

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

МЕХАНИКА ФАКУЛЬТЕТИ

ЕР УСТИ ТРАНСПОРТ ТИЗИМЛАРИ ВА

УЛАРНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ

“ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИ”

фанидан (карбираторли)

КУРС ИШИ

Бажарди:

А.Нурматов

Қабул қилди:

Ж.Ахунов

Фарғона – 2013 й

Кириш.

Бундан 18 йил муқаддам мамлакатимиз Президенти Ислом Каримов ташаббуси билан Асака шаҳрида автомобил заводи ишга туширилган эди. Шу боисдан ҳам 1996 йил 19 июль Ўзбекистон дунёдаги автомобиль ишлаб чиқарувчи мамлакатлар сафидан жой олган қутлуғ сана ҳисобланади.

Халқаро автоишлаб чиқарувчилар ташкилоти маълумотларига кўра, бутун дунёда бир йил ичида турли русумдаги 70 миллион дондан зиёд автомобиллар ишлаб чиқарилади экан. Ўзбекистон ушбу ташкилотга 1998 йил аъзо бўлиб кирди. Ўтган давр мобойнида мазкур ташкилот билан ўзаро манфаатли ҳамкорлик натижасида автосаноатимиз янада ривожланди.

Бугунги кунда ўзбек автомобилсозлик саноати ривожидан фахрлансак арзийди.

Юртимизда амалга оширилаётган иқтисодий ислохатларнинг беқиёс самараси натижасида кўчаларда елдек елиб юрган “Матиз”, “Дамас”, “Нексия”, “Ласетти”, “Спарк”, “Кобальт”, “Малуби”, “Каптив”, “Ласетти-Жентра”, ҳамда “Орландо” русумли автомобиллар мамлакатимиз кудратидан, иқтисодий юксалишидан сўзламоқда.

Курс лойиҳасини бажаришдан мақсад автомобил двигателларининг назарияси ва динамикаси асослари ҳамда бир қатор умумтехник ва махсус фанлардан олинган билимларни двигателни амалий жиҳатдан ҳисоблашга тадбиқ этишдан иборат.

Курс лойиҳасини бажариш учун ҳар бир талабага алоҳида вазифа берилиб, унда двигателнинг тури, цилиндрлар сони, самарали қуввати, сиқиш даражаси, тирсакли валнинг номинал қувватга мос келган айланишлар частотаси, поршен йўлининг цилиндр диаметрига нисбати, ҳавонинг ортиклик коэффициенти ҳамда аралашма ҳосил қилиш усули (дизел двигателлари учун) кўрсатилади.

1. ДВИГАТЕЛНИНГ ИССИҚЛИК ҲИСОБИ

Иссиқлик ҳисоби янги лойиҳаланаётган двигателнинг асосий параметрларини керакли даражада аниқликда аналитик усулда аниқлашга ҳамда ишлаб турган двигател иш жараёнининг янгиланиш даражасини текширишга имкон беради. Алоҳида жараёнларни кўриб чиқиш ва ҳисоблаш цикл кўрсаткичлари, двигател қуввати ҳамда цилиндрнинг поршен юқори ҳажмидаги босимнинг тирсакли вал бурилиш бурчагига мос ҳолда ўзгаришининг тахминий қийматларини аниқлаш имконини беради. Ҳисоблашлар натижасида двигателнинг асосий ўлчамлари аниқланади (цилиндр диаметр ва поршен йўли).

КАРБЮРАТОРЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ИССИҚЛИК ҲИСОБИ

Берилган:

1.	Двигателнинг номинал қуввати	-	Ne = 32 кВт
2.	Тирсакли валнинг айланишлар частотаси	-	n = 4400 мин⁻¹
3.	Сиқиш даражаси	-	ε = 7,2
4.	Ҳавонинг ортиқлик коэффициенти	-	α = 0,9
5.	Цилиндрлар сони	-	i = 4V
6.	Поршен йўлининг цилиндр диаметрига нисбати	-	S/D = 0,9
7.	Совитиш усули	-	ҳаво билан
8.	Ўхшашлиги	-	МеМЗ
9.	Ёнилғи	-	бензин А-76
10.	Ёнилғининг қуйи ёниш иссиқлиги	-	Hi = 44Мж/кг

1.ИШ ЖИСМИНИНГ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ АНИҚЛАШ

1. Бензиннинг элементар таркиби: **C = 0,855; H = 0,145; Oё = 0**
 молекуляр оғирлиги – **μ_ё = 115** [μ_ё = 110 ÷ 120]

бу ерда: С-углерод, Н – водород, Оё – кислород

1. Бир кг ёнилғининг тўла ёниши учун назарий жихатдан зарур бўлган ҳавонинг кг лардаги миқдори:

$$l_o = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8H - Oё \right) = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,855 + 8 \cdot 0,145 - 0 \right) = 14,96 \text{ кг}$$

ёки

$$L_o = \frac{1}{0,21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{Oё}{32} \right) = \frac{1}{0,21} \left(\frac{0,855}{12} + \frac{0,145}{4} - \frac{0}{32} \right) = 0,512 \text{ кмоль}$$

Бу ерда 0,23 ва 0,21 ҳаводаги кислороднинг массаларда ва ҳажмларда ифодаланган қисми.

2. Ёнувчи аралашманинг ёнишдан олдинги миқдори:

$$G_1 = 1 + \alpha l_o = 1 + 0,9 \cdot 14,96 = 14,46 \text{ кг} \quad \text{ёки}$$

$$M_1 = \alpha L_o + \frac{1}{\mu_{ё}} = 0,9 \cdot 0,512 + \frac{1}{115} = 0,4695 \text{ кмоль}$$

3. Ҳавонинг ортиқлик коэффициенти α нинг берилган қийматида ёниш маҳсулотларини ташкил этувчиларининг миқдори қуйидагича аниқланади:

Ёнилғининг тўла ёнмаслиги (чала ёниши) натижасида (α < 1 бўлганда) қуйидаги моддалар ҳосил бўлади:



Ёниш маҳсулотларида CO нинг моллар сони

$$M_{CO} = 0,42 \frac{1-\alpha}{1+K} L_o = 0,42 \frac{1-0,9}{1+0,5} \cdot 0,512 = 0,014 \text{ кмоль}$$

