

***7 - МАЪРУЗА. ГАЗ ВА БУҒЛАРНИНГ ОҚИБ ЧИҚИШИ ВА
ДРОССЕЛЛАНИШИ, БАЖАРИЛАДИГАН ИШ. ОҚИМ УЧУН
ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ БИРИНЧИ
ҚОНУНИ ТЕНГЛАМАСИ.***

РЕЖА:

- 1. Асосий тушунчалар.***
- 2. Бажариладиган иш. Оқим учун термодинамиканинг
биринчи қонуни тенгламаси.***
- 3. Дросселлаш***

АДАБИЁТЛАР

1. Нашокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача М., 1980. 180-203 б.
2. Ларииков Н.Н. Теплотехника. М.,1986 й. 102-120 б.
3. Эфендиев А.М., Асраев Р.А. Иссиқлик техникасидан қисқача лекция курси. Бухоро. 1992 й. 66-72 б.

1. АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАР

Буғ ва газ турбиналари, турбокомпрессорлар, реактив двигателлар, ракеталар ва бошқа кўпчилик ҳозирги замон машиналаридаги иш процесслари ишчи жисм-газ ёки буғ оқимининг кинетик энергиясидан фойдаланишга асосланган.

Газ оқимининг кинетик энергияси унинг оқиш тезлигининг квадратига пропорционал бўлади ва оқимнинг оқиш тезлиги қанчалик юқори бўлса, унинг иш бажариш хусусияти ҳам шунчалик катта бўлади. Газ оқими тезлигини катталаштириш учун унинг ўзгарувчан кесимли каналдан оқиб ўтишида кенгайтиш хусусиятидан фойдаланилади.

Газнинг оқиб чиқишида йўналган оқимча ҳосил қилиш учун ўзгарувчан кесимли каналлари бор махсус насадкалар ишлатилади. Газнинг ички энергиясини ҳаракатнинг кинетик энергиясига айлантирадиган насадкалар **соплалар** дейилади.

Газ соплло бўйлаб ҳаракатланганда унинг босими пасаяди, тезлиги эса ортади. Баъзан оқиб чиқиш процессларида тезлик пасайиши ҳисобига босим кўтарилади. Бундай ҳоллар учун **диффузорлар** дейиладиган насадкалардан фойдаланилади.

2. БАЖАРИЛАДИГАН ИШ. ОҚИМ УЧУН ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ БИРИНЧИ ҚОНУНИ ТЕНГЛАМАСИ

Газ оқимини текширишда, барқарор адиабатик оқиш ҳолини, яъни иссиқлик алмашинувисиз кечадиган оқиш ҳолини текшириш катта аҳамиятга эга.

Соплонинг исталган кесимида газнинг барча параметрлари вақт ўтиши билан ўзгармайдиган оқиб чиқиш процесси барқарор оқиб чиқиш процесси дейилади.

Охирги тезлик билан ҳаракат қилаётган газ ҳолати ўзгариши процессида иссиқлик на фақат ички энергия ўзгариши ва ташқи иш бажаришга, балки газнинг канал бўйлаб силжиганида ташқи кинетик энергиясининг ортишига ҳам сарф бўлади.

Газ учун термодинамика биринчи қонунининг дифференциал кўриниши қуйидагича ифодаланади:

$$dq = du + dl' + \frac{dw^2}{2} \quad (1)$$

бунда: dq - ташқи манбадан келтирилган солиштирма иссиқлик миқдори;

du - газ солиштирма ички энергиясининг ўзгариши;

dl' - оқимни силжитишга сарфланган иш (силжитиш иши);

$\frac{dw^2}{2}$ - ишчи жисм ташқи кинетик энергиясининг ўзгариши.

