

KOMPJUTORI U NASTAVI BRODSKIH DIZELSKIH MOTORA

UDK 373.62:621.436:629.12.03

Prethodno priopćenje

Sažetak

Prikazom karakteristične tematske nastavne jedinice u kojoj je izložena jedna mogućnost uporabe kompjutera u nastavi predmeta "Brodski dizelski motori", ilustrira se tvrdnja: Nastava s kompjutorima omogućuje da se skрати vrijeme potrebno za izlaganje stručnog predmeta; uz povećanje kvalitete učenja i povoljan utjecaj na odgoj kreativnih sposobnosti studenata.

UVOD

Nastava iz predmeta "Brodski dizelski motori" može se različito shvatiti i organizirati: Ciljevi su, međutim, obično isti. Potrebno je da slušatelji nauče predmet. To znači da razumiju složena događanja povezana s radom dizelskih motora, da prihvate aktualni način razmišljanja u ovom području znanosti i osposobe se za kritički odnos prema postojećim rješenjima. Aktivni kritički odnos koji traži nedostatke zato da bi formulirao bolja rješenja, zapravo znači stvaralaštvo, koje se može odgajati ako se u nastavi podijele odgovornosti i dužnosti. Međutim, podjela rada između nastavnika i slušatelja može biti učinkovita ako svi sudionici iskazuju inicijativnost i odgovornost svojim obvezama.

Nastavnik je dužan pisanim i usmenim predavanjima izlagati problemsko stanje, putove i metode rješavanja, komentirati i dati zaključke. Na vježbama je potrebno obrazložiti postupke u rješavanju na konkretnim primjerima koji se biraju iz iskustva praktične primjene kako bi zaključci dobili kompetentnu podršku.

Od studenta se, međutim, očekuje da redovito prati, razmišlja i usvaja činjenični fond predmeta potrebnom brzinom kako bi raspravom na vježbama, izradom praktičnih zadataka i aktivnim udjelom u nastavi, razvijao učinkovit način razmišljanja o pojavama koje je potrebno kontrolirati u praksi.

Nastavni zadatak je, prema tome, složen, zavisi o subjektivnim čimbenicima određenih odnosa ljudi u spoznajnom procesu. Nije moguće dati univerzalni recept za sve generacije studenata i sve nastavnike i njihove suradnike. Dogovor je nezamjenjiv čimbenik

ako se obavi svaki put na početku nastave i ako se praćenjem realizacije stalno korigira, tako da se lakše i brže ostvaruju postavljeni ciljevi. Praktički, svakodnevni kritički odnos prema učinku rada treba rabiti za stalne korekcije postupaka.

Razvoj znanja o dizelskim motorima za sto godina je spektakularan, ali ipak, u zadnjih dvadesetak godina to je još izrazitije. Uporaba kompjutera, energetska kriza, razvoj tehnologije materijala učinili su da se i znanja u ovom području ubrzano bogate. Detaljnija i točnija analiza pojava omogućuje realizaciju mnogobrojnih novih ideja jer se njihovi učinci lakše provjeravaju, a rješenja se lakše korigiraju ili modificiraju. Uz velike mogućnosti što ih pruža kompjutor mnoge tradicionalne analize gube aktualnost i značenje, a novi, kompleksniji pristup skraćuje vrijeme tumačenja, smanjuje opseg gradiva povećavajući točnost i pouzdanost opisa procesa za vrijeme rada dizelskih motora.

S takvim opisom moguće je brže i raznovrsnije analizirati pojave uz znatno povećanu točnost.

Povećana moć prosudbe u ovom području povećava obveze inženjera da nalaze bolja, dakle lakša i učinkovitija rješenja. Osim toga, postojeća rješenja treba poznavati da se s najmanje napora i troškova održava motor i da on radi s najpovoljnijim stupnjem iskoristivosti u raznim režimima rada.

Sve više se dolazi do zaključka da se uporabom kompjutera u nastavi mnogi tehnički stručni predmeti mogu rekonstruirati kako bi se sadržaji obogatili, korektnije izlagali, lakše tumačili i znatno skratili. Nastava s kompjutorima omogućuje da se skрати vrijeme potrebno za razumijevanje predmeta i učenje, a istodobno se znatno povećava kvaliteta sadržaja i njegov utjecaj na odgoj kreativnih sposobnosti studenata.

