

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

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК ПЕДАГОГИКА ИНСТИТУТИ

**«АВТОМОБИЛЛАР, ТРАКТОРЛАР ВА ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИ»
кафедраси**

«ИССИҚЛИК ТЕХНИКАСИ»

**фанидан амалий машғулотларни
бажариш учун**

УСЛУБИЙ КЎРСАТМА

Наманган - 2006 й

Ушбу услубий кўрсатма ишчи танани холатини аниқлаш бўйича, термодинамиканинг биринчи ва иккинчи қонунига, асосий термодинамик жараёнларга, ёниш назариясига оид масалалар ва уларни намуналари, ҳисоблаш услублари келтирилган.

5521200 «Транспорт воситаларини ишлатиш ва таъмирлаш» таълим йўналиши бўйича таълим олаётган талабаларга мўлжалланган.

Тузувчилар:

доц. А.Шокиров
к.ўқ. А. Бобоматов
асс. Ш.Хидиров

Такризчи:

доц. А.Қамбаров

Ушбу услубий кўрсатма «Автомобиллар, тракторлар ва ўқитиш методикаси» кафедрасининг “__” _____ 200 йилдаги йиғилишида («№__» сонли мажлис баёни) кўриб чиқилди ва маъқулланди.

Кафедра мудири:

доц. А.Ботиров

Услубий кўрсатма институт илмий-услубий кенгашининг 200 йил «__» ноябрдаги №__ сонли йиғилишида муҳокама қилинган ва фойдаланишга тавсия этилган. (рўйхат рақами №__)

1-амалий машғулот

Мавзу: Ишчи танани холатини аниқлаш бўйича масалалар ечиш.

1. Назарий қисм.

Иссиқлик энергиясини механик энергияга айлантирувчи қуролма иссиқлик машинаси дейилади. Иссиқлик машиналарига буғ машиналари, ички ёнув двигателлари, буғ трубинаси, турли хил ракеталар (КРД-кимёвий ракета двигатели, ЯДР-ядро ракета двигатели, ЭРД-электродинамик ракета двигатели) киради. Иссиқлик машиналарининг ишлаши даврий равишда такрорланиб турадиган термодинамик жараёнларга асосланган. Бундай даврий жараёнларда иссиқлик аввал системага узатилади, у ташқи кучларга қарши маълум иш бажаргандан сўнг, қолдиқ иссиқлик миқдори системадан чиқарилади.

Иссиқлик-материя ҳаракатининг бир шаклидир. Моддани ташкил этган заррачалар ва майдонлар мажмуаси материя ҳисобланади. Модданинг таркибий қисмига кирган электрон, атом, молекула, заррача, кристалл панжара тугунларида жойлашган атомларнинг мураккаб ҳаракати натижасида пайдо бўладиган энергия-иссиқликдир.

Ишчи тана-энергияни бир турдан бошқа турга айлантириш жараёнида иш бажарадиган моддалардир.

Ишчи тана деганда ёқилғининг (бензин, мазут, керосин, соляр мойи, газ ва газлар аралашмаси порох, сув буғи, зарралар ёки плазма оқими) ҳар хил турлари тушунилади. Масалан, ички ёнув двигателларида бензин буғи билан ҳаво аралашмаси ишчи тана ҳисобланади. Ишчи тана ҳисобига иссиқлик ҳосил қилинади, узатилади ва ортиқчаси совитгичга чиқарилади ҳамда маълум миқдорда иш бажарилади. Бу иссиқлик миқдорининг катталиги ишчи тананинг иссиқлик бериш хусусиятига боғлиқ.

Техникада қуйидаги газлар энг кўп ишлатилади. O_2 -кислород, N_2 -азот, H_2 -водород, CO -углерод оксиди, CO_2 -карбонат ангидрид, CH_4 -метан (ботқоқ гази), H_2O -сув буғи, табиий ва сунбий газ, газлар аралашмаси-атмосфера ҳавоси.

Ҳар қандай иссиқлик двигателининг иш жараёнида иситгичнинг температураси T_1 совитгичнинг температураси T_2 дан катта, яъни $T_1 > T_2$ шарт бажарилганда ва ўринли бўлганда иш бажариш мумкин.

2. Ҳисоб-технологик қисм.

Ёнилғининг тўлиқ ёниш маҳсулотлари қуйидаги ташкил этувчилардан иборат: CO_2 -карбонат ангидрид, H_2O -сув буғи, O_2 -кислород, N_2 -азот (1-жадвалда).

- 1) Аралашманинг ўртача молекуляр массаси (μ_{ap}) ва газ доимийси (R_{ap}), ташкил этувчиларнинг газ доимийси (R_i)
- 2) Ташкил этувчиларнинг массали қисми (g_i)
- 3) Нормал шароитда (t^*0^0 С ва P_H^*760 мм симоб устуни) ташкил этувчилари зичлиги (ρ_i) ва аралашмани зичлиги (ρ_{ap})
- 4) Ташкил этувчиларини нормал шароитдаги порциал босими, уларнинг порциал босим ва аралашма ҳарорати $t_{ap}^*55^0$ бўлгандаги зичлиги.
- 5) Ўзгармас ҳажмдаги ва ўзгармас босимдаги аралашмани моляр, массали ва ҳажмий ҳақиқий иссиқлик сиғими.