бу ерда $K = \frac{M_H}{M_{CO}}$ - водород моллар сонининг углерод оксиди молларининг

сонига нисбати $\alpha \leq 1$ бўлса, $K = 0,5$

$\alpha > 1$ бўлса, $K = \infty$

Ёниш маҳсулотларида CO₂ нинг моллар сони

$$M_{CO_2} = \frac{C}{12} - M_{CO} = \frac{0,855}{12} - 0,014 = 0,057 \text{ кмоль}$$

Ёниш маҳсулотларида H₂ нинг моллар сони

$$M_{H_2} = M_{CO} \cdot K = 0,014 \cdot 0,5 = 0,007 \text{ кмоль}$$

Ёниш маҳсулотларида H₂O нинг моллар сони

$$M_{H_2O} = \frac{H}{2} - M_{H_2} = \frac{0,145}{2} - 0,007 = 0,065 \text{ кмоль}$$

Ёниш маҳсулотларида N₂ нинг моллар сони

$$M_{N_2} = 0,79 \cdot \alpha L_o = 0,79 \cdot 0,9 \cdot 0,512 = 0,364 \text{ кмоль}$$

Ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори

$$M_2 = M_{CO} + M_{CO_2} + M_{H_2} + M_{H_2O} + M_{N_2} = \\ = 0,014 + 0,057 + 0,007 + 0,065 + 0,364 = 0,507 \text{ кмоль}$$

4. Ҳажмнинг ортиши

$$\Delta M = M_2 - M_1 = 0,507 - 0,4695 = 0,037 \text{ кмоль}$$

5. Молекуляр ўзгаришнинг назарий коэффициенти

$$\mu_o = \frac{M_2}{M_1} = \frac{0,507}{0,4695} = 1,080$$

2. БАЪЗИ ҚЎШИМЧА ҚИЙМАТЛАРНИ ТАНЛАШ

1. Атроф мухит босими $P_o = 0,1 \text{ МПа}$ $[P_o = 0,1033 \text{ МПа}]$
2. Атроф мухит ҳарорати $T_o = 310^\circ\text{K}$ $[T_o = 273 \div 313^\circ\text{K}]$
3. Қолдиқ газлар босими $P_r = 0,12 \text{ МПа}$ $[P_r = (1,05 \div 1,20)P_o]$
4. Қолдиқ газлар ҳарорати $T_r = 900^\circ\text{K}$ $[T_r = 900 \div 1050^\circ\text{K}]$

P_r нинг қийматини танлашда айланишлар частотаси кичик бўлган двигателлар учун юқори чегаравий қийматлар, аксинча бўлса қуйи чегаравий қийматлар олинади. T_r сиқиш даражасига, тирсакли валнинг айланишлар частотасига ва ҳавонинг ортиқлик

коэффициентига боғлиқ ҳолда аниқланади. Яъни ε ни ортиши билан T_o пасаяди. n ортиши билан T_o ҳам ортади. $\alpha < 1$ бўлганда T_o пасаяди.

5. Янги аралашманинг цилиндрга кираётган ҳолатидаги ҳарорати:

$$T_o^1 = T_o + \Delta T = 310 + 10 = 320^\circ K$$

бу ерда янги заряднинг цилиндрга қизиқ кириш ҳарорати карбюраторли двигателларда $\Delta T = 10-20^\circ C$ оралиғида ўзгаради.

6. Политропик сиқилиш ва кенгайиш кўрсаткичлари n_1 ва n_2

$$n_1 = 1,41 - \frac{100}{n} = 1,41 - \frac{100}{4400} = 1,39; \quad n_2 = 1,22 + \frac{130}{n} = 1,22 + \frac{130}{4400} = 1,25.$$

n ортиши билан n_1 ўсади, n_2 кичиклашади. Сиқилиш жараёнидаги ўртача ҳарорат ўсиши билан ва совитишнинг жадаллиги билан n_1 кичиклашади n_2 катталашади. Совитиш юзасининг цилиндр ҳажмига бўлган нисбатининг кичиклашиши билан n_1 катталашади. α нинг ортиши билан n_2 кичиклашади. $\frac{S}{D}$ нисбати ортиши билан n_2 катталашади.

$$[n_1 = 1,3 \div 1,39]; [n_2 = 1,22 \div 1,3].$$

7. Актив иссиқлик ажралиб чиқиш коэффициенти

$$\xi_z = 0,85$$

$$[\xi_z = 0,8 \div 0,9]$$

8. Тўлдириш жараёни охирида цилиндрдаги газларнинг босими

$$P_a = 0,085 \text{ МПа} \quad [P_a = (0,85 \div 0,95)P_o]$$

3. КИРИТИШ ОХИРИДАГИ КЎРСАТКИЧЛАРНИ АНИҚЛАШ

1. Қолдиқ газлар коэффициенти

$$\gamma_{кол} = \frac{T_o^1}{T_o} \cdot \frac{P_o}{\varepsilon P_a - P_o} = \frac{320}{900} \cdot \frac{0,12}{7,2 \cdot 0,085 - 0,12} = 0,09$$

$$[\gamma_{кол} = 0,06 \div 0,10]$$

2. Кириштиш охирида цилиндрдаги газларнинг ҳарорати

$$T_a = \frac{T_o^1 + \gamma_{кол} \cdot T_o}{1 + \gamma_{кол}} = \frac{320 + 0,09 \cdot 900}{1 + 0,09} = 368^\circ K$$

$$[T_a = 310 \div 400^\circ K]$$

3. Тўлдириш коэффициенти

$$\eta_v = \varphi \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T_a (1 + \gamma_{кол})} =$$

$$= 1,05 \cdot \frac{7,2}{7,2 - 1} \cdot \frac{0,085}{0,1} \cdot \frac{310}{368(1 + 0,09)} = 0,80$$

$$[\eta_v = 0,75 \div 0,85]; [\varphi = 1,05 \div 1,1]$$

4. СИҚИШ ЖАРАЁНИ ОХИРИДАГИ КЎРСАТКИЧЛАРНИ АНИҚЛАШ

1. Сиқиш жараёни охиридаги газларнинг босими

$$P_c = P_a \varepsilon^{n_1} = 0,085 \cdot 7,2^{1,39} = 0,085 \cdot 15,57 = 1,32 \text{ МПа}$$

