



Digitally signed by  
Technical Scientific  
Library TUM  
Reason: I attest to the  
accuracy and integrity of  
this document

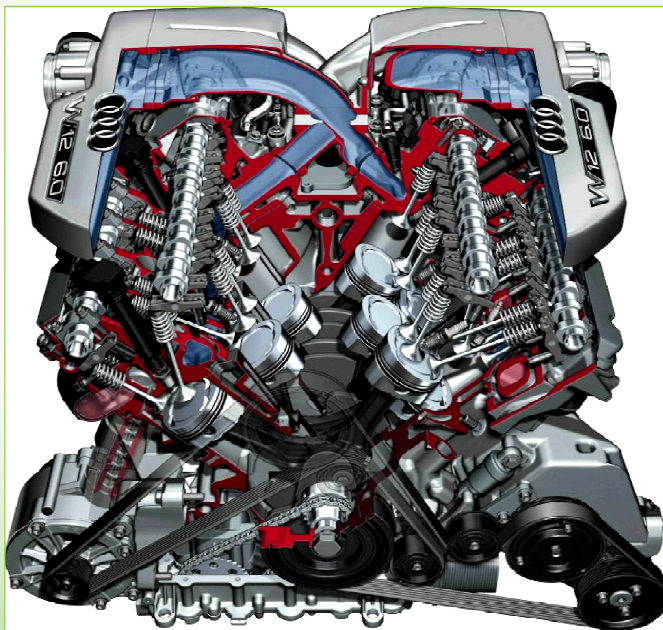
**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

**MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ**

**INDICAȚII METODICE**

**privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice**

**Partea I. Calculul termic al motorului**



**Chișinău  
2023**

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

**FACULTATEA INGINERIE MECANICĂ,  
INDUSTRIALĂ ȘI TRANSPORTURI  
DEPARTAMENTUL TRANSPORTURI**

**MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ**

**INDICAȚII METODICE  
privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice**

**Partea I. Calculul termic al motorului**

**Chișinău  
Editura „Tehnica-UTM”  
2023**

**CZU 621.43(075.8)(076.5)**

**P 70**

Lucrarea a fost discutată și aprobată pentru editare la ședința Consiliului Facultății Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, proces-verbal nr. 4 din 14.03.2023.

Indicațiile metodice privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice la disciplina *Motoare cu ardere internă* corespund cerințelor programului de învățământ și sunt destinate, în primul rând, studenților specialității *0716.1 Ingineria transportului auto*. De asemenea, se adresează studenților de la specializările legate de mașinile agricole, mașinile de construcții propulsate de motoarele cu ardere internă. Lucrarea poate fi utilă, în parte, și studenților care audiază cursurile de motoare termice la specializările legate de transporturile feroviare și navale.

Autori: lector universitar Vasile PLĂMĂDEALĂ  
conferențiar universitar Vladimir GOIAN  
lector universitar Ilie BEIU

**DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM**

**Plămădeală, Vasile.**

Motoare cu ardere internă: Indicații metodice privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice / Vasile Plămădeală, Vladimir Goian, Ilie Beiu; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Departamentul Transporturi.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2023 – . – ISBN 978-9975-45-921-1.

Cerințe de sistem: PDF Reader.

Partea 1: Calculul termic al motorului. – 2023. – 119 p.: tab.

– Aut. indicați pe vs. f. de tit. – Bibliogr.: p. 108-109 (20 tit.).

– ISBN 978-9975-45-922-8 (PDF).

621.43(075.8)(076.5)