Элементар силжитиш ишини қуйидагича топишимиз мумкин:

$dl' = d(p\vartheta)$ (2) у ҳолда (1) - тенглама қуйидагича кўринишга келади.

$$dq = du + d(p\vartheta) + \frac{dw^2}{2} \quad \text{ёки} \quad dq = d(u + p\vartheta) + \frac{dw^2}{2}; \quad i = u + p\vartheta$$

$$dq = di + \frac{dw^2}{2} \quad \text{ёки} \quad q = i_2 - i_1 + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2} \quad (3)$$

Демак газ оқимида келтирилган иссиқлик миқдори унинг энтальпияси ва ташқи кинетик энергиясини ўзгаришига сарф бўлади.

Ишчи жисм ва ташқи муҳит орасида иссиқлик алмашилиш содир бўлмаган пайтда, яъни адиабатик оқимга (3) тенглама қуйидагича ўзгаради:

$$di + \frac{dw^2}{2} = 0 \quad \text{ёки} \quad i_1 - i_2 = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2} \quad (4)$$

Ишчи жисм бошланғич тезлиги нолга тенг бўлганда оқим тезлиги ушбу формула билан топилади:

$$w = \sqrt{2(i_1 - i_2)} \quad (5)$$

Агар $(i_1 - i_2)$ кж/кг ларда ифодаланса, у ҳолда

$$w = 44,7 \sqrt{(i_1 - i_2)}$$

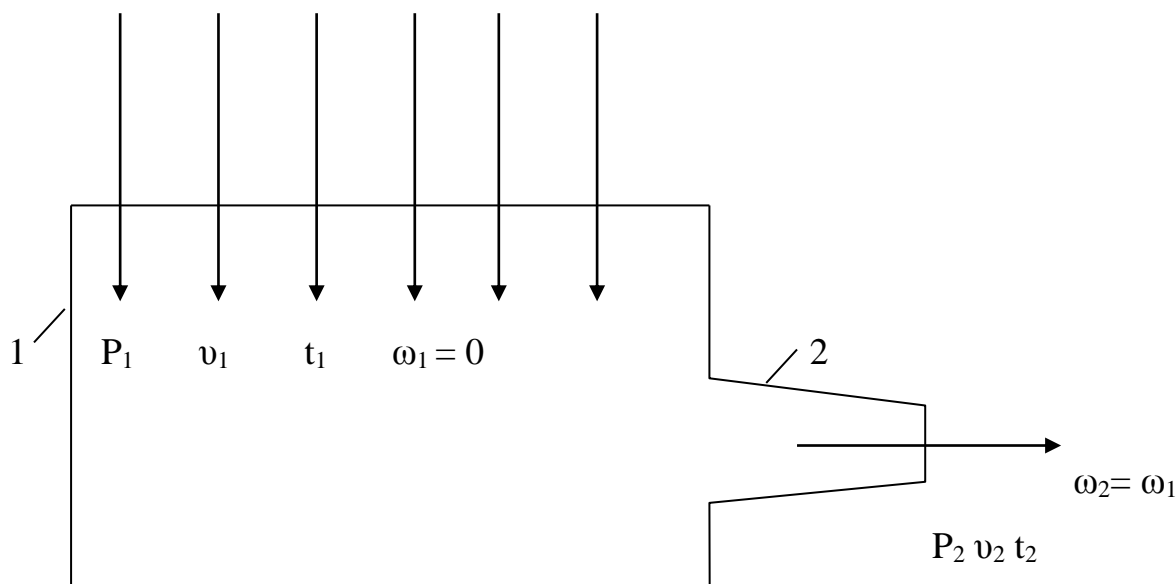
Бу ерда энтальпия i_1 ва i_2 IS -диаграммадан ёки жадвалдан аниқланади.

Газнинг соплодан оқиб чиқиш процессини кўриб чиқамиз.

1-расмда ичида P_1 -босимли газ бор идиш кўрсатилган. Газ идишдан сопло орқали P_2 босимли бўшлиққа оқиб чиқишини кузатамиз.

Газ соплодан босимлар фарқи $P_1 - P_2$ таъсирида оқиб чиқади.