[$P_c = 0,9 \div 1,8 \text{ МПа}$]

2. Сиқиш жараёни охиридаги газларнинг ҳарорати

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1-1} = 368 \cdot 7,2^{1,39-1} = 368 \cdot 2,159 = 795^\circ \text{ К}$$

[$T_c = 550 \div 800^\circ \text{ К}$]

5. ЁНИШ ЖАРАЁНИ ОХИРИДАГИ КЎРСАТКИЧЛАРНИ АНИҚЛАШ

1. Қуйи ёниш иссиқлигининг йўқотиш миқдори

$$\Delta H_u = 115 \cdot 10^6 (1 - \alpha) L_o = 115 \cdot 10^6 (1 - 0,9) \cdot 0,512 = 5,888 \frac{\text{МЖ}}{\text{кмоль}}$$

2. Молекуляр ўзгаришнинг ҳақиқий коэффициенти

$$\mu_x = \frac{\mu_o + \gamma_{\text{кол}}}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \frac{1,08 + 0,09}{1 + 0,09} = 1,073$$

3. Карбюраторли двигателлар учун $\alpha < 1$ бўлгандаги ёниш тенгламаси

$$\frac{\xi_z (H_u - \Delta H_u)}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c^{11}}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \mu U_z^{11}$$

агар $\alpha = 1$ бўлса

$$\frac{\xi_z H_u}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c^{11}}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \mu U_z^{11}$$

Сиқиш жараёнинг охирида 1 моль янги ёниш маҳсулотининг ички энергияси

$$U_c = (\mu c_v)_c \cdot t_c$$

бу ерда $(\mu c_v)_c$ - янги ёниш маҳсулотининг t_c ҳароратдаги иссиқлик сифими, кЖ/(кмоль · °С)

Янги ёниш маҳсулотининг иссиқлик сифимини ҳавонинг иссиқлик сифимига тенг деб қабул қиламиз. 1-жадвални ҳаво деган устунидан $t_c = T_c - 273 = 795 - 273 = 522^\circ \text{ С}$ бўлгани учун 500° С ва 600° С даги 21,780 ва 22,090 қийматларни аниқлаб, 522° С учун пропорция тузиб, 21,85 ни топамиз.

$$\mu c_v \left| \begin{array}{l} t = t_c \\ t = 0^\circ \end{array} \right. = 21,85 \quad \text{кЖ/(кмоль} \cdot \text{ } ^\circ \text{С)}$$

У ҳолда

$$U_c = 21,85 \cdot 522 = 11405 \text{ кЖ / кмоль}$$

Сиқиш жараёнининг охиридаги 1 моль ёниш маҳсулотларининг ички энергияси

$$U_c^{11} = (\mu c_v)_c^{11} \cdot t_c$$

бу ерда $(\mu_{c_v})^{11}$ - сикиш жараёнининг охиридаги ёниш махсулотларининг иссиқлик сиғими.

Аралашманинг иссиқлик сиғими ёниш махсулотларининг алохида компонентларини иссиқлик сиғими йиғиндисининг ҳажмий қисмига бўлганига тенг. Ёнилгининг қабул қилинган элементар таркиби $\alpha = 0,9$ бўлганда қуйидагиларни оламиз:

$$r_{CO} = \frac{M_{CO}}{M_2} = \frac{0,014}{0,507} = 0,028 \quad r_{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{M_2} = \frac{0,057}{0,507} = 0,111$$

$$r_{H_2} = \frac{M_{H_2}}{M_2} = \frac{0,007}{0,507} = 0,014 \quad r_{H_2O} = \frac{M_{H_2O}}{M_2} = \frac{0,065}{0,507} = 0,128$$

$$r_{N_2} = \frac{M_{N_2}}{M_2} = \frac{0,364}{0,507} = 0,719$$

$$\sum r_i = r_{CO} + r_{CO_2} + r_{H_2} + r_{H_2O} + r_{N_2} = 0,028 + 0,111 + 0,014 + 0,128 + 0,719 = 1$$

1-жадвалдан фойдаланиб, $t_c = 522^\circ C$ бўлганда қуйидагини оламиз:

$$\begin{aligned} \mu_c^{11} &= 0,028 \cdot 21,85 + 0,111 \cdot 36,52 + 0,014 \cdot 20,95 + 0,128 \cdot 27,44 + 0,719 \cdot 21,51 = \\ &= 0,61 + 4,05 + 0,293 + 3,51 + 15,46 = 23,92 \end{aligned}$$

Ёниш махсулотларининг ички энергияси $t_c = 522^\circ C$ бўлганда

$$U_c^{11} = \mu_c^{11} \cdot t_c = 23,92 \cdot 522 = 12486 \text{ кЖ / кмоль}$$

У ҳолда тенгламанинг чап қисми

$$\frac{\xi_z (Hu - \Delta Hu)}{M_1 (1 + \gamma_{кол})} + \frac{U_c + \gamma_{кол} \cdot U_c^{11}}{1 + \gamma_{кол}} = \frac{0,85(44000 - 5888)}{0,4695(1 + 0,09)} + \frac{11405 + 0,09 \cdot 12486}{1 + 0,09} =$$

$$63362 + 11494 = 74796 = \mu_x U_z^{11}$$

Шунгдай қилиб,

$$U_z^{11} = (\mu_{c_v}^{11}) \cdot t_c = \frac{74796}{\mu_x} = \frac{74796}{1,074} = 69642 \text{ кЖ / кмоль}$$

$t_z = 2300^\circ C$ деб қабул қиламиз. У ҳолда 4-жадвалдан ёниш махсулотларининг ички энергия қийматларини $\alpha = 0,9$ учун $t_z = 2300^\circ C$ бўлганда

U_z^{11}		=	67212	кЖ/кмоль
	$t = 2300^\circ C$			

$t_z = 2300^\circ C$ бўлганда олинган қиймат $U_z^{11} = 67212 < 69642$ кЖ/кмоль

U_z^{11} ни $t_z = 2400^\circ C$ бўлганда аниқлаймиз. 4-жадвалдан $\alpha = 0,9$ учун