Prva priprema za nastavu, razumljivo, zahtijeva posebno nastavnikovo angažiranje u periodu oblikovanja rekonstruiranog predmeta. Kasnije, međutim, obvezatno se moraju rabiti sve mogućnosti racionalizacije svih posebnih rješenja, a ona, kako je dosad utvrđeno iskustvom, nisu nebitna.

U ovom članku pokazat će se jedna tematska jedinica iz kolegija "Brodski dizelski motori". Bez uporabe kompjutera sadržaj ove tematske jedinice teško je izraziti jer se problem svodi na rješavanje trigonometrijske funkcije dvaju kutova koji se stalno mijenjaju za vrijeme rada motora. U klasičnoj nastavi postavljao se opći matematički izraz koji nije dostatno zorno prikazivao promjene koje nastaju u radu motora. Poradi toga bila

*Mr. Luko Milić
Pomorski fakultet, Dubrovnik

**Mr. Vedran Batoš
Pomorski fakultet, Dubrovnik

je smanjena pouzdanost analize i znatno se povećavalo vrijeme potrebno za predavanje, a pogotovo za učenje, razumijevanje i osposobljavanje za kritičku analizu.

Program izračunavanja numeričkog i grafičkog rješenja pojednostavljuje uvid u utjecaj pojedinih konstrukcijskih parametara na odlike sustava, a to je obično početak svake analize, dijagnoze kvara ili sinteze pri projektiranju. Zanimljivo je napomenuti da se ovakvim programima mogu služiti podjednako oni koji obavljaju analize karakterističnih kvarova u eksploataciji i oni koji se bave problemima modificiranja ili projektiranja. Opisom rada dizelskih motora kompjutorskim jezikom štedi se vrijeme i novac za izvedbu nekih eksperimenata, a posebno pri ispitivanju učinaka poremećaja nekih parametara u konstrukciji.

Tako se na primjerima određenoga nastavnog programa može vidjeti kako korektan opis problema podjednako koristi i stručnjacima koji se bave održavanjem i eksploatacijom, ali i onima što konstruiraju strojeve.

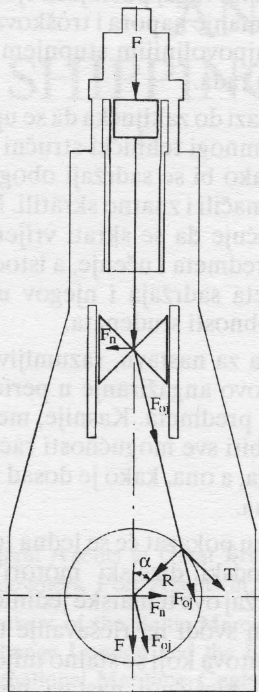
Tematska jedinica koja se ovom prilikom prezentira pokušaj je ilustracije prije izrečene tvrdnje.

Analiza sila koje djeluju na stapni mehanizam dizelskog motora

Na stapni mehanizam dizelskih motora djeluju ove sile: tlak plinova na stap F , inercija pokretnih dijelova F_i , gravitacija F_g , trenje F_T i otpor atmosfere u kojoj se giba stap F_o .

Sile trenja ne mogu se točno teorijski odrediti, već se obuhvaćaju mehaničkim stupnjem iskoristivosti η_m .

Sile tlaka plinova na stap F i sile inercije F_i mijenjaju se po veličini, a sila inercije i po smjeru. Sila teže F_g



Slika 1. Sile stapnog mehanizma

usmjerena je prema središtu Zemlje; ona se ne mijenja ni po veličini ni po smjeru. Sila otpora okružujuće atmosfere F_o uzima se konstantnom po veličini, a smjer joj je suprotan onom kojim djeluje tlak plinova.

Rezultanta svih sila koje djeluju na stapni mehanizam je:

$$F_R = F + F_g + F_i + F_o \quad (1.)$$

Ta sila djeluje u smjeru osi cilindra, a mijenja se za vrijeme rada motora ovisno o promjeni sila F i F_i .

Pri nekom kutu zakreta koljena koljenaste osovine α , sila F_R postavlja se na komponente F_n i F_{oj} .