б) Ҳарорат t_1 дан ҳарорат t_2 гача камайганда бир моль, бир кг ва бир куб метр аралашма берадиган иссиқликни t_1 ва t_2 ларнинг қиймати 1-жадвалдан олинади.

1-жадвал

Карбонат ангидрид, сув буғи, кислород, азот ва иссиқликларни қуйидаги жадвалдан олинади.

Вариант рақами	Ташкил этувчиларнинг ҳажмий қисми				$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$
	$r_{\text{CO}_2}, \%$	$r_{\text{H}_2\text{O}}, \%$	$r_{\text{O}_2}, \%$	$r_{\text{N}_2}, \%$		
1	10	6	3	81	1260	340
2	11	7	6	76	1250	290
3	15	5	5	75	1370	310
4	14	6	3	77	1480	340
5	13	7	4	76	1460	320
6	12	7	5	76	1440	330
7	11	8	6	75	1420	310
8	10	8	4	76	1409	370
9	16	5	3	76	1380	410
10	17	5	2	76	1360	340
11	14	6	5	81	1480	290
12	12	6	3	75	1260	310
13	10	8	6	76	1250	340
14	13	7	5	75	1370	320
15	17	5	2	76	1480	330
16	16	6	4	81	1460	310
17	14	8	3	75	1440	370
18	11	7	6	76	1420	410
19	13	5	5	76	1409	340
20	10	6	2	75	1380	290
21	17	8	4	81	1360	310
22	12	7	3	75	1480	370
23	16	5	6	81	1260	410
24	11	6	5	76	1250	340
25	14	8	2	75	1370	320

Амалий машғулот ҳисоблари.

1. Аралашманинг ўртача молекуляр массаси- $\mu_{\text{ар}}$ аралашманинг газ доимийси- $R_{\text{ар}}$ ва аралашманинг ташкил этувчиларини газ доимийси R_i -ни аниқлаш.

1.1 Аралашманинг ўртача молекуляр массаси.

$$\mu_{\text{ар}}^* \sum_{i=1}^n r_i \mu_i = r_{\text{CO}_2} \cdot \mu_{\text{CO}_2} + r_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \mu_{\text{H}_2\text{O}} + r_{\text{O}_2} \cdot \mu_{\text{O}_2} + r_{\text{N}_2} \cdot \mu_{\text{N}_2}$$

бу ерда: r_i -аралашманинг ташкил этувчиларининг ҳажмий қисми, 1-жадвалдан олинади; μ_i -аралашманинг ташкил этувчиларини молекуляр массаси, 2-жадвалдан олинади.

2-жадвал

Аралашманининг ташкил этувчилари қуйидаги жадвалдан олинади.

Газлар	Кимёвий белгиси	μ_i	a	B
Ҳаво	-	28,950	28,7558	0,005721
Водород	H ₂	2,014	28,3446	0,003152
Азот	N ₂	28,013	28,5372	0,005390
Кислород	O ₂	31,999	29,5802	0,006971
Ис газы	CO	28,0105	28,7395	0,005862
Карбонат ангидрид	CO ₂	44,010	41,3597	0,013204
Сув буғи	H ₂	18,016	32,8367	0,011661

1.2. Аралашманинг газ доимийси

$$R_{ap} * 8,3143 | \mu_{ap}, \text{ ж/кг} \cdot \text{град}$$

1.3. Аралашманинг ташкил этувчиларини газ доимийси

$$R_i * 8,3143 | \mu_i, \text{ ж/кг} \cdot \text{град}$$

2. Аралашманинг ташкил этувчиларини массали қисми- g_i ни аниқлаш.

$$g_i = (V_{ap} / V_i) r_i = (\mu_i / \mu_{ap}) r_i = (R_{ap} / R_i) r_i$$

бу ерда: V_{ap} -аралашма ҳажми, м³; V_i -аралашмани ташкил этувчилар ҳажми, м³.

3. Нормал шароитда аралашманинг ташкил этувчиларини ва аралашманинг зичлигини аниқлаш.

3.1 Аралашманинг ташкил этувчиларини зичлиги

$$\rho_i = P_H / (R_i T_H), \text{ кг/м}^3$$

бу ерда: P_H 1013250 Па нормал шароитдаги босим; T_H 273 К-нормал шароитдаги ҳарорат.

3.2. Аралашмани нормал шароитдаги зичлиги;

$$\rho_i = P_H / (R_{ap} \cdot T_H), \text{ кг/м}^3$$

4. Аралашмани ташкил этувчиларнинг нормал шароитдаги парциал босимини, уларнинг парциал босим ва аралашма ҳарорати 15⁰С бўлгандаги зичлигини аниқлаш.

