича ишчи жисмга q_1 миқдордаги иссиқлик берилади кейинчалик ишчи жисм 3-4 адиабат бўйича бошланғич босимигача кенгайди.

Компрессорда босимнинг ортиш даражаси $\beta = P_2/P_1$ ва босимнинг кўшимча ортиш даражаси $\lambda = P_3/P_2$ циклининг тавсифи (характеристикаси) ҳисобланади.

Берилаётган иссиқлик қўйидаги ифода oрқали аниқланади.

$$q_1 = C_v(T_3 - T_2),$$

Олинаётган иссиқлик эса - ифода билан

$$q_2 = C_p(T_4 - T_1)$$

q_1 ва q_2 ларнинг қийматларини циклининг термик ф.и.к. ифодасига қўйиб, қуйидагини оламиз.

$$\eta_l = 1 - q_2/q_1 = 1 - [C_p(T_4 - T_1)]/C_v(T_3 - T_2) = 1 - K(T_4 - T_1)/(T_3 - T_2)$$

$T_2, T_3,$ ва T_4 ҳароратларни ишчи жисмнинг бошланғич ҳарорати T_1 билан белгилаймиз

1-2 адиабат учун

$$T_2/T_1 = (P_2/P_1)^{(K-1)/K} = \beta^{(K-1)/K}; \quad T_2 = T_1\beta^{(K-1)/K};$$

2-3 изобар учун

$$T_3/T_2 = P_3/P_2 = \lambda; \quad T_3 = T_2\lambda = T_1\beta^{(K-1)/K}\lambda;$$

3-4 адиабат учун.

$$T_4/T_3 = (P_4/P_3)^{(K-1)/K} = (P_1/P_3)^{(K-1)/K} = (P_1/\lambda P_2)^{(K-1)/K} = (P_1/P_1\beta\lambda)^{(K-1)/K};$$

$$P_3 = \frac{T_3 P_2}{T_2} = \frac{T_1 \beta^{(K-1)/K} \lambda P_2}{T_1 \beta^{(K-1)/K}} = \lambda P_2$$

$$T_4 = T_3(1/\beta\lambda)^{(K-1)/K} = T_1\beta^{(K-1)/K}\lambda\left(\frac{1}{\beta\lambda}\right)^{(K-1)/K} = T_1\lambda^{1/K}$$

Хосил бўлган ҳароратларни цикли термик фойдани иш коэффициентини

ифодасига қўйиб, қуйидагини оламиз

$$\eta_l = [1 - \kappa(T_4 - T_1)] / (T_3 - T_2) = 1 - \kappa(T_1 \lambda^{1/K} - T_1) / [T_1 \beta^{(K-1)/K} \lambda - T_1 \beta^{(K-1)/K}]$$

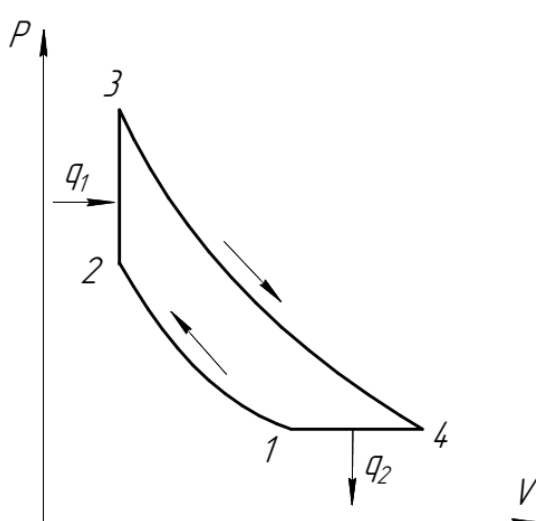
ёки

$$\eta_l = 1 - \frac{\kappa(\lambda^{1/K} - 1)}{\beta^{(K-1)/K} (\lambda - 1)} \quad (8.5)$$

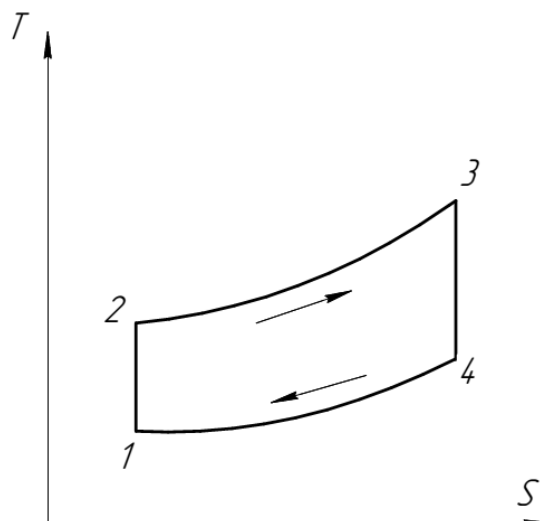
Иссиқлик ўзгармас ҳажмда берилганда ГТҚнинг термик ф.и.к. κ, β, λ ларга боғлиқ ва уларнинг миқдорини ортиши билан термик ф.и.к. ортади.