Sila okomita na kliznu površinu je $F_n = F_R \operatorname{tg} \beta$, a sila u pravcu trenutnog položaja ojnice je $F_{oj} = F_R / \cos \beta$. β je kut između osi cilindra i osi ojnice.

Sila F_{oj} rastavlja se na osnacu koljena koljenaste osovine u dvije komponente: tangencijalnu T i radijalnu R :

$$T = F_R \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \quad (2.)$$

$$R = F_R \frac{\cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \quad (3.)$$

Tangencijalna sila T djeluje na koljenastu osovinu s radijusom r , i formira zakretni moment M :

$$M = T \cdot r \quad (4.)$$

Taj se moment prenosi preko osovinskog voda na brodski vijak, koji svladava moment otpora pri plovidbi broda.

Tangencijalna sila T i moment zaokreta M mijenjaju se po istom zakonu tijekom radnog procesa. Okomita sila F_n djeluje okomito na kliznu površinu i formira zaokretni moment, koji se naziva moment prevrtanja:

$$M_p = -T \cdot r \quad (5.)$$

Taj je moment reakcija na zakretni moment; oni su jednaki po veličini, a suprotni su po smjeru djelovanja. Moment prevrtanja nastoji motor prevrnuti.

Sile tlaka plinova

Zakon promjene tlaka plinova u cilindru motora određen je indikatorskim dijagramom koji se dobiva snimanjem stvarnog procesa u motoru. S obzirom na postavljene zadatke, u ovom radu analizira se tangencijalna sila T_1 , koja nastaje djelovanjem sile izazvane tlakom plinova F , i to ne uzimajući u obzir njezinu trenutnu vrijednost, nego prosječnu prema prosječnom tlaku u cilindru motora:

$$F = \frac{D^2 \Pi}{4} p \quad (6.)$$

$$T_1 = F \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \quad (7.)$$

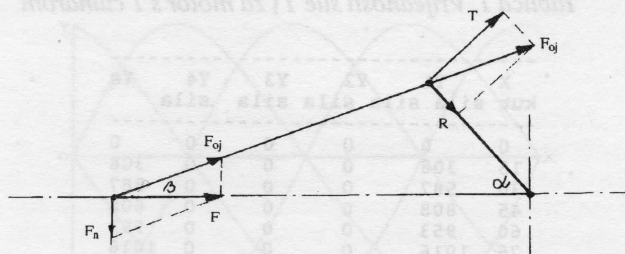
D - promjer cilindra, m

p - prosječni tlak plinova, Pa

Izraz $\frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta}$ daje zakonitost promjene tangencijalne sile T_1 i zakretnog momenta M_1 ovisno o kutevima α i β . Međutim, ta ovisnost može se dati samo u funkciji kuta koljenaste osovine α i omjera radijusa koljena koljenaste osovine r i dužine ojnice l na ovaj način:

$$T_1 = F \sin \alpha [1 + \lambda \cos \alpha (1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha)^{-1/2}]$$