P 70

**ISBN 978-9975-45-921-1**

**ISBN 978-9975-45-922-8 (Partea I) (PDF)**

**© UTM, 2023**

## CUPRINS

ABREVIERI.....	6
INTRODUCERE.....	7
1. SELECTAREA DATELOR INIȚIALE.....	9
1.1. Necesitatea calculului termic al motorului.....	9
1.2. Motorul prototip.....	9
1.3. Puterea nominală a motorului.....	9
1.4. Numărul de timpi ai motorului.....	15
1.5. Numărul de cilindri ai motorului și dispunerea lor....	16
1.6. Dimensiunile fundamentale ale motorului și viteza pistonului.....	16
1.7. Puterea litrică a motorului.....	20
1.8. Raportul de comprimare a motorului.....	20
1.9. Coeficientul excesului de aer.....	22
2. PARAMETRII PROCESULUI DE ADMISIE.....	23
2.1. Condițiile inițiale de stare a gazelor.....	23
2.2. Presiunea și temperatura gazelor reziduale.....	26
2.3. Preîncălzirea încărcăturii proaspete.....	28
2.4. Presiunea încărcăturii proaspete la sfârșitul admisiei...	28
2.5. Coeficientul gazelor reziduale.....	31
2.6. Temperatura încărcăturii proaspete la sfârșitul admisiei.....	32
2.7. Coeficientul de umplere.....	33
3. PARAMETRII PROCESULUI DE COMPRIMARE.....	35
3.1. Exponentul politropic mediu al comprimării.....	35
3.2. Presiunea amestecului la sfârșitul comprimării.....	35
3.3. Temperatura amestecului la sfârșitul comprimării.....	36
3.4. Căldura specifică molară medie a fluidului motor la sfârșitul comprimării.....	36
4. PARAMETRII PROCESULUI DE ARDERE.....	41
4.1. Compoziția combustibilului și puterea calorică inferioară.....	41
4.2. Parametrii fluidului motor.....	43

4.3. Pierderile de căldură la arderea incompletă a combustibilului și puterea calorică pentru arderea incompletă.....	46
4.4. Coeficientul de utilizare a căldurii.....	47
4.5. Gradul de creștere a presiunii la ardere.....	48
4.6. Căldura specifică molară medie a gazelor de ardere....	48
4.7. Temperatura la sfârșitul arderii.....	49
4.8. Presiunea la sfârșitul arderii.....	49
4.9. Presiunea maximă reală la sfârșitul arderii.....	50
4.10. Gradul de destindere prealabilă și posteroară.....	50
5. PARAMETRII PROCESULUI DE DESTINDERE.....	52
5.1. Exponentul politropic mediu al destinderii.....	52
5.2. Presiunea la sfârșitul destinderii.....	53
5.3. Temperatura la sfârșitul destinderii.....	53
6. PARAMETRII PROCESULUI DE EVACUARE.....	54
6.1. Verificarea preciziei adoptării temperaturii gazelor reziduale.....	54
7. CALCULUL INDICILOR DE PERFORMANȚĂ ȘI DIMENSIONARE A MOTORULUI.....	56
7.1. Parametrii indicați ai motorului.....	56
7.2. Parametrii efectivi ai motorului.....	59
7.3. Dimensionarea motorului.....	62
7.4. Puterea indicată a motorului.....	64
7.5. Puterea efectivă a motorului.....	64
7.6. Cuplul motor efectiv al motorului.....	64
7.7. Puterea litrică a motorului.....	64
7.8. Consumul orar de combustibil.....	65
7.9. Consumul orar de aer.....	65
8. BILANȚUL TERMIC AL MOTORULUI.....	66
8.1. Ecuația bilanțului termic al motorului.....	66
8.2. Căldura totală dezvoltată în motor prin arderea combustibilului timp de o secundă.....	67
8.3. Căldura transformată în lucru mecanic efectiv.....	67
8.4. Căldura cedată exteriorului prin instalația de răcire.....	67
8.5. Căldura cedată exteriorului prin gazele de evacuare....	67

8.6. Căldura pierdută datorită arderii incomplete a combustibilului.....	69
8.7. Restul pierderilor de căldură neluate în considerare prin celelalte componente ale bilanțului termic.....	69
8.8. Bilanțul termic relativ al motorului.....	70
9. TRASAREA DIAGramei indicate a motorului..	71
10. TRASAREA CARACTERISTICII EXTERIOARE DE TURAȚII A MOTORULUI.....	78
11. CALCULUL CINEMATIC ȘI DINAMIC AL MECANISMULUI BIELĂ-MANIVELĂ.....	82
11.1. Calculul cinematic al mecanismului bielă-manivelă.....	82
11.2. Calculul dinamic al mecanismului bielă-manivelă.....	88
BIBLIOGRAFIE.....	108
ANEXE.....	110

## INTRODUCERE

O răspândire largă în construcția automobilelor au căpătat motoarele cu ardere internă. Aceste motoare se caracterizează prin compactibilitate, economie ridicată, durată îndelungată de funcționare și se mai utilizează în diverse ramuri ale economiei naționale.