Иссиқлик ўзгармас ҳажмда берилганда ГТҚнинг циклини ф.и.к. TS диаграммада иссиқлик берилган 5236 юза-5146 юза=1234 юзани иссиқлик олинган 5236 юзага бўлган нисбати билан аниқланади (8.7-расм).

$$\eta_l = 1234 \text{ юза} / 5236 \text{ юза};$$



8.6-расм.



8.7-рам.

4. ГТҚ цикларини таққослаш.

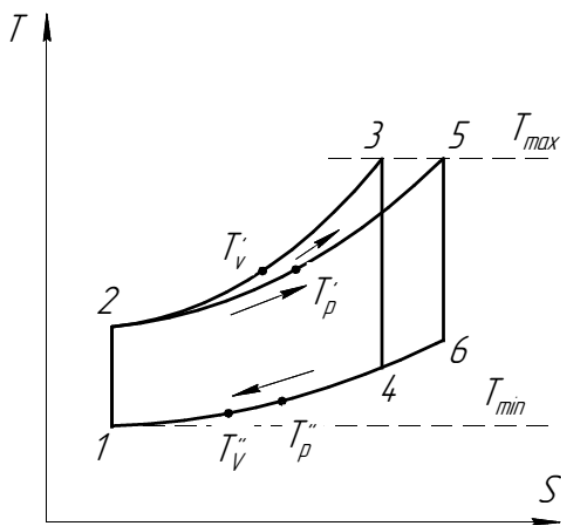
8.8-расмда босимни ортиш даражаси ва энг юқори ҳарорати бир ҳил бўлган ГТҚнинг цикли келтирилган. Расмдан кўриниб турибтики иссиқликни изохорик беришда ГТҚ цикли кўп ф.и.к. эга бўлади.

Ҳақиқатдан, 8.8-расмдан кўриниб турибтики, иссиқлик $V=const$ берилганда берилаётган иссиқликнинг ўртача интеграл T_V' ҳарорати иссиқлик $P=const$ да берилганга қараганда ортиқ, олинаётган иссиқликнинг ўртача интеграл ҳарорати T_V'' эса кам бўлади.

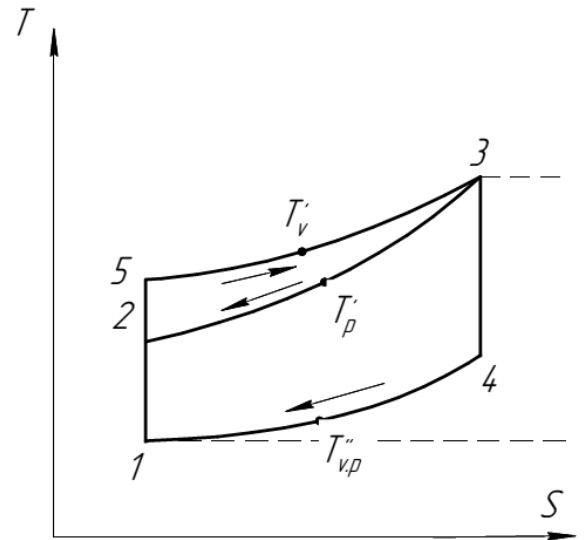
$$\eta_{\text{изо}} > \eta_{\text{изоб}}$$

Босимнинг ортиши даражаси турлича ва энг юқори ҳарорати бир ҳил бўлган ГТҚда циклга иссиқлик ўзгармас босимда берилганда ф.и.к. иссиқлик ўзгармас ҳажмда берилгандагига қараганда кўп бўлади (8.9-расм).

$$\eta_{\text{изобар}} > \eta_{\text{иизо}}$$



8.8 - расм.