$$\lambda = r/l$$

Slika 2. Rastavljanje sile F_{0j} na sastavnice

Program za računanje tangencijalnih sila pri odgovarajućoj vrijednosti kuta α

```

CONST Ncyl = 4
CONST L = 2
CONST Crtper = 1
CONST CrtYm = .1
CONST Crtkas = 0

CONST Y0 = 1000
CONST Crtkriz = 0
CONST Prtstup = 15
CONST Scr = 9
CONST Bojsl = 4
CONST Tabstup = 15
CONST Incr0 = 1
CONST PI = 3.1415
CONST Ndimy = 360
DECLARE SUB Crtaj (Xpar1)
IF Ncyl < 4 THEN
  Ndimx = 4
ELSE
  Ndimx = Ncyl
END IF
DIM SHARED Xt(Ndimx, Ndimy)
DIM SHARED Yt(Ndimx, Ndimy)
DIM SHARED Ytsum(Ndimx, Ndimy)
DIM SHARED PomprY(Ndimx, Ndimy)
DIM SHARED PomprYs(Ndimx, Ndimy)

POC:
I = 0
CLS
SCREEN Scr
PRINT "X = "; LTRIM$(STR$(360 * Crtper))
PRINT "Y = "; LTRIM$(STR$(Y0))
FOR I = 0 TO Ndimy STEP Incr0
  X = I * 2 * PI / 360
  C1 = SQR(1 - (L * SIN(X)) ^ 2)
  Y = (Y0 * SIN(X) * (C1 + L * COS(X))) / C1
  Xt(1, I) = I
  Yt(1, I) = -y
  Ytsum(1, I) = y
NEXT
NO = 360 / Ncyl
N = 2
FOR N = 2 TO Ncyl STEP 1
  I = 0
  FOR I = 0 TO Ndimy STEP Incr0
    Ipom = 360 - NO * (N - 1) + I
    IF Ipom > 360 THEN
      Ipom = Ipom - 360
    END IF
    Yt(N, I) = Yt(1, Ipom)
    Ytsum(N, I) = Ytsum(1, I) + Yt(N, I)
  NEXT
NEXT
PON:
CLS
PRINT "X = "; LTRIM$(STR$(360 * Crtper))
PRINT "Y = "; LTRIM$(STR$(Y0))
Crtaj Crtper
PRINT
INPUT "Tabela ? <D/N> ==> ", NAST$
IF (NAST$ = "N") OR (NAST$ = "n") THEN
  GOTO KRAJ
END IF
CLS

' P1s1
PRINT
PRINT "-----"
PRINT "X Y1 Y2 Y3 Y4 Ys"
PRINT "-----"
FOR I = 0 TO Ndimy - 180 STEP Tabstup
  PRINT USING "#####"; Xt(1, I);
  FOR N = 1 TO 4
    PomprY(N, I) = INT(Yt(N, I))
    PRINT USING "#####"; PomprY(N, I);
  NEXT
  PomprYs(1, I) = INT(Ytsum(1, I))
  PRINT USING "#####"; PomprYs(1, I);
  PRINT " ";
  PRINT USING "#####"; Xt(1, I + 180);
  FOR N = 1 TO 4
    PomprY(N, I + 180) = INT(Yt(N, I + 180));
    PRINT USING "#####"; PomprY(N, I + 180);
  NEXT
  PomprYs(1, I + 180) = INT(Ytsum(1, I + 180));
  PRINT USING "#####"; PomprYs(1, I + 180);
NEXT
PRINT
PRINT "-----"
PRINT
PRINT
KRAJ:
INPUT "NASTAVAK ? <D/N/P> ==> ", NAST$
IF (NAST$ = "D") OR (NAST$ = "d") THEN
  CLS
  GOTO PON
END IF
IF (NAST$ = "P") OR (NAST$ = "p") THEN
  LPRINT
  LPRINT "-----"
  LPRINT "X";
  FOR I = 1 TO Ndimx STEP 1
    LPRINT " Y"; LTRIM$(STR$(I));
  NEXT
  LPRINT " Ys"
  FOR I = 0 TO Ndimx STEP 1
    LPRINT "-----";
  NEXT
  LPRINT "-----"
  FOR I = 0 TO Ndimy STEP Prtstup
    LPRINT USING "#####"; Xt(1, I);
    FOR N = 1 TO Ndimx
      PomprY(N, I) = INT(Yt(N, I))
      LPRINT USING "#####"; PomprY(N, I);
    NEXT
    PomprYs(1, I) = INT(Ytsum(1, I))
    LPRINT USING "#####"; PomprYs(1, I)
  NEXT
  LPRINT "-----"
  LPRINT
END IF
END

SUB Crtaj (Xpar1)
  con0$ = "BM" + LTRIM$(STR$(200)) + " " + LTRIM$(STR$(160))
  DRAW "X" + VARPTR$(con0$)
  DRAW "ND100 NU10C NR360"
  DRAW "BR370 NE4 NH4 NG4 NF4 BL380"

  CIRCLE STEP(0, 0), 4
  DRAW "BU100 ND8 NE4 NH4"
  Npom = 0
  FOR Npom = 1 TO Ncyl
    Xcpoc = 0
    Ycpoc = 0
    Xpar1c = 0
    con1$ = "RM" + LTRIM$(STR$(200)) + " " + LTRIM$(STR$(INT(-Yt(Npom, 0) *
    DRAW "X" + VARPTR$(con1$)
    FOR Pomper = 1 TO Crtper
      FOR Xpar1c = 0 TO Ndimy
        Ycpoc = -Yt(Npom, Xpar1c) * CrtYm + 160
        Xcpoc = INT(Xpar1c / Crtper) + INT((360 / Crtper) * (Pomper - 1)) +
        con2$ = "M" + LTRIM$(STR$(INT(Xcpoc))) + " " + LTRIM$(STR$(INT(Ycpoc)
        DRAW "X" + VARPTR$(con2$)
        IF Crtkriz = 0 THEN
          GOTO NAST
        END IF
        IF (Xpar1c / 36 - INT(Xpar1c / 36)) = 0 THEN
          SELECT CASE Npom
            CASE 1
              CIRCLE STEP(0, 0), 4
            CASE 2
              DRAW "U4 R4 D4 L4"
            CASE 3
              DRAW "E4 F4 L4"
            CASE 4
              DRAW "NE4 NG4 NH4 NF4"
          END SELECT
        END IF
      END IF
    END IF
  END SELECT
  END IF
  FOR Kasn = 0 TO Crtkas
    NEXT
  NEXT
  NEXT
  Xcpoc = 0
  Ycpoc = 0
  Xpar1c = 0
  con1$ = "BM" + LTRIM$(STR$(200)) + " " + LTRIM$(STR$(INT(-Ytsum(1, 0) * Crt
  DRAW "X" + VARPTR$(con1$)
  FOR Pomper = 1 TO Crtper
    FOR Xpar1c = 0 TO Ndimy
      Ycpoc = -Ytsum(1, Xpar1c) * CrtYm + 160
      Xcpoc = INT(Xpar1c / Crtper) + INT((360 / Crtper) * (Pomper - 1))
      con2$ = "C" + LTRIM$(STR$(Bojsl)) + "M" + LTRIM$(STR$(INT(Xcpoc)))
      DRAW "X" + VARPTR$(con2$)
    NEXT
  NEXT
  NEXT
  END SUB