4.1. Аралашмани ташкил этувчиларнинг нормал шароитдаги парциал босими:

$$P_i + m_i R_i T / V + p m_i R_i / m_{ap} R_{ap} + p g_i R_i / R_{ap} + p g_i \mu_{ap} / \mu_i, \text{ Па}$$

бу ерда: m_i -аралашмани ташкил этувчилар массаси, кг;

V -аралашмани ҳажми, м³;

P -босим, Па;

m_{ap} -аралашмани массаси, кг.

4.2. Аралашмани ташкил этувчиларнинг парциал босим ва ҳарорати 55^0 С бўлгандаги зичлиги;

$$\rho_i = P_i/R_i \cdot T_{55}), \quad \text{кг/м}^3$$

5. Аралашманинг ўзгармас босим ва ўзгармас ҳажмдаги моляр массали ва ҳажмий ҳақиқий иссиқлик сиғимларини аниқлаш.

5.1. Моляр иссиқлик сиғими.

5.1.1 Ўзгармас босимдаги моляр иссиқлик сиғими.

$$\mu C_{pap} = \sum_{i=1}^n [a_i + b_i(t_1 + t_2)/2], \quad \text{кЖ/(кмол.град)}$$

бу ерда: a_i ва b_i лар аралашманинг ташкил этувчиларини эмпирик коэффициентлари, 2-жадвалдан олинади.

5.1.2. Ўзгармас ҳажмдаги моляр иссиқлик сиғими.

$$\mu C_{vap} = \sum_{i=1}^n [\mu C_{pi} - 8.3142], \quad \text{кЖ/(кмол.град)}$$

5.2. Массали иссиқлик сиғими.

5.2.1. Ўзгармас босимдаги массали иссиқлик сиғими.

$$C_{pap} = \sum_{i=1}^n (g_i c_{pi}) = \sum_{i=1}^n \left(g_i \frac{a_i + b_i t}{\mu_i} \right) = \sum_{i=1}^n \left(g_i \frac{\mu C_{pi}}{\mu_i} \right), \quad \text{кЖ/(кмол.град)}$$

5.2.2. Ўзгармас ҳажмдаги массали иссиқлик сиғими.

$$C_{vap} = \sum_{i=1}^n (g_i c_{vi}) = \sum_{i=1}^n \left(g_i \frac{\mu C_{vi}}{\mu_i} \right), \quad \text{кЖ/(кмол.град)}$$

5.3 Ҳажмий иссиқлик сиғими.

5.3.1 Ўзгармас босимдаги ҳажмий иссиқлик сиғими.

$$C^1_{pap} = \sum_{i=1}^n (r_i c^1_{pi}) = \sum_{i=1}^n \left(r_i \frac{a_i + b_i t}{22,4} \right) = \sum_{i=1}^n \left(r_i \frac{\mu C_{pi}}{22,4} \right), \quad \text{кЖ/(м}^3 \cdot \text{град)}$$

5.3.2 Ўзгармас ҳажмдаги ҳажмий иссиқлик сиғими.

$$C^1_{vap} = \sum_{i=1}^n (r_i c^1_{vi}) = \sum_{i=1}^n \left(r_i \frac{\mu C_{vi}}{22,4} \right), \quad \text{кЖ/(м}^3 \cdot \text{град)}$$

6. Ҳарорат t_1 дан t_2 гача совитилганда бир мол, бир кг ва бир м^3 аралашмани берган иссиқликни аниқлаш.

6.1 Бир мол аралашма берган иссиқлик.

6.1.1 Иссиқлик сиғими ўзгармас босимда бўлганда:

$$Q_{ap} = \mu C_{pap} \Big|_{t_1}^{t_2} (t_2 - t_1), \quad \text{кЖ}$$

6.1.2 Иссиқлик сиғими ўзгармас ҳажмда бўлганда:

$$Q_{ap} = \mu C_{vap} \Big|_{t_1}^{t_2} (t_2 - t_1) , \text{ кЖ}$$

6.2 Бир кг аралашма берган иссиқлик.

6.2.1 Иссиқлик сиғими ўзгармас босимда бўлганда:

$$Q_{ap} = C_{pap} \Big|_{t_1}^{t_2} (t_2 - t_1) , \text{ кЖ}$$

6.2.2 Иссиқлик сиғими ўзгармас ҳажмда бўлганда:

$$Q_{ap} = C_{vap} \Big|_{t_1}^{t_2} (t_2 - t_1) , \text{ кЖ}$$

6.3 Бир куб метр аралашма берадиган иссиқлик сиғимини аниқлаш.

6.3.1 Иссиқлик сиғими ўзгармас босимда бўлганда:

$$Q_{ap} = C^1_{pap} \Big|_{t_1}^{t_2} (t_2 - t_1) , \text{ кЖ}$$

6.3.2 Иссиқлик сиғими ўзгармас ҳажмда бўлганда:

$$Q_{ap} = C^1_{vap} \Big|_{t_1}^{t_2} (t_2 - t_1) , \text{ кЖ}$$

Ҳисоблар натижаси қуйидаги 3 ва 4-жадваллар кўринишида берилади.