În prezent, o atenție deosebită se atrage reducerii toxicității și cantității de gaze nocive evacuate în atmosferă, precum și scăderii nivelului de zgomot produs de motoare.

Utilizarea cu succes a motoarelor cu ardere internă, elaborarea construcțiilor experimentale și creșterea indicatorilor de putere și economicitate au fost posibile în mare măsură datorită cercetărilor și elaborării teoriei proceselor de lucru al motoarelor cu ardere internă.

Examinarea aparte a proceselor în motoare și calculul lor permit determinarea indicatorilor ciclului, puterea și economicitatea, precum și presiunea gazelor ce acționează în spațiul deasupra pistonului, în funcție de unghiul de rotire al arborelui cotit. Conform calculelor, este posibilă determinarea dimensiunilor principale ale motorului și verificarea rezistenței pieselor principale.

În indicațiile metodice se examinează metoda clasică de calcul termic al motorului elaborată de profesorul *V.I. Grinevețki* în anul 1907, ulterior modernizată de savanții *E.G. Mazing*, *N.R. Briling*, *A.S. Orlin* și *B.S. Stecikin*. Metoda bazată pe legile cunoscute ale termodinamicii și termochimiei, într-o succesiune logică, cuprinde pe deplin esența fizică a fenomenelor ce au loc în cilindrii motorului și oferă o prezentare în ansamblu privind procesul de lucru al motoului cu ardere internă. Metoda se bazează pe examinarea așa-numitului ciclu de calcul, deoarece ciclul real, care se petrece în cilindrii motorului nu poate fi descris teoretic cu exactitate nici până în prezent din cauza imperfecțiunii metodicilor de calcul și complexității proceselor ce au loc în acesta.

Calculul termic al motorului, de regulă, se efectuează numai pentru regimul nominal de funcționare al motorului în cele mai avantajoase condiții de desfășurare a procesului de lucru. Prin

urmare, în indicații și literatura de specialitate toate valorile numerice ale parametrilor procesului de lucru se referă la regimul nominal.

Ciclul de lucru al motorului cu ardere internă constă din cinci procese ce se desfășoară succesiv: admisie, comprimare, ardere, destindere și evacuare. Respectiv, în această ordine și se efectuează calculul termic al motorului. Însă, datorită faptului că în calcule se folosesc o serie de parametri ale căror valori sunt selectate din datele experimentale, calculele în sine trebuie să fie precedate de justificări în alegerea acestor parametri. Executarea cu succes a acestei sarcini necesită cunoștințe aprofundate în teoria procesului de lucru al motorului cu ardere internă, ce va asigura o înțelegere mai bună a interrelațiilor și interacțiunii parametrilor între ei, evidența multor factori constructivi, de regim, exploatare etc. și, în final, selectarea potrivită și corectă a datelor experimentale inițiale. Numai în acest caz, calculul termic poate fi efectuat cu succes.

Descrierea propusă a metodologiei de calcul termic al motorului este însoțită de comentarii și definiții teoretice succinte ale parametrilor caracteristici, ceea ce va contribui la o mai bună înțelegere de către studenți a esenței fizice a calculului termic al motorului cu ardere internă.

La elaborarea indicațiilor metodice s-a ținut cont de sugestiile, întrebările și propunerile studenților privind calculul termic al motoarelor pentru automobile și unele aspecte teoretice ale analizei cinematische și dinamice a mecanismului bielă-manivelă.

Pentru a facilita elaborarea unui program de calcul, lucrarea inserează etapele, mărimile selectate și relațiile corespunzătoare, astfel încât acestea să poată fi introduse în program succesiv, în ordinea în care apar. Datorită diversității softurilor privind calculul matematic, cât și proiectării asistate în general, autorii nu impun un model de program, lăsând alegerea și elaborarea lui la discreția fiecărui student în parte.