U_z^{11}		=	70543	кЖ/кмоль
	$t = 2400^\circ C$			

$t_z = 2400^\circ C$ бўлганда олинган қиймат $U_z^{11} = 70543 > 69642$ кЖ/кмоль

Қидирилаётган ёниш ҳароратининг қиймати, олинган қийматга

$U_z^{11} = 69642$ кЖ/кмоль мос ҳолда

$2300^\circ\text{C} < t_z < 2400^\circ\text{C}$ ҳароратлар оралиғида топилади. Ҳарорат 2300°C дан 2400°C гача ўзгарганда ички энергия тўғри чизик шаклида ўзгаришини эътиборга олиб, пропорция тузиб,

$$\frac{2400 - 70543}{2300 - 67212} = \frac{3331 - 100}{2430 - x} \quad 69642 - 67212 = 2430$$

$$x = \frac{2430 \cdot 100}{3331} = 73 \quad t_z = 2300 + 73 = 2373^\circ\text{C}$$

$$t_z = 2373^\circ\text{C} \text{ ёки } T_z = t_z + 273 = 2373 + 273 = 2646^\circ\text{K} \text{ ни}$$

топамиз.

Агар қабул қилинган α 4-жадвалга тўғри келмаса, U_z^{11} ни газ аралашмаси учун ички энергияни формуласи бўйича топилади. Танланган ҳарорат учун ички энергиянинг қийматлари 2-жадвалдан олинади.

4. Ёниш охиридаги босим қуйидаги тенглик бўйича ҳисобланади:

$$P_z = \mu \cdot \frac{T_z}{T_c} \cdot P_c = 1,074 \cdot \frac{2646}{795} \cdot 1,32 = 4,72 \text{ МПа}$$

5. Босимнинг ошиш даражаси

$$\lambda = \frac{P_z}{P_c} = \frac{4,72}{1,32} = 3,58$$

6. Индикатор диаграмманинг ЮЧН яқинида юмалоқланишини ҳисобга олган ҳолда циклнинг максимал босими

$$P_{zx} = 0,85 \cdot P_z = 0,85 \cdot 4,72 = 4,01 \text{ МПа}$$

6. КЕНГАЙИШ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ АНИҚЛАШ

1. Кенгайиш охиридаги босим

$$P_\epsilon = \frac{P_z}{\epsilon^{n_2}} = \frac{4,72}{7,2^{1,25}} = \frac{4,72}{11,80} = 0,4 \text{ МПа}$$

2. Кенгайиш охиридаги босим

$$T_\epsilon = \frac{T_z}{\epsilon^{n_2-1}} = \frac{2646}{7,2^{1,25-1}} = \frac{2646}{1,638} = 1615^\circ\text{K}$$

7. ЦИКЛНИНГ АСОСИЙ КЎРСАТКИЧЛАРИ

1. Циклнинг ҳисобланган ўртача индикатор босими:

$$P_{ix} = \frac{P_a \cdot \varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] =$$

$$= \frac{0,085 \cdot 7,2^{1,39}}{7,2 - 1} \left[\frac{3,58}{1,25 - 1} \left(1 - \frac{1}{7,2^{1,25 - 1}} \right) - \frac{1}{1,39 - 1} \left(1 - \frac{1}{7,2^{1,39 - 1}} \right) \right] =$$

$$= 0,213 (5,58 - 1,38) = 0,859 \text{ МПа}$$

$$[P_i = 0,8 \div 1,9 \text{ МПа}]$$

2. Индикатор диаграммнинг юмалоқлиниш коэффициенти $\varphi_i = 0,97$

$$[\varphi_i = 0,92 \div 0,97]$$

У ҳолда ҳақиқий ўртача индикатор босим

$$P_i = \varphi_i \cdot P_{ix} = 0,97 \cdot 0,895 = 0,868 \text{ МПа}$$

3. Индикатор босимнинг ишқаланишга ва ёрдамчи механизмларни ҳаракатга келтириш учун сарф бўлган қисми тажрибада олинган коэффициентларни эътиборга олган ҳолда 5-жадвалдан олинади.

$$P_m = 0,04 + 0,0135 C_n$$

Поршеннинг ўртача тезлигини $C_n = 10$ м/с деб қабул қиламиз. У ҳолда

$$P_m = 0,04 + 0,0135 C_n = 0,04 + 0,0135 \cdot 10 = 0,175 \text{ МПа}$$

$$[C_n = 8 \div 15 \text{ м/с}]$$

4. Циклнинг ўртача самарали босими

$$P_e = P_i - P_m = 0,868 - 0,175 = 0,693 \text{ МПа}$$

$$[P_e = 0,6 \div 1,0 \text{ МПа}]$$

5. Механик ФИК

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} = \frac{0,693}{0,868} = 0,80$$

$$[\eta_m = 0,7 \div 0,85]$$

6. Ёнилғининг солиштирма индикатор сарфи

$$g_i = \frac{3600 \cdot \eta_v \cdot \rho_o}{p_i \cdot \alpha \cdot l_o} = \frac{3600 \cdot 0,8 \cdot 1,124}{0,868 \cdot 0,9 \cdot 14,96} = 277 \text{ г/кВт} \cdot \text{с}$$

$$[g_i = 205 \div 330 \text{ г/кВт} \cdot \text{с}]$$

бу ерда $\rho_o = P_o / (RT_o)$ ҳаво учун $R_B = 8314 / \mu_B$ бўлса,

$$\rho_o = \frac{P_o \cdot \mu_B}{8314 \cdot T_o} \cdot 10^6 = \frac{0,1 \cdot 28,96}{8314 \cdot 310} \cdot 10^6 = 1,124 \text{ кг/м}^3$$