3-жадвал

Газ	r_i	g_i	μ_i	ρ_i	R_i	P_i	$\rho_i (P_i \text{ ва } t_{\text{к55}}^0 \text{ С да})$
CO ₂							
H ₂ O							
O ₂							
N ₂							
Газ аралашмаси							

4-жадвал

Газ	a_i	b_i	r_i	$a_i r_i / 22,4$	$b_i r_i / 22,4$	g_i	$a_i g_i / \mu_i$	$b_i g_i / \mu_i$
CO ₂								
H ₂ O								
O ₂								
N ₂								
Газ аралашмаси								

2-амалий машғулот

Мавзу: Термодинамиканинг биринчи қонунига оид масалалар ечиш.

1. Назарий қисм.

Газларни аралаштириш.

Ўзаро бир-бирига таъсир этмайдиган кимёвий газлар аралашганда, уларни босим ва ҳарорати ҳар хил бўлади.

Босим ва ҳарорати ҳар хил бўлган бир-бирига таъсир этмайдиган газлар аралашганда, уларнинг охириги аралашмаси ҳолатини аниқлашга тўғри келади. Бунда икки ҳол фарқланади.

1. $V \cdot \text{const}$ бўлган газларни аралаштирилганда газларнинг аралганга ва аралашгандан кейинги ҳажмлар йиғиндиси ўзгармас бўлади. агар газлар аралаштргунга қадар эгаллаган ҳажми;

$$V_1, V_2, \dots, V_n \text{ м}^3,$$

босими;

$$P_1, P_2, \dots, P_n \text{ Па},$$

ва ҳарорати;

$$T_1, T_2, \dots, T_n,$$

иссиқлик сиғимларининг нисбати; $k = \frac{C_p}{C_v}$

K_1, K_2, \dots, K_n га тенг бўлса аралашма параметрлари қуйидаги формулалар билан аниқланади;

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot v_i}{k_i - 1}}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot v_i}{(k_i - 1) \cdot T_i}} \quad (1)$$

Аралашма босим қуйидагича аниқланади;

$$P = \frac{T}{V} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot v_i}{T_i} \quad (2)$$

Аралашма ҳажм қуйидагича аниқланади;

$$V = \sum_{i=1}^n v_i \quad (3)$$

Моль иссиқлик сиғими тенг бўлган газлар учун уларнинг $k = \frac{c_p}{c_v}$ к

(иссиқлик сиғимларининг нисбати) ҳам тенг бўлиб, юқоридаги тенгламалар қуйидаги кўринишда бўлади;

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot v_i}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot v_i}{T_i}} \quad (4)$$

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot v_i}{T_i} \quad (5)$$

2. Поток-мажмуа газлар аралашуви. Оммавий аралашган газ мажмуасининг сарфи;

M_1, M_2, \dots, M_n кг|соат га тенг бўлса,
ҳажм сарфи;

$V_1, V_2, \dots, V_n, \text{ м}^3/\text{г},$

газлар босими эса;

$P_1, P_2, \dots, P_n \text{ Па},$

ҳароратлари;

$T_1, T_2, \dots, T_n,$

ва иссиқлик сиғимларининг нисбати мос равишда;

K_1, K_2, \dots, K_n бўлса аралшма ҳарорати қуйидаги формула билан аниқланади;

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{k_i - 1} \cdot p_i \cdot v_i}{\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{(k_i - 1)} \cdot \frac{p_i \cdot v_i}{T_i}} \quad (6)$$

Аралашманинг бирлик вақт ичидаги ҳажмий сарфи T ҳарорат ва P босимда қуйидагича;

$$V = \frac{T}{P} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot v_i}{T_i} \quad (7)$$

k қиймати тенг бўлган газлар учун аралашманинг ҳарорати (4) формула билан аниқланади. Агар газ мажмуасининг k қиймати бир хил бўлишидан ташқари босимлари ҳам бир хил бўлса (6) ва (7) формулалар қуйидаги кўринишда бўлади;

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{T_i}} \quad (8)$$

$$V = T \cdot \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{T_i} \quad (9)$$

Газлар аралашувиға боғлиқ бўлган хама тенгламалар ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмаслик шарти билан чиқарилаган.

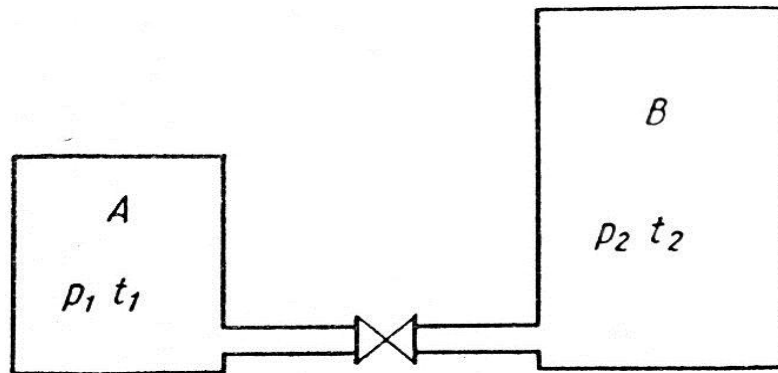
2. Ҳисоб-технологик қисм.