Apresiasiind observațiile cititorilor la conținutul și posibilele erori care s-au putut strecura în lucrare, autorii vor fi receptivi la orice sugestii și critici.



## BIBLIOGRAFIE

1. Plămădeală V., Beiu I. Indicații metodice privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice la disciplina *Motoare auto*. Chișinău, 2015. - 92 p. ISBN 978-9975-125-36-9.
2. Plămădeală V., Beiu, I. Indicații metodice privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice la disciplina *Motoare termice pentru tracțiunea feroviară*. Chișinău, 2015. - 96 p. ISBN 978-9975-45-387-5.
3. Bobescu Gh. ș.a. *Motoare pentru automobile și tractoare. Teorie și caracteristici*. Volumul I. Chișinău, 1997. - 239 p. ISBN 9975-910-17-3.
4. Bobescu Gh. ș.a. *Motoare pentru automobile și tractoare. Dinamică, calcul și construcție*. Volumul II. Chișinău, 1998. - 409 p. ISBN 9975-910-27-0.
5. Chiriac R. *Calculul termic și dinamic al motoarelor cu ardere internă*. Îndrumar de proiect. București, 2004. – 40 p.
6. Gaiginschi I., Zatreanu Gh. *Motoare cu ardere internă, construcție și calcul*. Vol. 1-2. Iași, 1995. - 737 p. ISBN 973-9178-19-7.
7. Rakosi E., Roșca R., Manolache Gh. *Ghid de proiectare a motoarelor cu ardere internă pentru automobile*. Iași, 2004. - 193 p. ISBN 973-621-085-5.
8. Arxangelskij V.M. i dr. *Avtomobil`ny'e dvigateli*. Moskva, 1977. - 591 s.
9. Bogdanov S.N., Burenkov M.M., Ivanov I.E. *Avtomobil`ny'e dvigateli*. Moskva, 1987. - 368 s.
10. Xachiyan A.S. i dr. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya*. Vtoroe izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. Moskva, 1985. - 311 s.
11. Kolkin A.I., Demidov V.P. *Raschyot avtomobil`ny'x i traktorny'x dvigatelej*. Izdanie chetyvortoe stereotipnoe. Moskva, 2008. - 496 s. ISBN 978-5-06-003828-6.

12. Kurasov V.S., Dragulenko V.V., Sidorenko S.M. *Teoriya dvigatelej vnutrennego sgoraniya*. Uchebnoe posobie. Krasnodar, 2013. - 86 s. ISBN 978-5-94672-740-2.
13. Lukanin V.N., Shatrov M.G. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya. Dinamika i konstruirovaniye*. Izdanie tret'e pererabotannoe. Moskva, 2007. - 400 s.
14. Lukanin V.N. i dr. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya. Teoriya rabochix processov*. Moskva, 1995. - 368 s. ISBN 5-06-003298-1. ISBN 5-06-003295-7 (kn. 1).
15. Lukanin V.N. i dr. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya: dinamika i konstruirovaniye*. Moskva, 1995. - 319 s. ISBN 5-06-003298-1. ISBN 5-06-003296-5 (kn. 2).
16. Shatrov M.G. *Avtomobil'ny'e dvigateli: Kursovoe proektirovaniye*. Uchebnoe posobie. Moskva, 2011. - 256 s. ISBN 978-5-7695-6858-9.
17. Vahlamov V., Shatrov M., Yurchevskij A. *Avtomobili: Teoriya i konstrukciya avtomobilya i dvigatelya*. Uchebnyk. Moskva, 2003. - 816 s. ISBN 5-7695-1149-4.
18. Vy'rubov D.N. i dr. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya: Teoriya porshnevy'x i kombinirovany'x dvigatelej*. Chetvyortoe izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. M., 1983. - 372 s.
19. Vy'rubov D.N. i dr. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya: Konstruirovaniye i raschyot na prochnost' porshnevy'x i kombinirovany'x dvigatelej*. Chetvyortoe izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. Moskva, 1984. - 384 s.
20. Resurse Internet ([www.google.md](http://www.google.md)) etc.