ρ_o – заряднинг киришдаги зичлиги

7. Ёнилғининг солиштирма самарали сарфи

$$g_e = \frac{g_i}{\eta_m} = \frac{277}{0,8} = 346 \text{ г/кВт} \cdot \text{с}$$

$$[g_e = 270 \div 380 \text{ г/кВт} \cdot \text{с}]$$

8. Циклнинг индикатор ФИК

$$\eta_i = \frac{3600}{g_i \cdot Hu} = \frac{3600}{277 \cdot 44} = 0,295$$

$$[\eta_i = 0,25 \div 0,40]$$

9. Циклнинг самарали ФИК

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m = 0,295 \cdot 0,8 = 0,236$$

$$[\eta_e = 0,22 \div 0,33]$$

10. Ёнилғининг соатбай сарфи

$$G_{\dot{e}} = g_e \cdot N_e \cdot 10^{-3} = 340 \cdot 32 \cdot 10^{-3} = 10,88 \text{ кг/с}$$

8. ЦИЛИНДРНИНГ АСОСИЙ ЎЛЧАМЛАРИ

1. Двигателнинг ишчи ҳажми

$$iV_h = \frac{30 \cdot N_e \cdot \tau}{p_e \cdot n} = \frac{30 \cdot 32 \cdot 4}{0,693 \cdot 4400} = 1,26 \text{ л}$$

2. Битта цилиндрнинг ишчи ҳажми

$$V_h = \frac{1,26}{4} = 0,315 \text{ л}$$

3. Цилиндр кўзгусининг диаметри

$$D_u = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_h}{\pi \cdot \frac{S}{D}}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,315}{3,14 \cdot 0,9}} = 0,764 \text{ дм} = 76,4 \text{ мм}$$

4. Поршен йўли

$$S = D_u \cdot \frac{S}{D} = 76,4 \cdot 0,9 = 68,8 \text{ мм}$$

$D = 76 \text{ мм}$ $S = 69 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

5. Поршеннинг ўртача тезлиги

$$C_n = \frac{S \cdot n}{30 \cdot 10^3} = \frac{69 \cdot 4400}{30 \cdot 1000} = 10,12 \text{ м/с}$$

C_n нинг қиймати илгари танлаб олинган қийматдан фарқи 5...10% дан ортиқ ёки кам бўлмаслиги керак, акс ҳолда эффектив кўрсаткичларни қайта ҳисоблаб чиқиш керак.

5. Двигател литражи

$$V_l = 0,785 \cdot D_u^2 \cdot S \cdot i \cdot 10^{-6} = 0,785 \cdot 76^2 \cdot 69 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 1,25 \text{ л}$$

7. Двигателнинг самарали куввати

$$N_{e \max} = \frac{P_e \cdot V_l \cdot n}{30 \cdot \tau} = \frac{0,693 \cdot 1,25 \cdot 4400}{30 \cdot 4} = 31,76 \text{ кВт}$$

бу ерда τ - двигателнинг неча тактлилиги

8. Двигателнинг индикаторли қуввати

$$N_i = \frac{N_{e \max}}{\eta_m} = \frac{31,76}{0,8} = 39,7 \text{ кВт}$$

9. Двигателнинг ҳажмий (литрли) қуввати

$$N_l = \frac{N_{e \max}}{V_l} = \frac{31,76}{1,25} = 25,4 \text{ кВт / л}$$

10. Двигателнинг самарали буровчи моменти

$$M_e = 10^3 \cdot \frac{N_{e \max}}{n} = 10^3 \cdot \frac{31,76}{4400} = 7,22 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

11. Двигателнинг индикаторли буровчи моменти

$$M_i = \frac{M_e}{\eta_m} = \frac{7,22}{0,8} = 9,02 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

КАРБЮРАТОРЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ИНДИКАТОР ДИАГРАММАСИНИ ҚУРИШ

Индикатор диаграммани қуришда масштабларни шундай танлаш керакки, унинг баландлиги асосидан 1.2...1.5 баробар катта бўлсин. (1-расм).

Бунинг учун абсцисса ўқида цилиндрнинг иш ҳажмига мос бўлган, қиймат жиҳатдан эса поршен йўли S га тенг бўлган АБ кесма қўямиз. У ҳолда, ёниш камерасининг ҳажмига мос бўлган кесма:

$$OA = \frac{AB}{\varepsilon - 1} = \frac{35}{7,2 - 1} = 5,6 \approx 6 \text{ мм}$$

бўлади.

$$\text{бу ерда } AB = \frac{S}{m_s} = \frac{69}{2} = 34,5 \approx 35 \text{ мм}$$

Босим ва поршен йўли учун қуйидаги масштаблар тавсия этилади:

$$m_p = 0,02 \div 0,025 \frac{\text{МПа}}{\text{мм}} - \text{карбюраторли двигателлар учун}$$

$$m_s = 1 \text{ мм / мм}, S \geq 120 \dots 130 \text{ мм бўлганда};$$

$$m_s = 2 \text{ мм / мм}, S \leq 80 \text{ мм мм} \quad m_s = 1,5 \text{ мм / мм}, S = 80 \dots 120 \text{ мм бўлганда}$$

Диаграмманинг максимал баландлиги, ордината ўқидаги характерли нуқталарни аниқлаш:

$$\begin{aligned} \frac{p_z}{m_p} &= \frac{4,72}{0,025} = 189 \text{ мм}; & \frac{p_{zx}}{m_p} &= \frac{4,01}{0,025} = 160 \text{ мм}; & \frac{p_a}{m_p} &= \frac{0,08}{0,025} = 3 \text{ мм}; \\ \frac{p_b}{m_p} &= \frac{0,41}{0,025} = 16 \text{ мм}; & \frac{p_r}{m_p} &= \frac{0,12}{0,025} = 5 \text{ мм}; & \frac{p_c}{m_p} &= \frac{1,32}{0,025} = 153 \text{ мм}; \end{aligned}$$

$$\frac{P_o}{m_p} = \frac{0,1}{0,025} = 4_{мм}.$$

Индикатор диаграммада иссиқлик ҳисобининг натижаларидан фойдаланиб r , a , c , f , z , v нукталаридаги босим қийматларини масштабда қўйиб чиқилади.

Политропик сиқиш ва кенгайиш чизикларини аналитик ёки график усулда қуриш мумкин. График усулда кенг тарқалган Брауэр методи бўйича политропик сиқиш ва кенгайиш чизиклари қуйидагича қурилади.