Иккита бир-биридан ажратилган A ва B идишларда қуйидаги газлар сақланади (1-расм).

A идишда a_1 литр азот $p_1^* \cdot v_1$ бар ва $t_1^* \cdot c_1$ $^{\circ}\text{C}$,

B идишда a_2 литр углерод $p_2^* \cdot v_2$ бар ва $t_2^* \cdot c_2$ $^{\circ}\text{C}$, лар мавжуд.

Агар ораликни бирлаштирувчи вентил очиб юборилса аралашма газнинг босими ва ҳароратини ҳисобланг, ташқи муҳит билан иссиқлик алмашиниш ҳисобға олинмасин.



1-расм.

5-жадвал

Азот ва углерод газларини қуйидаги жадвалдан олинади.

№	Азот			Углерод		
	a_1 литр	v_1 бар	c_1 °C	a_2 литр	v_2 бар	c_2 °C
1	50	20	200	200	5	600
2	60	22		210	6	
3	70	24		220	7	
4	80	26		230	8	
5	90	28		240	9	
6	100	30	250	250	10	700
7	110	32		260	11	
8	120	34		270	12	
9	130	36		280	13	
10	140	38		290	14	
11	150	40	300	300	15	800
12	160	42		310	16	
13	170	44		320	17	
14	180	46		330	18	
15	190	48		340	19	
16	200	50	350	350	20	900
17	210	52		360	21	
18	220	54		370	22	
19	230	56		380	23	
20	240	58		390	24	
21	250	60	400	400	25	1000
22	260	62		410	26	
23	270	64		420	27	
24	280	66		430	28	
25	290	68		440	29	

Амалий машғулот ҳисоблари.

Аралашманинг ҳарорати (1) формула билан аниқланади.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot v_i}{k_i - 1}}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot v_i}{(k_i - 1) \cdot T_i}}$$

книнг қийматини азот ва углерод учун иловадаги жадваллардан аниқлаймиз. (250, 350, 450,.... ҳароратлар учун ўзидан олдинги ва кейинги юзлик ҳароратларга берилган қийматлар йиғиндисини иккига бўлиб олинади).

$$k_{N_2,200} = \frac{C_p 200}{C_v 200} = \frac{29,471}{21,156} = 1,39$$

$$k_{C200} = \frac{C_p 200}{C_v 200} = \frac{29,647}{21,332} = 1,39$$

шундай қилиб:

$$T = \frac{\left(\frac{20,0 \cdot 0,5}{1,39 - 1} + \frac{5 \cdot 0,2}{1,39 - 1} \right) \cdot 10^5}{\left(\frac{20,0 \cdot 0,5}{(1,39 - 1) \cdot (200 + 273)} + \frac{5 \cdot 0,2}{(1,39 - 1) \cdot (600 + 273)} \right) \cdot 10^5} = \frac{2,53 + 5,27}{\frac{2,53}{473} + \frac{5,27}{873}} = \frac{7,8}{0,0114} = 684^0 k = (684 - 273) = 411^0 C$$

Аралашманинг босими қуйидаги (2) формула билан аниқланади:

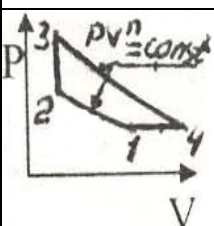
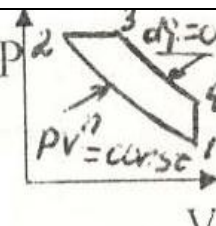
$$P = \frac{T}{V} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot v_i}{T_i} = \frac{684}{0,25} \cdot \left(\frac{20 \cdot 0,05 \cdot 10^5}{473} + \frac{5 \cdot 0,2 \cdot 10^5}{873} \right) = \frac{684}{0,25} \cdot (21,14 + 114,5) = 8,9, бар$$

