



Časopis Naučnog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje
Journal of Scientific Society of Power Machines, Tractors and Maintenance

TRAKTORI

I

POGONSKE MAŠINE

TRACTORS AND POWER MACHINES

3/4

UDK 631.372

ISSN 0354-9496

Godina 26

Dec. 2021.



Novi Sad, Srbija

Trakt. i pog. maš., Trac. and pow. mach., Vol. 26, No. 3/4, p.1-91, Novi Sad, Dec. 2021.



AGROPANONKA

BELARUS
MINSK TRACTOR WORKS
81 - 158 KS



Naš tim - Vaš uspeh

- Besplatan radni sat servisera u garantnom roku
- Besplatan izlazak servisera na teren u garantnom roku
- 88% kvarova rešavamo u roku od 48h
- Uvek dostupni rezervni delovi

Mahindra
Rise.
42 - 92 KS



FABRIKA ZA SKLAPANJE BELARUS I MAHINDRA TRAKTORA



PRIKLJUČNE MAŠINE

PLUGOVI • PODRIVAČI • FREZE • TANJIRAČE • SETVOSPREMAČI • PRIKOLICE • SEJALICE
KOSAČICE • MALČERI • TRAKTORSKI UTOVARIVAČI . . .

SISTEMI ZA NAVODNJAVANJE

TIFONI • PUMPE • AGREGATI
ALU CEVI



ORIGINALNI REZERVNI DELOVI



MABANOL ULJE

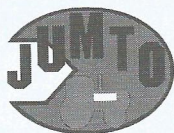


POLJOPRIVREDNE GUME

NOVI SAD, Filipa Višnjića 10; Tel: 021 524-844, 524-557

Mob: 064 850 55 61, 064 850 56 28, 064 850 55 69, 064 850 55 06, 064 850 56 26

www.agropanonka.com AGROPANONKA agropanonka_



Naučno društvo za pogonske mašine, traktore i održavanje
Scientific Society of Power Machines, Tractors and Maintenance

Suizdavač – Copublisher

Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad
 Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Engineering, Novi Sad

Glavni urednik – Editor in chief

Dr Milan Tomić

Urednici - Editors

Dr Lazar Savin

Dr Ratko Nikolić

Dr Mirko Simikić

Dr Radojka Gligorić

Tehnički urednik - Technical Editor

MSc Srđan Vejnović

Nevenka Žigić

Tehnički sekretar - Technical Secretary

Nevenka Žigić

Uređivački savet - Editorial Committee

Dr Ratko Nikolić, Novi Sad

Dr Lazar Savin, Novi Sad

Dr Milan Tomić, Novi Sad

Dr Mirko Simikić, Novi Sad

Dr Dragan Ružić, Novi Sad

Dr Radojka Gligorić, Novi Sad

Dr Ivan Klinar, Novi Sad

Dr Radivoje Pešić, Kragujevac

Dr Klara Jakovčević, Subotica

Dr Krešimir Čopce, Zagreb

Dr Laszlo Mago, Budapest, Mađarska

Dr Александр Пастухов, Белгород, Rusija

Dr Ľubomír Hujo, Nitra, Slovačka

Dr Hasan Silleli, Ankara, Turska

Dr Valentin Vladut, Rumunija

Adresa – Address

Poljoprivredni fakultet

Trg Dositeja Obradovića br. 8

Novi Sad, Srbija

Tel.: ++381(0)21 4853 391

Tel/Fax.: ++381(0)21 459 989

e-mail: milanto@polj.uns.ac.rs

Časopis izlazi svaka tri meseca

Godišnja pretplata za radne organizacije je 1500 din, za

Inostranstvo 5000 din a za individualne predplatnike 1000 din

Žiro račun: 340-4148-96 kod Erste banke

Rešenjem Ministarstva za informacije Republike Srbije, Br.651-115/97-03 od 10.02.1997.god., časopis je upisan u registar pod brojem 2310

Prema Mišljenju Ministarstva za nauku, Republike Srbije ovaj časopis je "PUBLIKACIJA OD POSEBNOG INTERESA ZA NAUKU"