Координат бошидан абсцисса ўқига нисбатан $\alpha = 15 \div 20^\circ$ бурчак остида ОС нури ўтказилади. Кейин ордината ўқига нисбатан β_1 ва β_2 бурчаклари остида OD ва DE нурлари ўтказилади. Бу бурчаклар қуйидагича аниқланади:

$$tg\beta_1 = (1 + tg\alpha)^{n_1} - 1; \quad tg\beta_2 = (1 + tg\alpha)^{n_2} - 1;$$

$\alpha = 16^\circ$ деб қабул қилсак, у ҳолда

$$tg\beta_1 = (1 + tg\alpha)^{n_1} - 1 = (1 + tg16)^{1,39} - 1 = (1 + 0,2867)^{1,39} - 1 = 1,420 - 1 = 0,420$$

$$\beta_1 = 22^\circ 48'$$

$$tg\beta_2 = (1 + tg\alpha)^{n_2} - 1 = (1 + tg16)^{1,25} - 1 = (1 + 0,2867)^{1,25} - 1 = 1,371 - 1 = 0,371$$

$$\beta_2 = 20^\circ 24'$$

Сиқиш политропаси ОС ва OD нурлар ёрдамида қурилади. Бунинг учун С нуктадан горизонтал чизик ўтказамиз. Унинг ордината билан кесишган нуктасидан ординатага нисбатан 45° бурчак остида OD нур билан кесушгунча чизик ўтказамиз ва кесишиш нуктасидан абсциссага параллел бўлган иккинчи горизонтал чизикни чизамиз. Кейин С нуктадан вертикал чизик туширамиз. Унинг нури билан кесишган нуктасидан вертикалга нисбатан 45° бурчак остида абсцисса билан кесишгунча чизик ўтказамиз. Кесишган нуктадан ординатага параллел тик чизик чизамиз. Бу чизикнинг юқоридаги иккинчи параллел чизик билан кесишган нуктаси политропик сиқишнинг I-оралиқ нуктаси бўлади. Политропик сиқишнинг 2-нуктаси ҳам худди шу йўл билан топилади, фақат ишни 1-нуктадан бошланади.

Кенгайиш политропасини ҳам сиқиш политропасига ўхшаш усулда қурилади. Фақат бунда қуришни Z нуктадан бошлаб, ОС ва ОЕ нурларидан фойдаланади.

Ҳосил бўлган $aczb$ диаграмма назарий диаграмма бўлиб ундан:

$$P_{ix} = \frac{faczba}{AB} \cdot m_p$$

бу ерда $faczba$ - диаграмма юзаси, мм,

m_p - босим масштаби

Юқоридаги формула ёрдамида аниқланган P_{ix} нинг қиймати иссиқлик ҳисобидан топилган P_{ix} га тенг бўлиши керак.

Ҳақиқий индикатор диаграммаси - $a^1c^1c^{11}z^1b^1b^{11}a^1$ назарий диаграммадан фарқ қилади, чунки реал двигателда ёндиришни илгарилатиш ҳисобига ишчи аралашма поршен ЮЧН га етиб келишидан олдинроқ алангаланиши сабабли босим сиқиш жараёнининг охирида кўтарила бошлайди.

Ёниш жараёни доимий ўзгарувчан ҳажмда ўтади. Шу сабабли, ёнишнинг максимал босими индикатор диаграмманинг тўлиқ бўлиш коэффициентини ҳисобга олган ҳолда қуйидагича топилади:

$$P_{z^1} = 0,85 \cdot P_z$$

Чиқариш клапанининг поршен ПЧН етмасдан очилиши кенгайиш охиридаги босимнинг пасайишига сабаб бўлади. ЮЧН да ҳам цилиндрга заряднинг кириши ва чиқариш жараёни мавжуд. C^1 нуктанинг ҳолати ёндиришнинг илгарилатиш бурчагига боғлиқ, C^{11} нукта қуйидаги ифодадан тахминан топилади.

$$P_{c^{11}} = (1,15 \div 1,25)P_c$$

z_1^1 ---нуктанинг ордината ўқиға нисбатан ҳолати двигател ишлашиға боғлиқ бўлиб, ЮЧН дан тирсақли валнинг $10 \dots 15^0$ бурилишиға мос келади.

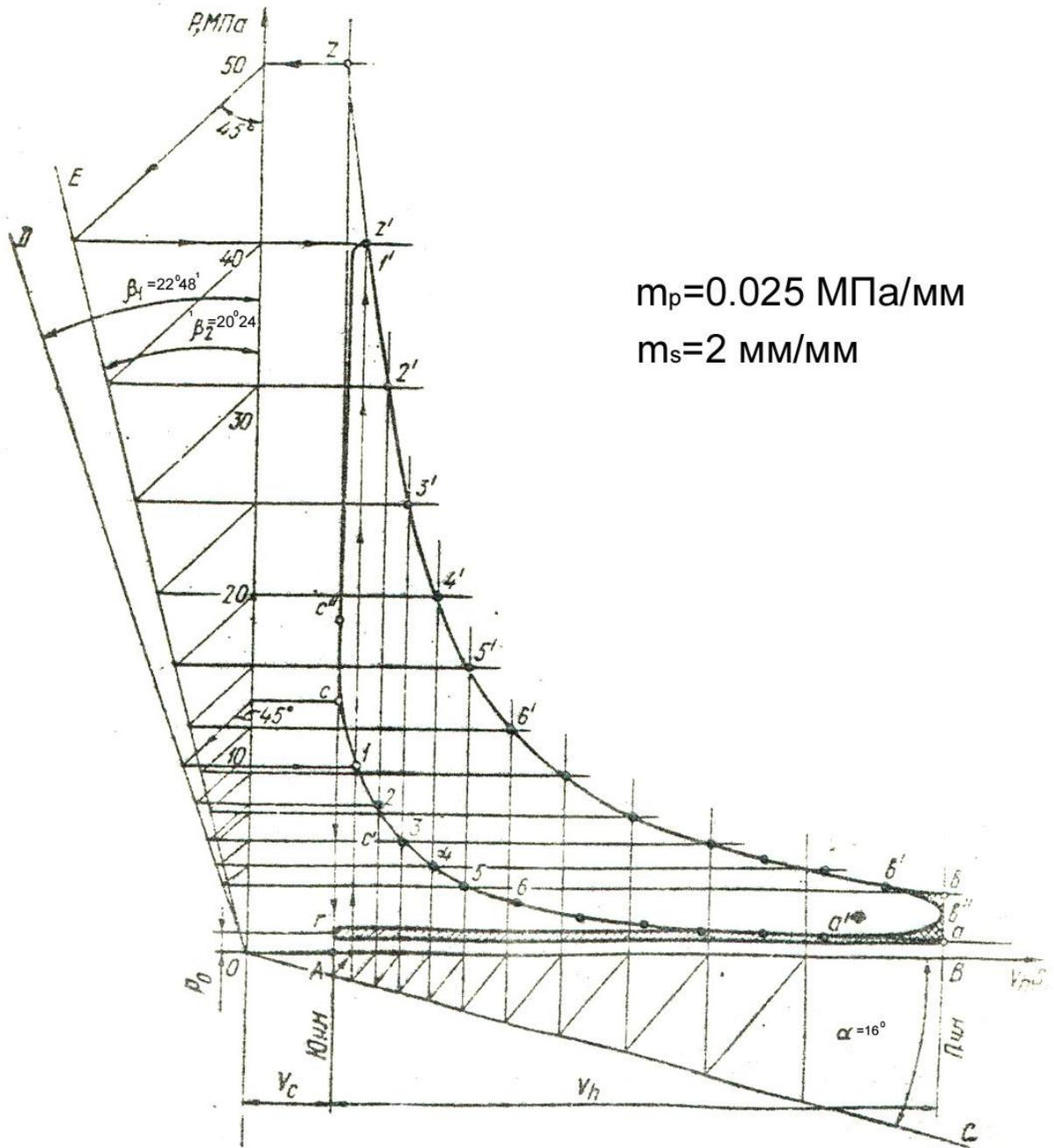
v^1 нуктанинг ҳолати эса, чиқариш клапанининг илгарилаб очилишиға, v^{11} нукта эса, одатда ҳисоблаб топилган v ва a нукталар оралиғида жойлашади.