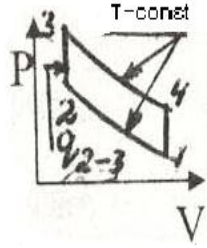
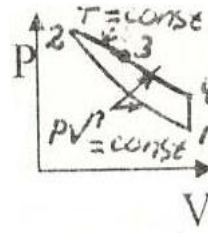
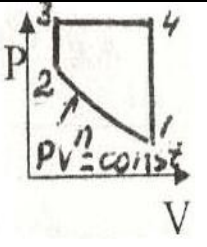
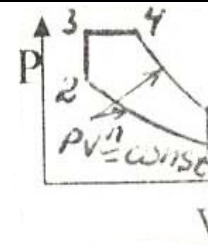
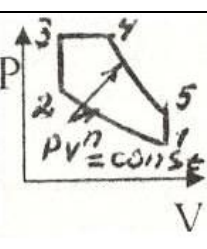
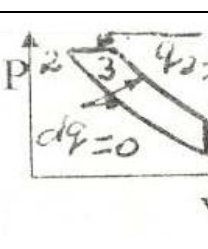
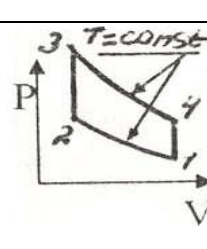
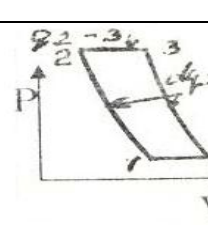
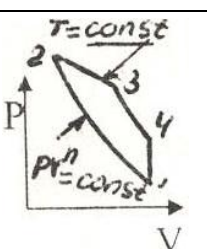
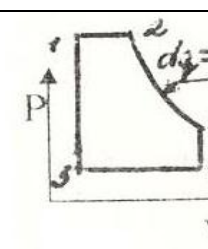
3-амалий машғулот

Мавзу: Циклларнинг асосий кўрсаткичларини аниқлаш.

Ишчи жисм-1кг ҳаво идеал газ характеристик тенгламасига бўйсинади.

Амалий машғулотни бажариш учун қуйидагилар берилган: ҳавонинг ўзгармас босимдаги массали иссиқлик сиғими $C_p 1,005$ кЖ/кг град; ҳавонинг газ доимийлиги $R 287$ Ж/кг град;

№	Цикл	Бошланғич маълумот	№	Цикл	Бошланғич маълумот
1		$P_1 + 0,12$ МПа $V_1 + 0,5$ м ³ /кг $T_2 + 323$ К $P_3 + 2,5$ МПа $n + 1,2$	7		$P_1 + 0,12$ МПа $T_1 + 360$ К $\epsilon + 16$ $P_2 + 2$ МПа $n + 1,25$

2		$V_1 + 1,2 \text{ м}^3/\text{кг}$ $T_1 + 323 \text{ К}$ $\varepsilon + V_1/V_2 + 5$ $q_{2-3} = 840 \text{ кДж/К}$	8		$T_1 + 360 \text{ К}$ $V_1 + 1,3 \text{ м}^3/\text{кг}$ $P_2 + 4,5 \text{ МПа}$ $P_3 + 1,0 \text{ МПа}$ $n + 1,33$
3		$V_1 + 0,9 \text{ м}^3/\text{кг}$ $T_1 + 308 \text{ К}$ $V_2 + 0,15 \text{ м}^3/\text{кг}$ $P_3 + 1,4 \text{ МПа}$ $n + 1,25$	9		$P_1 + 0,142 \text{ МПа}$ $T_1 + 342 \text{ К}$ $T_1 + 2150 \text{ К}$ $\lambda = 1,8$ $\varepsilon + 15$ $n + 1,28$
4		$P_1 + 0,1 \text{ МПа}$ $T_1 + 360 \text{ К}$ $V_2 + 0,07 \text{ м}^3/\text{кг}$ $P_3 + 4,5 \text{ МПа}$ $n + 1,3$ $V_4 + 0,15 \text{ м}^3/\text{кг}$	10		$P_1 + 0,12 \text{ МПа}$ $T_1 + 358 \text{ К}$ $\varepsilon + V_1/V_2 + 15$ $q_{2-3} = 840 \text{ кДж/К}$
5		$P_1 + 0,1 \text{ МПа}$ $T_1 + 300 \text{ К}$ $P_2 + 0,8 \text{ МПа}$ $q_{2-3} = 628 \text{ кДж/К}$	11		$T_1 + 373 \text{ К}$ $P_1 + 0,09 \text{ МПа}$ $P_2 + 3,5 \text{ МПа}$ $q_{2-3} = 1047 \text{ кДж/К}$
6		$P_1 + 0,18 \text{ МПа}$ $V_1 + 0,5 \text{ м}^3/\text{кг}$ $T_3 + 573 \text{ К}$ $P_3 + 3 \text{ МПа}$ $n + 1,2$	12		$P_1 + 1,0 \text{ МПа}$ $T_1 + 483 \text{ К}$ $T_2 + 573 \text{ К}$ $V_3 + 0,2 \text{ м}^3/\text{кг}$ $P_4 + 0,6 \text{ МПа}$

Қолган микдорлар вариантга мос ҳолда 5-жадвалда келтирилган.