Бунда 1 кг газни силжитиш учун ташқи кучлар l иш бажаради ва 1 кг газ соплодан оқиб чиқишида кенгайиш иши $l_{кенг}$ ни бажаради.



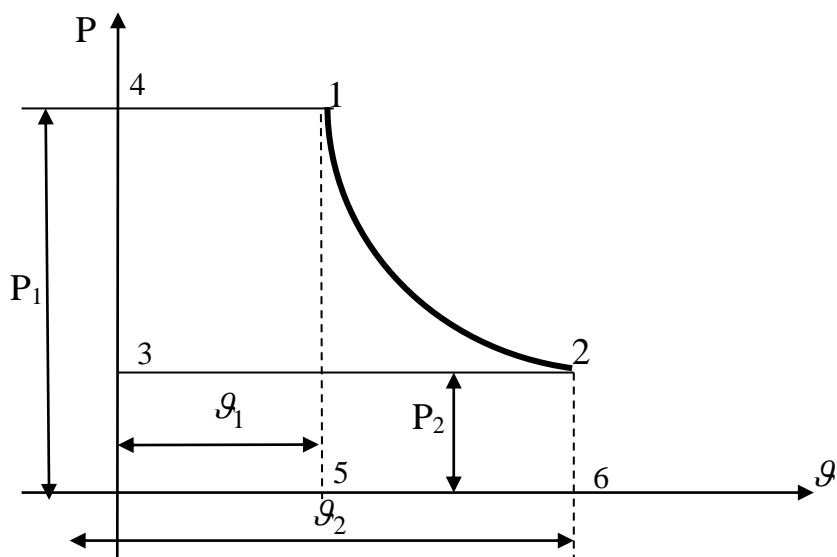
1 - расм.

Шунинг учун соплодан 1 кг газ оқиб чиқишида бажариладиган тўлиқ иш:

$$l_{тулик} = l_{кенг} + p_1 \mathcal{G}_1 - p_2 \mathcal{G}_2 \quad (6)$$

Маълумки адиабатик кенгайиш иши қуйидаги формула билан аниқланиши мумкин:

$$l_{кенг} = \frac{1}{\kappa - 1} (p_1 \mathcal{G}_1 - p_2 \mathcal{G}_2)$$



2-расм.

(6) формулага $l_{кенг}$ нинг қийматини қўйиб қуйидагини оламиз:

$$l_{мул} = \frac{\kappa}{\kappa - 1} (p_1 \vartheta_1 - p_2 \vartheta_2) \quad \text{ёки} \quad l_{мул} = \frac{\kappa}{\kappa - 1} \left(p_1 \vartheta_1 \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} \right)$$

тўлиқ иш $l_{мул}$ бажариладиган иш дейилади.

$P\vartheta$ - диаграммада (2-расм). бажариладиган иш 1234 юза билан тасвирланади, кенгайиш иши l эса 1265 юзага тенг, яъни бажариладиган иш кенгайиш ишидан K марта кўп:

$l_{мул} = K l$ адиабатик процессда газнинг оқиб чиқиш тезлиги:

$$d l_{мул} = \frac{d w^2}{2} \quad \text{ёки} \quad l_{мул} = \int_1^2 \frac{d w^2}{2} = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2}$$

бундан: $w_2 = \sqrt{2 l_{мул} + w_1^2}$

Газнинг бошланғич тезлиги оқиб чиқиш тезлигидан жуда кичик, шунинг учун уни ҳисобга олинмаслиги катта хато бўлмайди.