```

Tablica 1. Vrijednosti sile T_1 za motor s 1 cilindrom

X kut	Y1 sila	Y2 sila	Y3 sila	Y4 sila	Ys
0	0	0	0	0	0
15	308	0	0	0	308
30	587	0	0	0	587
45	808	0	0	0	808
60	953	0	0	0	953
75	1016	0	0	0	1016
90	1000	0	0	0	1000
105	914	0	0	0	914
120	778	0	0	0	778
135	606	0	0	0	606
150	413	0	0	0	413
165	208	0	0	0	208
180	0	0	0	0	0
195	-209	0	0	0	-209
210	-413	0	0	0	-413
225	-607	0	0	0	-607
240	-779	0	0	0	-779
255	-915	0	0	0	-915
270	-1000	0	0	0	-1000
285	-1017	0	0	0	-1017
300	-955	0	0	0	-955
315	-809	0	0	0	-809
330	-588	0	0	0	-588
345	-310	0	0	0	-310
360	-1	0	0	0	-1

Tablica 2. Vrijednosti sile T_1 za motor s 4 cilindra

X kut	Y1 sila	Y2 sila	Y3 sila	Y4 sila	Ys
0	0	-1000	0	1000	0
15	308	-1017	-209	914	-2
30	587	-955	-413	778	-2
45	808	-809	-607	606	-1
60	953	-588	-779	413	1
75	1016	-310	-915	208	1
90	1000	-1	-1000	0	-1
105	914	308	-1017	-209	-2
120	778	587	-955	-413	-2
135	606	808	-809	-607	-1
150	413	953	-588	-779	1
165	208	1016	-310	-915	1
180	0	1000	-1	-1000	-1
195	-209	914	308	-1017	-2
210	-413	778	587	-955	-2
225	-607	606	808	-809	-1
240	-779	413	953	-588	1
255	-915	208	1016	-310	1
270	-1000	0	1000	-1	-1
285	-1017	-209	914	308	-2
300	-955	-413	778	587	-2
315	-809	-607	606	808	-1
330	-588	-779	413	953	1
345	-310	-915	208	1016	1
360	-1	-1000	0	1000	-1