Индикатор диаграммадан иссиқлик ҳисобини текшириш учун қуйидагиларни аниқлаш мумкин:

- ўртача индикаторт босим $P_i = \frac{fa^1 c^1 c^{11} e^1 e^{11} a^1}{AB} \cdot m_p$
- киритиш ва чиқаришда йўқотилаётган босимнинг ўртача қиймати:

$$\Delta P_i = \frac{faz e^{11} a}{AB} \cdot m_p$$

Карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси



**V = const бўлганда μ_v ГАЗЛАРНИНГ ЎРТАЧА МОЛЛИ ИССИҚЛИК
ХАЖМИ**
[кЖ / кмоль · °С]

1-жадвал

Ҳарорат, °С	Ҳаво	O ₂	Атмосфе- радаги N ₂	CO ₂	H ₂ O	CO	H ₂
0	20,758	20,959	20,704	27,545	25,184	20,808	20,302
100	20,838	21,223	20,733	29,797	25,426	20,863	20,620
200	20,984	21,616	20,800	31,744	25,803	20,988	20,758
300	21,206	22,085	20,972	33,440	26,260	21,202	20,808
400	21,474	22,563	21,185	34,935	26,775	21,474	20,871
500	21,780	23,019	21,449	36,258	27,315	21,784	20,934
600	22,090	23,446	21,729	37,438	27,880	22,110	21,001
700	22,408	23,834	22,027	38,498	28,474	22,437	21,093
800	22,713	24,187	22,320	39,448	29,077	22,755	21,202
900	23,006	24,510	22,609	40,302	29,693	23,061	21,332
1000	23,283	24,803	22,881	41,077	30,304	23,350	21,474
1100	23,547	25,071	23,140	41,784	30,901	23,622	21,629
1200	23,794	25,318	23,392	42,425	31,510	23,877	21,792
1300	24,018	25,548	23,626	43,007	32,092	24,112	21,972
1400	24,250	25,761	23,848	43,543	32,661	24,338	22,152
1500	24,459	25,967	24,057	44,033	33,210	24,543	22,332
1600	24,652	26,159	24,250	44,485	33,741	24,736	22,517
1700	24,863	26,343	24,434	44,903	34,261	24,916	22,697
1800	25,003	26,519	24,602	45,299	34,755	25,087	22,877
1900	25,167	26,691	24,765	45,644	35,224	25,246	23,057
2000	25,326	26,854	24,916	45,975	35,680	25,393	23,233
2100	25,474	27,013	25,062	46,281	36,120	25,535	23,408
2200	25,611	27,168	25,200	46,566	36,538	25,665	23,576
2300	25,745	27,319	25,326	46,829	36,940	25,791	23,743
2400	25,870	27,470	25,447	47,076	37,330	25,908	23,907
2500	25,992	27,612	25,560	47,302	37,702	26,021	24,070

ГАЗЛАРНИНГ ИЧКИ ЭНЕРГИЯСИ U (МЖ/кмоль)

2-жадвал

Ҳарорат, °С	Ҳаво	O ₂	Атмосфе- радаги N ₂	CO ₂	H ₂ O	CO	H ₂
0	0	0	0	0	0	0	0
100	2,015	2,123	2,072	2,981	2,541	2,085	2,064
200	4,195	4,325	4,162	6,347	5,162	4,199	4,153
300	6,364	6,628	6,293	10,031	7,879	6,360	6,242
400	8,591	9,027	8,474	13,975	10,710	8,591	8,348
500	10,890	11,509	10,726	18,129	13,657	10,790	10,467
600	13,255	14,068	13,038	22,462	16,726	13,268	12,602
700	15,684	16,684	15,420	26,950	19,933	15,705	14,767
800	18,171	19,347	17,857	31,560	23,262	18,204	16,965
900	20,708	22,060	20,348	36,270	26,724	20,754	19,201
1000	23,983	24,803	22,881	41,077	30,304	23,350	21,474
1100	25,899	27,578	25,456	45,971	34,001	25,983	23,793
1200	28,554	30,379	28,068	50,911	37,811	28,654	26,152
1300	31,238	33,241	30,714	55,894	41,721	31,346	28,562
1400	33,951	36,065	33,385	60,960	45,720	34,072	31,011
1500	36,689	38,950	36,086	66,086	49,823	36,814	33,498
1600	39,444	41,855	38,799	71,175	53,758	38,578	36,023
1700	42,203	44,799	41,537	76,325	58,238	42,370	38,585
1800	45,008	47,729	44,296	81,517	62,551	45,175	41,177
1900	47,813	50,702	47,059	86,708	66,947	47,981	43,794
2000	50,660	53,716	49,823	90,942	71,343	50,786	46,473
2100	53,507	56,731	52,628	97,175	75,865	53,633	49,153
2200	56,354	59,787	55,433	102,541	80,386	56,480	51,879
2300	59,201	62,844	58,100	107,726	84,950	59,327	54,596
2400	62,090	65,942	61,085	113,002	89,597	62,174	57,359
2500	64,979	69,040	63,890	118,277	94,245	65,063	60,164

ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ ИССИҚЛИК ҲАЖМИ
 $[кЖ / (кмоль \cdot ^\circ C)]$

3-жадвал

Ҳарорат, °C	Бензин α тенг				Дизел ёнилғиси $\alpha = 1$
	1,0	0,9	0,8	0,7	
0	22,1849	22,0451	21,8810	21,6845	22,19
100	22,5304	22,3556	22,1502	21,9040	22,525
200	22,8830	22,6762	22,4334	22,1426	22,902
300	23,2899	23,0552	22,7790	22,4480	23,320
400	23,7203	23,4605	23,1459	22,7807	23,739
500	24,1478	23,8772	23,5376	23,1426	24,200
600	24,5828	24,2931	23,9316	23,5095	24,618
700	25,0191	24,7126	24,3315	23,8859	25,079
800	25,4382	25,1173	24,7191	24,2530	25,498
900	25,8439	25,5088	25,0967	24,6122	25,874
1000	26,2261	25,8806	25,4548	24,9534	26,293
1100	26,5899	26,2355	25,7948	25,2698	26,628
1200	26,9370	26,5726	26,1230	25,5950	27,005
1300	27,2636	26,8896	26,4306	25,8912	27,298
1400	27,5722	27,1808	26,7235	26,1738	27,633
1500	27,7840	27,4646	26,9993	26,4402	27,884
1600	28,1340	27,7300	27,2578	26,6905	28,177
1700	28,3928	27,9833	27,5047	26,9295	28,428
1800	28,6314	28,2180	27,7337	27,1518	28,638
1900	28,8604	28,4420	27,9527	27,3647	28,889
2000	29,0752	28,6526	28,1587	27,5649	29,098
2100	29,2812	28,8546	28,3564	27,7548	29,308
2200	29,4755	29,0455	28,5432	27,9386	29,517
2300	29,6555	29,2299	28,7173	28,1099	29,584
2400	29,8284	29,3930	28,8845	28,2732	29,852
2500	29,9905	29,5528	29,0415	28,4271	30,019

ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ ИЧКИ ЭНЕРГИЯСИ

U (МЖ/кмоль)

4-жадвал

Ҳарорат, °C	Бензин α тенг				Дизел ёнилғиси $\alpha = 1$
	1,0	0,9	0,8	0,7	
0	0	0	0	0	0
100	2,2530	2,2045	2,1881	2,1685	2,252
200	4,5766	4,5352	4,4867	4,4285	4,580
300	6,3969	6,9165	6,8337	6,7344	6,992
400	9,4881	9,3842	9,2584	9,1123	9,483
500	12,0740	11,9386	11,7688	11,5713	12,100
600	14,7500	14,5759	14,3590	14,1057	14,779
700	17,5130	17,2989	17,0422	16,7202	17,585
800	20,3090	20,0938	18,7753	19,4024	20,390
900	23,2600	22,9688	22,5870	22,1510	23,237
1000	26,2262	25,8806	25,4548	24,9534	26,293
1100	29,2490	28,8569	28,3743	27,7968	29,308
1200	32,3250	31,8871	31,3476	30,7140	32,406
1300	35,4430	34,9565	34,3598	33,6586	35,504
1400	38,6010	38,0531	37,4129	36,6433	38,686
1500	41,6760	41,1969	40,4990	39,6603	41,868
1600	45,0140	44,3680	43,6125	42,7048	45,008
1700	48,2680	47,5716	46,7580	45,7802	48,358
1800	51,5370	50,7924	49,9207	48,8732	51,498
1900	54,8350	55,0398	53,1101	51,9929	54,931
2000	58,1500	57,3052	56,3174	55,1298	58,197
2100	61,4910	60,5947	59,5484	58,2851	61,546
2200	64,8460	63,9001	62,7955	61,4671	64,979
2300	68,2080	67,2127	66,0498	64,6528	68,287
2400	71,5880	70,5432	69,3228	67,8557	71,594
2500	74,9760	73,8820	72,6038	71,0678	75,027

ҲАР ХИЛ ТУРДАГИ ДВИГАТЕЛЛАР УЧУН А ВА В КОЭФФИЦИЕНТЛАРИНИНГ ҚИЙМАТЛАРИ

5-жадвал

Двигател тури	А	В	Двигател тури	А	В
Учқундан ўт олдириладиган			Дизеллар:		
$S/D > 1$	0,05	0,0155	Ёниш камераси ажратилган	0,105	0,0138
$S/D < 1$	0,04	0,0135	Ёниш камераси ажратилмаган ва ярим ажратилган	0,105	0,012

Адабиётлар

1. Қодиров С.М, Никитин С.Е. Автомобил ва трактор двигателлари. Т. “Ўқитувчи”, 1992, 520б.
2. В.М.Архангельский, М.М.Вихерт и др.Автомобильные двигатели.Под ред. М.С.Ховаха. М., А22 “Машиностроение”, 1977, 591с. с ил.
3. Қодиров С.М., Арипджанов М.М., Маннанов Н.Н. “Автомобил двигателларининг назарияси ва динамикаси асослари” фанидан курс ишини бажариш бўйича услубий кўрсатма. Т.: УК. ТАЙИ, 1998, 34б.
4. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. Учеб.пособие для втузов. М., “Высш.школа”, 1971.