Демак адиабатик процессда газнинг оқиб чиқиш тезлигини ушбу тенгликдан топиш мумкин:

$$w = \sqrt{2I_{\text{мыл}}} = \sqrt{2(\kappa/(\kappa-1))(p_1 \mathcal{G}_1 - p_2 \mathcal{G}_2)} \quad \text{ёки}$$

$$w = \sqrt{2(\kappa/(\kappa-1))(p_1 \mathcal{G}_1 (1 - (p_2/p_1)^{(\kappa-1)/\kappa}))}$$

Газнинг соплодан оқиб чиқишидаги массавий сарфи:

$$m = \frac{aw}{\mathcal{G}_2}$$

бу ерда: а- каналнинг чиқиш кесим юзаси:

w-оқим тезлиги; \mathcal{G} -чиқиш кесими юзасида газнинг солиштирма хажми.

Адиабатик процесс учун:

$$\mathcal{G}_2 = \mathcal{G}_1 (p_1/p_2)^{1/k}$$

У ҳолда идеал газнинг массавий сарфи m кг/сек ҳисоблаб топиладиган формула:

$$m = \frac{\delta \sqrt{2(k/(k-1)) p_1 \mathcal{G}_1 (1 - (p_2/p_1)^{(k-1)/k})}}{\mathcal{G}_1 (p_1/p_2)^{1/k}} \quad \text{ёки}$$

$$m = \delta \sqrt{2(k/(k-1)) p_1 \mathcal{G}_1 (p_2/p_1)^{2/k} - (p_2/p_1)^{(k+1)/k}} \quad (11)$$

3. ДРОССЕЛЛАШ

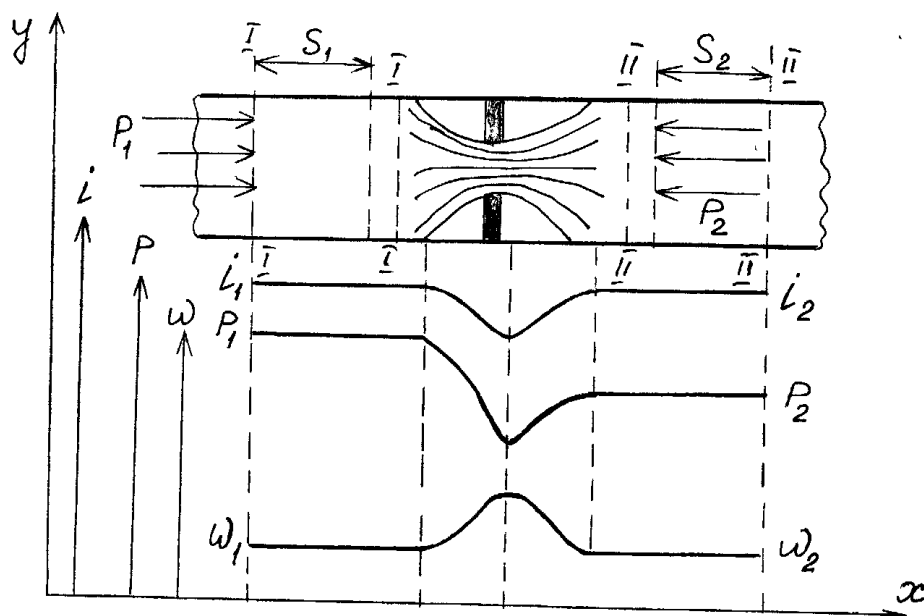
кувур ёки бирор бошқа каналда оқаётган газ ёки суюқлик оқимчаси йўлида кесими қувур ёки канал кесимидан анча кичик бўлимлар бўлса, у ҳолда шу бўлимдан чиқишда газнинг босими пасаяди.

Каналдаги торайган жой орқали оқиш процессида газ босимининг пасайиш ҳодисаси газнинг **дросселланиши** ёки **ғижимланиши** дейилади.

Дросселланиш процесси амалда кўп учрайди.

Масалан: тўлиқ очилмаган жумраклар, задвижкалар, клапанлар, шайбалар ва бошқа қаршиликлардан суюқлик ёки газ ўтганида дросселланади.

Газ (суюклик)нинг маҳаллий қаршилиги, масалан; диафрагмаси бўлган қувур орқали оқиш процессини кўриб чиқамиз.



3 - расм.