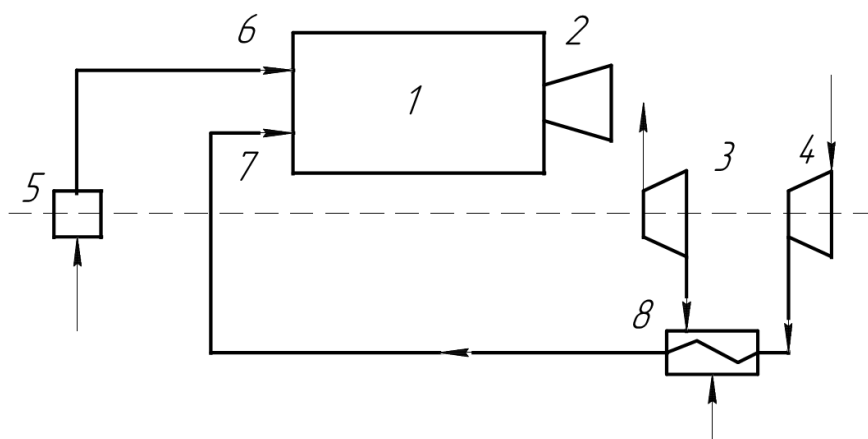


8.9 - расм.

5. ГТҚларнинг ф.и.к. ошириш усуллари.

Ёнилғи ўзгармас босимда ёнганда босимнинг ортиш даражасининг ошиши билан ГТҚнинг термик фойдали иш коэффициенти ҳам ортади. Броқ босимнинг ортиш даражасини β ошиши билан ёнилғининг ёнишини охиридаги ҳарорат T_3 ҳам ошади бунинг натижасида турбинани куракларини ва соплларини совитишни қийинлиги туфайли улар тезда ишдан чиқадилар.

ГТҚнинг фойдали иш коэффициентини ошириш учун иссиқликдан қайтадан фойдаланиш (регенерация), компрессорда ҳавони кўп босқичли сиқиш, кўп босқичли ёниш усулларидадан фойдаланимоқда.

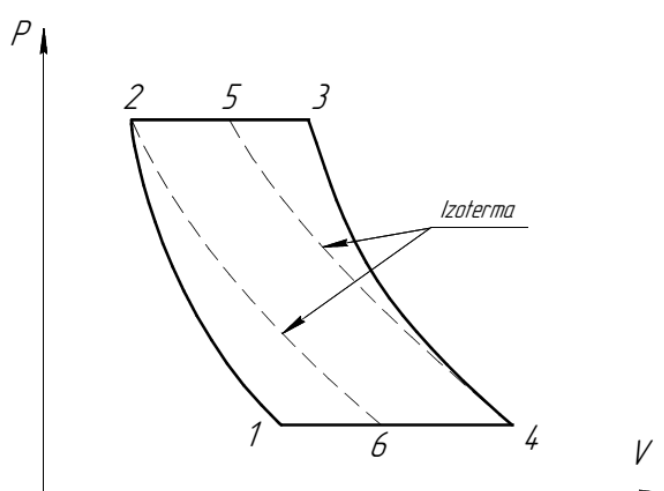


8.10-расм.

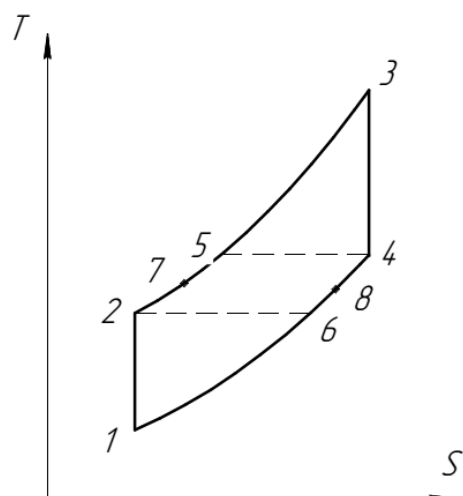
$P = \text{const}$ бўлгандаги ёнишида ГТҚ да иссиқликдан қайта фойдаланиш тизими келтирилган. Турбокомпрессор 4дан сиқилган ҳаво регенератор 8га йўналтирилади у ерда ўзгармас ҳажмда турбина 3 дан келтирилган газдан иссиқлик олади. Регенератор 8дан чиққан иссиқлик ҳаво форсунка 7орқали,

ёнилғи эса ёнилғи насоси 5 ва форсунка 6 орқали ёниш камераси 1га йўналтирилади.

Иссиқликдан қайта фойдаланиладиган ГТҚнинг идеал цикли 10.11 ва 10.12 - расмларда тасвирланган.



8.11-расм.



8.12-расм.