Қуйидагиларни аниқлаш талаб қилинади:

- 1) Берилган цикл учун ҳамма нукталаридаги босим P , ҳажм V ва ҳарорат T ;
- 2) Ҳар бир жараён учун берилган ёки олинган иссиқлик- $\pm q$ кЖ/кг;
термодинамик жараёнда ички энергия ўзгариши- ΔU кЖ/кг;
термодинамик жараёнда энталпия ўзгариши- Δi кЖ/кг;
термодинамик жараёнда энтропия ўзгариши- ΔS кЖ/кг;
термодинамик жараёндаги иш- $I_{\text{тр}}$ кЖ/кг;
- 3) PV координаталарда цикл тасвири;
- 4) TS координаталарда цикл тасвири;

5) Цикл учун иш- $I_{ц}$ кЖ|кг;
термик Ф.И.К- η_i ва циклнинг ўртача босими- $P_{ц}$ МПа.

Амалий машғулот ҳисоблари.

6-жадвалда термодинамик жараёнларнинг асосий ҳисоблаш нисбатлари келтирилган.

6-жадвал

Жараён	Жараён тенгламаси	Кўрсаткичлар аро нисбат	Механикавий иш	Иссиқлик	Энтропияни ўзгариши
Изохорли	$V \cdot \text{const}$	$P_1 T_1 \cdot P_2 T_2$	$I \cdot 0$	$q \cdot c_v(T_2 - T_1)$	$\Delta S \cdot c_v \ln(T_2 T_1)$
Изобарли	$P \cdot \text{const}$	$V_1 T_1 \cdot V_2 T_2$	$I \cdot P(V_2 - V_1) \cdot R(T_2 - T_1)$	$q \cdot c_p(T_2 - T_1)$	$\Delta S \cdot c_p \ln(T_2 T_1)$
Изо-термли	$T \cdot \text{const}$ $PV \cdot \text{const}$	$P_1 V_1 \cdot P_2 V_2$	$I \cdot R \ln(V_2 V_1) \cdot RT \ln(P_1 P_2)$	$Q \cdot 1$	$\Delta S \cdot R \ln(P_1 P_2) \cdot R \ln(V_1 V_2)$
Адиабатли	$PV^k \cdot \text{const}$	$P_1 V_1^k \cdot P_2 V_2^k$ $T_1 V_1^{k-1} \cdot P_2 V_2^{k-1}$ $(P_1 P_2)^{1/k} \cdot (T_1 T_2)^{1/(k-1)}$	$I \cdot (p_1 v_1 - p_2 v_2) \cdot (k-1) \cdot R(T_1 - T_2) / (k-1)$	$Q \cdot 0$	$\Delta S \cdot 0$ $S \cdot \text{const}$
Поли-тропли	$PV^n \cdot \text{const}$	$P_1 V_1^n \cdot P_2 V_2^n$ $T_1 V_1^{n-1} \cdot P_2 V_2^{n-1}$ $(P_1 P_2)^{1/n} \cdot (T_1 T_2)^{1/(n-1)}$	$I \cdot (p_1 v_1 - p_2 v_2) \cdot (n-1) \cdot R(T_1 - T_2) / (n-1)$	$q \cdot (c_v(n-k) / (n-1))(T_2 - T_1)$	$\Delta S \cdot (c_v(n-k) / (n-1)) \ln(T_2 T_1)$

1. Термодинамик жараёнларда ички энергиянинг ўзгаришини аниқлаш.

$$\Delta U \cdot c_v(T_2 - T_1) \quad \text{кЖ|кг,}$$

2. Термодинамик жараёнларда энталпиянинг ўзгаришини аниқлаш.

$$i_2 - i_1 \cdot c_p \Big|_0^{T_2} \cdot T_2 - c_p \Big|_0^{T_1} \cdot T_1 \quad \text{кЖ|кг,}$$

Агарда иссиқлик сифими ўзгармас бўлса:

$$\Delta i = c_p(T_2 - T_1) \quad \text{кЖ|кг,}$$

3. Ҳисобланган натижаларга таяниб, циклнинг PV диаграммадаги тасвирини чизиш.

4. Ҳисобланган натижаларга таяниб, циклнинг TS диаграммадаги тасвирини чизиш.

5. Цикл бажарган ишни $I_{ц}$ термик фойдали иш коэффициенти η_i ва ўртача босим $P_{ц}$ ни аниқлаш.

5.1. Цикл бажарган иши;

$$I_u = \sum I_{in} \quad \text{кЖ|кг,}$$

5.2. Циклнинг термик фойдали иш коэффициенти.

5.2.1. Иссиқлик двигателининг термик Ф.И.К;

$$\eta_i \cdot 1 - q_2|q_1$$

бу ерда,

$$q_1 = \sum_{i=1}^n (+ q_i^{np})$$

циклга берилган иссиқлик миқдори,

$$q_1 = \sum_{i=1}^n (-q_i^{np})$$

циклга олинган иссиқлик миқдори.

5.2.2. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган ИЁД нинг термик Ф.И.К;

$$\eta_t = 1 - (\lambda p^k - 1) / \{ \varepsilon^{k-1} [(\lambda - 1) + K\lambda(p - 1)] \}$$

бу ерда,

$$\varepsilon = V_1 / V_2$$

сиқиш даражаси, V_1 ва V_2 -мос ҳолда сиқишни бошланишидаги ва охиридаги ҳажм;

$$\lambda = P_3 / P_2$$

иссиқлик ўзгармас ҳажмда берилган жараёндаги босимни ортиш даражаси ;

$$p = V_4 / V_3$$

дастлабки кенгайиш даражаси;

к-адиабатик кўрсаткичи.