Tablica 3. Vrijednosti sile T_1 za motor sa 6 cilindara

X kut	Y1 sila	Y2 sila	Y3 sila	Y4 sila	Y5 sila	Y6 sila	Ys
0	0	-955	-779	0	778	953	0
15	308	-809	-915	-209	606	1016	0
30	587	-588	-1000	-413	413	1000	0
45	808	-310	-1017	-607	208	914	-1
60	953	-1	-955	-779	0	778	-1
75	1016	308	-809	-915	-209	606	0
90	1000	587	-588	-1000	-413	413	0
105	914	808	-310	-1017	-607	208	-1
120	778	953	-1	-955	-779	0	-1
135	606	1016	308	-809	-915	-209	0
150	413	1000	587	-588	-1000	-413	0
165	208	914	808	-310	-1017	-607	-1
180	0	778	953	-1	-955	-779	-1
195	-209	606	1016	308	-809	-915	0
210	-413	413	1000	587	-588	-1000	0
225	-607	208	914	808	-310	-1017	-1
240	-779	0	778	953	-1	-955	-1
255	-915	-209	606	1016	308	-809	0
270	-1000	-413	413	1000	587	-588	0
285	-1017	-607	208	914	808	-310	-1
300	-955	-779	0	778	953	-1	-1
315	-809	-915	-209	606	1016	308	0
330	-588	-1000	-413	413	1000	587	0
345	-310	-1017	-607	208	914	808	-1
360	-1	-955	-779	0	778	953	-1

Tablica 4. Vrijednosti sile T_1 za motor s 9 cilindara

X kut	Y1 sila	Y2 sila	Y3 sila	Y4 sila	Y5 sila	Y6 sila	Y7 sila	Y8 sila	Y9 sila	Ys
0	0	-743	-1020	-779	-278	277	778	1019	742	0
15	308	-500	-985	-915	-479	69	606	978	914	0
30	587	-209	-866	-1000	-667	-140	413	874	1005	-1
45	808	104	-669	-1017	-829	-346	208	723	1013	0
60	953	406	-407	-955	-950	-544	0	543	949	-1
75	1016	668	-105	-809	-1014	-724	-209	345	828	-1
90	1000	865	207	-588	-1006	-875	-413	139	666	0
105	914	984	499	-310	-915	-979	-607	-70	479	-1
120	778	1019	742	-1	-743	-1020	-779	-278	277	-1
135	606	978	914	308	-500	-985	-915	-479	69	0
150	413	874	1005	587	-209	-866	-1000	667	140	-1
165	208	723	1013	808	104	-669	-1017	-829	-346	0
180	0	543	949	953	406	-407	-955	-950	-544	-1
195	-209	345	828	1016	668	-105	-809	-1014	-724	-1
210	-413	139	666	1000	865	207	-588	-1006	-875	0
225	-607	-70	479	914	984	499	-310	-915	-979	-1
240	-779	-278	277	778	1019	742	-1	743	-1020	-1
255	-915	-479	69	606	978	914	308	-500	-985	0
270	-1000	667	-140	413	874	1005	587	-209	-866	-1
285	-1017	-829	346	208	723	1013	808	104	-669	0
300	-955	-950	-544	0	543	949	953	406	407	-1
315	-809	-1014	-724	-209	345	828	1016	668	105	-1
330	-588	-1006	-875	413	139	666	1000	865	207	0
345	-310	-915	-979	-607	-70	479	914	984	499	-1
360	-1	-743	-1020	-779	-278	277	778	1019	742	-1

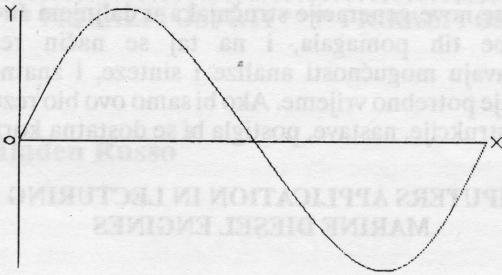
Poradi preglednosti rezultata uzet je prirast kuta od 15° zakreta koljenaste osovine i omjer promjera koljena koljenaste osovine i duljine ojnice $\lambda = 0,20$.