Бу расмлардаги 1-2 чизик компрессорда ҳавони адиабатли сиқиш; 2-5-регенераторга иссиқликни изобар бериш; 5-3-ёниш камерасига иссиқликни ўзгармас босимда бериш; 3-4-турбинанинг сопласида ёниш махсулининг адиабатли кенгайиши; 4-6-регенераторда газдан иссиқликни изобарли олиш; 6-1-регенератордан чиқишидаги газдан иссиқликни изобарли олиш.

Агарда регенератордаги газни совитиш унга кираётган ҳавонинг ҳароратигача (T_4 дан $T_6=T_2$ гача) совитилса регенерағия тўлиқ бўлади.

$$T_4 - T_6 = T_5 - T_2$$

бўлиб, тўлиқ регенерағия бўлганда циклнинг ф.и.к. қуйидаги ифода орқали аниқланади

$$\eta_l = 1 - q_2 / q_1$$

бу ерда

$$q_1 = C_p(T_3 - T_5) = C_p(T_3 - T_4), \quad q_2 = C_p(T_6 - T_1) = C_p(T_2 - T_1),$$

шунинг учун

$$\eta_l = 1 - [(T_2 - T_1) / (T_3 - T_4)]$$

Циклнинг асосий нуқталаридаги ҳарорат қуйидагича аниқланади.

$$T_2 = T_1 (P_2 / P_1)^{(K-1)/K} = T_1 \beta^{(K-1)/K}; \quad T_3 = T_1 \beta^{(K-1)/K} \rho; \quad T_4 = T_1 \rho.$$

Циклнинг ф.и.к.

$$\eta_l = 1 - 1/\rho = 1 - T_1/T_4 \quad (8.6)$$

Иссиқлик $P=const$ да берилиб, тўлиқ регенерағия бўлганда циклнинг термик ф.и.к. газнинг бошланғич T_1 ва адиабатли кенгайишнинг охирдаги T_4 ҳароратларига боғлиқ.

Регенераторнинг ўлчамларини чекланганлиги ва иситилаётган газ билан

совитилаётган газ ҳарорати орасидаги фарқнинг борлиги тўлиқ регенерағия қилиш имконини бермайди. Бу ҳолда регенераторда истилаётган ҳавонинг ҳарорати T_5 дан кам бўлган T_7 га эга бўлади, совитиладиган газнинг ҳарорати T_6 дан юқори бўлган T_8 га эга бўлади. Шунинг учун циклнинг термик фойдали иш коэффициентини ҳароратларнинг нисбатига қараб аниқланадиган регенерағия даражасига боғлиқ бўлиши керак.

$$\sigma = (T_7 - T_2)/(T_5 - T_2) = (T_4 - T_8)/(T_4 - T_6) = (T_4 - T_8)/(T_5 - T_2) \quad (8.7)$$

Регенерағия тўлиқ бўлмаганда ГТҚнинг циклини термик ф.и.к., яъни $\sigma < 1$ бўлганда қуйидагича аниқланади.

$$\eta_{ppe} = 1 - [T_4 - T_1 - \sigma(T_5 - T_2)]/[T_3 - T_2 - \sigma(T_5 - T_2)] \quad (8.8)$$

Регенерағиялаш даражаси иссиқлик алмаштирувчининг конструкғиясига ёқн ишчи сатхининг миқдорига боғлиқ.

ГТҚларда иссиқликни рогенерағиялаш иссиқликни ўзгармас ҳажмда беришда ҳам амалга ошириш мумкин (10.13-расм). Иссиқлик алмашғичда регенерағия жараёни ўзгармас босимда амалга оширилади, иссиқлик бериш эса ўзгармас босимда ва ўзгармас ҳажмда ҳам амалга оширилиши мумкии. Кўрилаётган цикл қуйидаги жараёнлардан ташкил топган: 1-2-ҳавони компрессорда адиабатли сиқиш; 2-3- $P=\text{const}$ да сиқилган ҳавони регенераторда иситиш; 3-4-ёниш камерасига иссиқликни ўзгармас ҳажмда бериш; 4-5-турбинани соплосида ёниш махсуллари адиабатли кенгайиши; 5-6-ўзгармас боеим да регенератордаги газдан иссиқликни олиш; 6-1-иссиқлик қабул қилувчида ўзгармас босим бўлганда газдан иссиқликни олиш.

Олинган ва берилган иссиқлик миқдори қуйидагини ташкил этади.

$$q_1 = C_v(T_4 - T_3);$$

$$q_2 = C_p(T_5 - T_1) = C_p(T_3 - T_2).$$

Кўриладиган циклнинг термик ф.и.к. қуйидагига тенг бўлади.

$$\eta_l = 1 - \frac{\kappa[(T_5 - T_1) - (T_3 - T_2)]}{(T_4 - T_3)}, \quad (8.9)$$

Иссиқлик ўзгармас ҳажмда берилиб, иссиқликни регенерағия қилиш натижасида ГТҚ циклининг термик фойдали иш коэффициенти ортади.