Газ қувур бўйлаб диафрагмадаги тешик орқали I-I кесимдан II-II кесимга оқиб чиқади. Оқиб чиқиш процесси адиабатик процесс, яъни қувур деворлари идеал иссиқлик изоляцияси билан ўралган ва атрофдаги муҳит билан иссиқлик алмашилмайди деб ҳисоблаймиз.

Диафрагманинг тор тешигида газнинг тезлиги w_1 дан w_0 гача ортади, босими эса соплодан одатдаги оқиб чиқиш процессидаги каби пасаяди. қувурнинг ўнг қисмида тор тешикдан кейин газнинг тезлиги бутунлай пасайиб, ўзининг дастлабки қийматига тушиб қолади.

$$F_1 = F_2 \text{ десак } w_1 \approx w_2 \text{ бўлади.}$$

Диафрагмадан кейинги босими P эса фақат қисман тикланади ва диафрагмадан олдинги босимга қараганда кам бўлади. Бунга сабаб шуки, газ тор тешикдан ўтганда уюртма ҳосил бўлиши ва ишқаланиш тufайли энергия исроф бўлади.

(4) тенгликдан фойдаланамиз:

$$i_1 - i_2 = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2}$$

I-I ва II-II кесимлар учун $w_1 \approx w_2$ бўлгани учун i_1-i_2 ва $i_1=i_2$ бўлади, яъни газни дросселлаш натижасида унинг энтальпияси ўзгармайди.

Идеал газ учун энтальпия фақат температурага боғлиқ бўлиб, босимга боғлиқ бўлмаганлиги сабабли идеал газ дросселланганда температура ҳам ўзгармасдан қолади.

Реал газлар дросселланганда, айниқса юқори босимларда температуранинг пасайиши кузатилади.

Адиабатик дросселлаш процессида газ ва суюқликлар температурасининг ўзгариш ҳодисаси Жоуль-Томсон эффекти деб аталади.

Агар газнинг босими жуда кичик dp миқдорда ўзгарса, у пайтда температуранинг жуда кичик миқдорда ўзгариши кузатилади:

$$dT_1 = a_i dp_i \quad \text{ёки} \quad a_i = \left(\frac{dT}{dp}\right)_i$$

бу ерда: a_i - Жоуль-Томсон коэффициентлари деб аталади.

Дросселдаги босимнинг камайиши анча катта бўлганда адиабатик дросселлаш процессида газ температурасининг ўзгариши интеграл дроссель эффект деб аталади ва қуйидаги тенгликдан топилади.

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \int_{p_1}^{p_2} \frac{T(d\theta/dT)_p - \theta}{C_p} dp \quad (13)$$

Дросселлашда совиқ ҳосил бўлиши совитиш техникасида кўпчилик паст температурали процесслар учун асос бўлиб хизмат қилади, газларни суюқ ҳолга ўтказишда ҳал қилувчи роль уйнайди.

Ишчи жисмнинг босимини пасайтириш зарур бўладиган махсус редукцияли-совитиш қурилмаларида дросселлаш процессидан кенг фойдаланилади.

СИНОВ САВОЛЛАРИ:

1. Газ ва буғларнинг оқиб чиқиши.
2. Газнинг соплодан оқиб чиқиши.
3. Оқим учун ишни аниқлаш.
4. Дросселлаш.
5. Газнинг оқиб чиқиш тезлигини аниқлаш.
6. Сопо ва диффузорларни тушунтиринг.
7. Бажариладиган иш.
8. Термодинамика 1 – тенгламаси.
9. Газнинг массавий сарфини аниқлаш.
10. Адиабатик процесда газнинг оқиб чиқиши.

ТАЯНЧ ИБОРАЛАР

Сопо, диффузор, дроселлаш, Жоуль - Томсон эффекти, Жоуль - Томсон коэффициенти, оқим тезлиги, кинетик энергия, адиабатик оқиш, кенгайиш иши, диафрагма.