Tablica 1. i dijagram na slici 3. ilustriraju vrlo zorno promjenu tangencijalnih sila i zaokretnog momenta u motoru s jednim cilindrom.

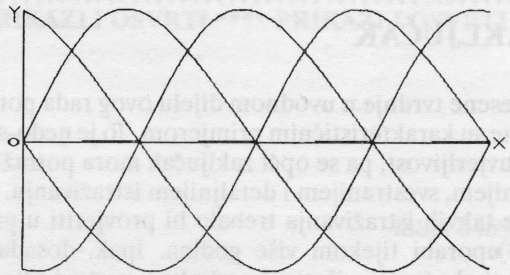
Motore s više cilindara imaju uravnotežen rad, što je ilustrirano karakterističnim primjerima motora s četiri i devet cilindara. Uravnoteženost rada motora i opterećenja koljenaste osovine poboljšavaju se rasporedom paljenja u pojedinim cilindrima. Tako redosljed paljenja motora s četiri cilindra može biti 1 - 3 - 4 - 2.

Pomak događanja radnih procesa prema redosljedu paljenja u dvotaktnih motora s četiri cilindra je 90° zakreta koljenaste osovine, što je ilustrirano brojčanim vrijednostima u tablici 2. i krivuljama na slici 4. Iz tablice se vide vrijednosti neuravnoteženja tangencijalnih sila,

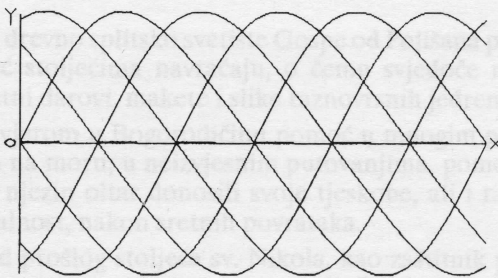
Analiza promjene tangencijalnih sila T_1 obaviti će se za motore s 1, 4, 6 i 9 cilindara, te za razne vrijednosti λ . Program je napravljen u Basicu tipa IBM DOS QBasic, koji je kompatibilan s bilo kojim drugim Basic-interpreterom. Realizacija programa moguća je na bilo kojem računaru tipa IBM PS1, IBM PS2 ili PC AT - kompatibilnom, s ugrađenom CGA, EGA ili VGA - karticom. Posebnih memorijskih zahtjeva nema. Program se može vrlo jednostavno prilagoditi bilo kojem drugom računaru ili operacijskom sustavu.



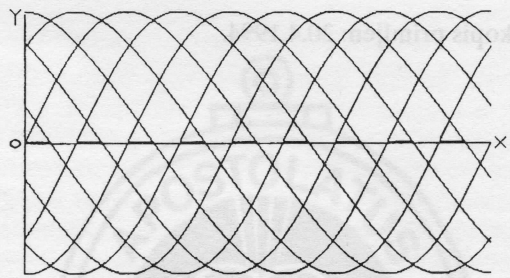
Slika 3. Dijagram promjene tangencijalnih sila motora s 1 cilindrom



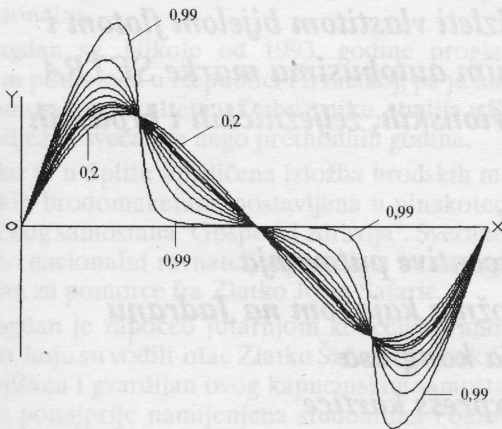
Slika 4. Dijagram promjene tangencijalnih sila i njihove rezultante u motoru s četiri cilindra



Slika 5. Dijagram promjene tangencijalnih sila i njihova rezultanta u motoru sa 6 cilindara



Slika 6. Dijagram promjene tangencijalnih sila i njihova rezultanta u motoru s 9 cilindara



Slika 7. Utjecaj omjera r/l na promjene tangencijalnih sila i zakretnih momenata

a koje se nalaze u granicama između 0,001 i (-0,002), za što se može reći da su zanemarivo male vrijednosti.