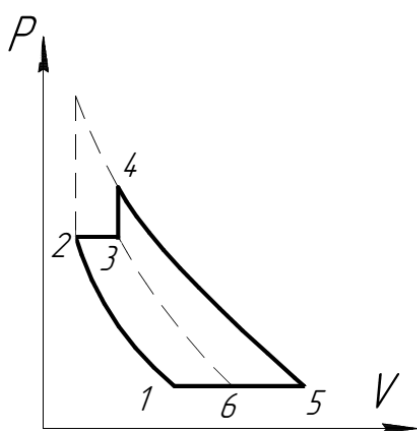
Иссиқликни ўзгармас ҳароратда бериш ва олиш билан ҳам ГТҚнинг тежамкорлигини ошириш мумкин. Броқ бу усулини конструктив нуқтаи назаридан қийинлигини ҳисобга олиб, амалда изотермик сиқиш жараёнини ва иссиқлик беришни тўлиқ амалга ошириш мумкин эмас. Ҳақиқий сиқиш жараёнини изотермик сиқиш жараёнига яқинлаштириш учун оралиқ совитиш билан кўп босқичли сиқиш қўлланилади. Ҳудди шундай, газ турбиналарида иссиқлик беришини ҳақиқий жараёнини изотермага яқинлаштириш учун босқичли ёниш билан ёниш махсуллари газ турбинани алоҳида босқичларида кенгайтириш қўлланилади. Кенгайиш ва сиқишни босқичлари қанча кўп бўлса, унинг термик ф.и.к. ҳам шунчалик юқори бўлади.

Техник-иқтисодий нуқтаи-назардан келиб чиққан ҳолда, одатда ГТҚларни

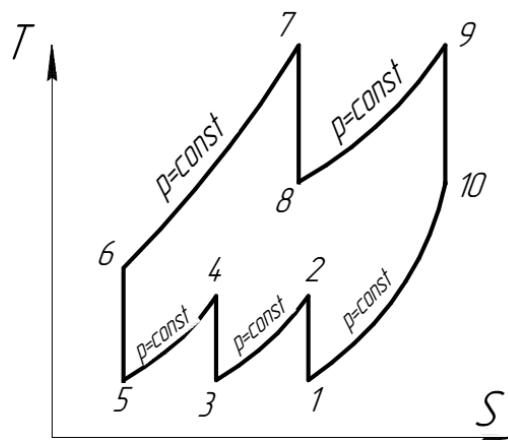
икки босқичда кенгайтирадиган ва уч босқичда сиқадиган қилиб тайёрланади. Бундай қурилмада ҳаво компрессорнинг алоҳида босқичларида кетма-кет сиқилади ва оралиқ совитилади. Юқори босимгача сиқилган ҳаво биринчи ёниш камерасига киритилади, у ерда энг юқори ҳароратгача қиздирилади. Турбинада кенгайтгандан сўнг газ иккинчи ёниш камерасига киритилади, у ерда ўзгармас босимда ёнганида ҳарорати яна кўтарилади. Сўнгра ёниш маҳсуллари иккинчи турбинада (ёки турбинани иккинчи босқичида) кенгайтирилади ва атмосферага чиқариб юборилади. Агарда иссиқлик регенерағия қилинадиган бўлса, сиқилган ҳаво ишлатилган газлар билан иситилади.

Бундай ГТҚнинг идеал цикли 8.14-расмда TS -диаграммасида тасвирланган.

Иссиқликни регенерағиялаш, босқичма-босқич сиқиш ва босқичма-босқич иссиқлик бериш ф.и.к. кескин оширади.



8.13-расм.



8.14-расм.

Мавзуга оид назорат саволлари.

1. ГТҚнинг афзалликлари ва ишлатилиши.
2. Ёнилғи ўзгармас босимда берилганда ГТҚнинг иш жараёни қандай кечади?
3. ўзгармас босимда берилганда ГТҚнинг термик ф.и.к. қандай аниқланади?
4. Ёнилғи ўзгармас ҳажмда берилганда ГТҚнинг иш жараёни қандай кечади?
5. Ёнилғи ўзгармас ҳажмда берилганда ГТҚнинг термик ф.и.к. қандай аниқланади?
6. ГТҚни ф.и.к. қандай усуллар билан оширилади?