5.2.3. Ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериладиган ИЁД циклини термик Ф.И.К.

$$\eta_t = 1 - (1 / \varepsilon^{k-1})$$

5.2.4. Ўзгармас босимдаги иссиқлик бериладиган И.Ё.Д циклини термик Ф.И.К;

$$\eta_t = 1 - [(p^k - 1) / (k\varepsilon^{k-1}(p - 1))]]$$

5.2.5. Ўзгармас босимда иссиқлик берадиган газ турбинали қурилманинг термик Ф.И.К;

$$\eta_t = 1 - (1 / \beta^{(k-1)/k})$$

бу ерда,

$$\beta = P_2 / P_1$$

компрессордаги босимнинг ортиш даражаси.

5.2.6. Ўзгармас босимда иссиқлик берадиган газ турбинали қурилманинг термик Ф.И.К;

$$\eta_t = 1 - [k(\lambda^{1/k} - 1)] / [\beta^{(k-1)/k} (\lambda - 1)]$$

бу ерда,

$$\lambda = P_3 / P_2$$

компрессордаги босимнинг ортиш даражаси.

5.2.7. Циклнинг ўртача босими;

$$P_u = I_u / (V_{\max} - V_{\min}) \quad \text{кЖ/м}^3$$

бу ерда, V_{\max} -поршен пастки чекка нуктада турганда цилиндр ҳажми;
 V_{\min} -поршен юқори чекка нуктада турганда цилиндр ҳажми.

4-амалий машғулот

Мавзу: Ёниш назариясига оид масалалар ечиш

2. Ҳисоб-технологик қисм.

1 кг т массали Ангрен кўмирнинг тўла ёнишидан ҳосил бўлган икки ва уч атомли газлар ҳажми ва CO_2 ҳамда SO_2 қуруқ газлар миқдорини аниқланг. $C^p+62,7$

%, $H^P+3,1\%$, $S_{\text{ш}}^P+2,8\%$, $N^P+0,9\%$, $O^P+1,7\%$, $A^P+23,8\%$, $W^P+5,0\%$ тутун газлар тўла ёнганда $RO_2^{\max}+18,8\%$.

№	Тутун газлар							
	$RO_2^{\max}, \%$	$C^P, \%$	$H^P, \%$	$S_{\text{ш}}^P, \%$	$N^P, \%$	$O^P, \%$	$A^P, \%$	$W^P, \%$
1	16,6	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
2	18,4	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
3	14,8	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
4	16,5	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
5	17,6	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
6	15,4	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
7	16,4	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
8	18,3	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
9	14,7	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
10	16,3	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
11	17,5	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
12	15,3	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
13	16,2	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
14	18,2	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
15	14,6	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
16	16,1	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
17	17,4	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
18	15,2	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
19	16,8	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
20	18,1	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
21	14,5	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
22	16,9	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
23	17,3	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
24	15,1	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0
25	14,4	62,7	3,1	2,8	0,9	1,7	23,8	5,0

Амалий машғулот ҳисоблари.

1) 3 атомли газлар ҳажми қуйидаги формула билан аниқланади;

$$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2} = 0,0187 \cdot (C^P + 0,375 S_{\text{ш}}^P) = 0,0187 \cdot (62,7 + 0,375 \cdot 2,8) = 1,19 \quad \text{м}^3/\text{кг};$$

2) куруқ газлар ҳажми қуйидаги формула билан аниқланади;

$$V_{c.r} = \frac{V_{RO_2}}{RO_2^{\max}} \cdot 100 = \frac{1,19}{18,8} \cdot 100 = 6,33 \quad \text{м}^3/\text{кг};$$

3) Икки атомли газлар ҳажмини қуйидаги формула билан аниқланади;

$$V_{R_2} = V_{c.r} - V_{RO_2} = 6,33 - 1,19 = 5,14 \quad \text{м}^3/\text{кг};$$

4) CO₂ қуруқ газининг миқдори қуйидаги формула билан аниқланади;

$$CO_2 = \frac{V_{CO_2}}{V_{c.r}} \cdot 100 = \frac{0,0187 \cdot C^p}{V_{c.r}} \cdot 100 = \frac{0,0187 \cdot 62,7}{6,33} \cdot 100 = 18,5 \quad \%;$$

5) SO₂ қуруқ газининг миқдори қуйидаги формула билан аниқланади;

$$SO_2 = \frac{V_{SO_2}}{V_{c.r}} \cdot 100 = \frac{0,0187 \cdot 0,3755 \cdot S^p}{V_{c.r}} \cdot 100 = \frac{0,0187 \cdot 0,375 \cdot 2,8}{6,33} \cdot 100 = 0,31 \quad \%.$$