Tangencijalne sile motora sa šest cilindara su uravnotežene, što se vidi prema vrijednostima tablice 3. i krivuljama na slici 5. Redosljed paljenja motora sa šest cilindara može biti 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4.

Kut pomaka između pojedinih cilindara po redosljed paljenja za dvotaktne motore sa šest cilindara je 60°

zakreta koljenaste osovine, dok je pri četverotaktnim motorima 120° .

Vrijednosti u tablici 4. i krivulje na slici 6. odnose se na motore s devet cilindara.

Priložene tablice i dijagrami vrlo zorno predaju promjene intenziteta pojedinih tangencijalnih sila i njihovu učestalost ovisno o broju cilindara. Normalno, učestalost sila ovisi i o broju okretaja motora. Tako, budući da je vrijeme za jedan radni proces dvotaktnim motorima $t = 60/n$, znači da će se sile motora s $480^\circ/\text{min}$ šest puta brže mijenjati nego kod motora s $80^\circ/\text{min}$. Poradi ograničenog prostora i postavljenog zadatka u ovom radu, ne analizira se detaljnije taj utjecaj.

Slika 7. ilustrira utjecaj različitih odnosa promjera koljena koljenaste osovine i dužine ojnice r/l na promjenu vrijednosti tangencijalnih sila. Dijagrami su rađeni za jedan cilindar, ali tako da se vrijednosti r/l mijenja kako slijedi: 0,2; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 0,99.

Radi preglednosti na slici su naznačene samo najmanja i najveća vrijednost omjera, r/l 0,2 i 0,99.

Iz dijagrama jasno se vidi kakav je utjecaj parametra r/l : pri malim vrijednostima od 0,2 do 0,5 promjena tangencijalnih sila relativno je pravilna, ali pri većim vrijednostima nepravilnost je sve više izražena. Iz toga se nameće zaključak da vrijednosti omjera r/l ne smiju biti veće od 0,5.

ZAKLJUČAK

Iznesene tvrdnje u uvodnom dijelu ovog rada potkrijepljene su karakterističnim primjerom. To je nedostatno za uvjerljivost, pa se opći zaključak mora potražiti u opsežnijem, svestranijem i detaljnijem istraživanju. Rezultate takvih istraživanja trebalo bi provjeriti u praktičnoj uporabi tijekom više godina. Ipak, dosadašnji rezultati obećavaju višestruke učinke u nastavi s kompjutorima, zato prema takvoj perspektivi u nastavi ne smijemo biti ravnodušni.

Učinci na jednom primjeru ne mogu se uopćavati, ali mogu biti poticaj za proširivanje eksperimenta s uporabom kompjutora u nastavi stručnih tehničkih predmeta.

Rukopis primljen: 20.4.1994.

Sve češćim uvođenjem kompjutora u nastavu ohrabruju se nove generacije stručnjaka u daljnjem širenju uporabe tih pomagala, i na taj se način realno povećavaju mogućnosti analize i sinteze, i znatno se skraćuje potrebno vrijeme. Ako bi samo ovo bio rezultat rekonstrukcije, nastave, postigla bi se dostatna korist.

COMPUTERS APPLICATION IN LECTURING ON MARINE DIESEL ENGINES

Summary

The characteristic lesson on Ship Diesel Engines has been presented to illustrate the statement: Using computers and its abilities it is possible, for this particular subject, to reduce the time required for teaching and learning, and, at the same time, to increase the professional level of the content thus stimulating creative abilities students abilities.

Koristite naše usluge:

- Rezervacije željenog smještaja
- Transferi i izleti vlastitom bijelom flotom i najmodernijim autobusima marke SETRA
- Izdavanje avionskih, željezničkih i brodskih karata
- Mjenjačnice
- Grupna i incentive putovanja
- Jedrenje i vožnja kajakom na Jadranu
- Organizacija kongresa
- American express kartice
- Galerija Sebastian

ATLAS - Sjedište Pile 1, 50000 Dubrovnik

Tel: 050/442 222

Fax: 041/411 100

Poslovni centar: Lastovska 23, 41000 Zagreb

Tel: 041/624 444

Fax: 041/611 696