Jurnal is published four times a year

Subscription price for organization is 40 EURO, for

foreign organization 80 EURO and individual

subscribers 15 EURO

Štampa – Printed by

Štamparija "BIROGRAF COMP" doo, 11080 Zemun, Atanasija Pulje 22

Tiraž 100 primeraka

TRAKTORI I POGONSKE MAŠINE

3/4

UDK 631.37

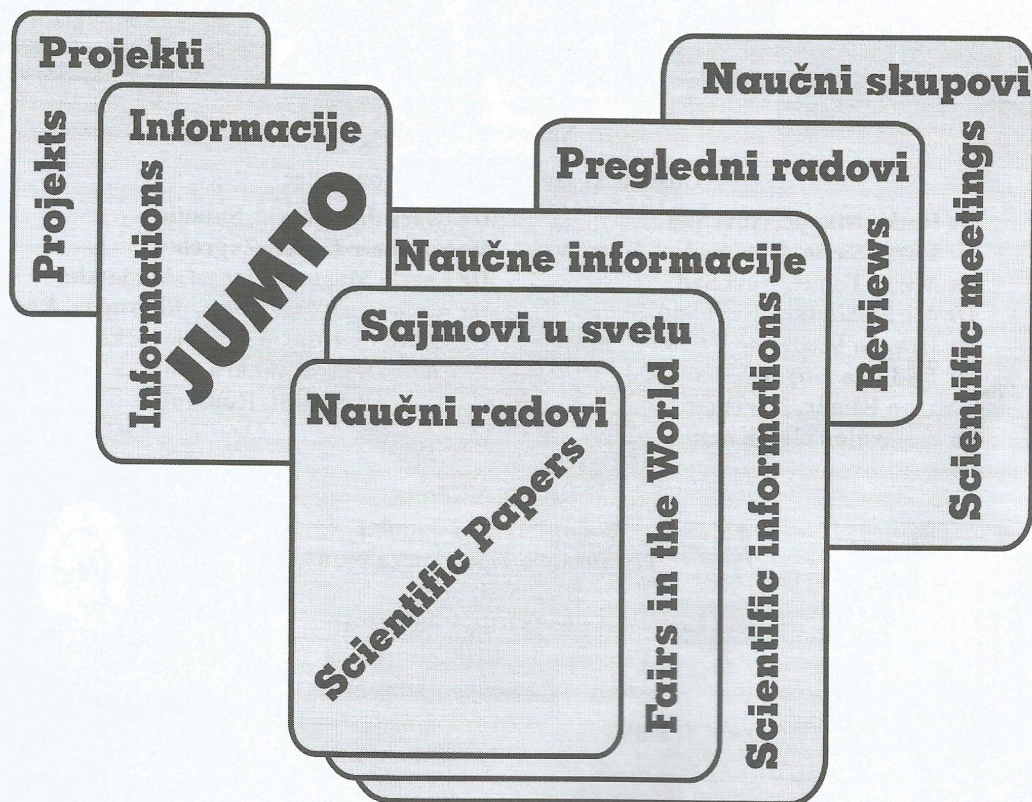
ISSN 0354-9411

Godina 26

Dec. 2021.

TRACTORS AND POWER MACHINES

SADRŽAJ - CONTENTS



Novi Sad, Srbija

**Časopis Traktori i pogonske
mašine broj 3/4 posvećen je
XXVIII-om naučnom skupu
“Pravci razvoja traktora i
obnovljivih izvora energije”**

**The journal Tractors and power
machines number 3/4 is devoted to
XXVIII scientific meeting
“Development of tractors and
renewable energy resources”**

JUMTO 2021

Programski odbor

- ☐ Prof. dr Lazar Savin, predsednik
- ☐ Prof. dr Ratko Nikolić
- ☐ Prof. dr Mirko Simikić
- ☐ Prof. dr Ivan Klinar

Program board

- ☐ Prof. dr Dragan Ružić
- ☐ Prof. dr Radojka Gligorić, sekretar
- ☐ Prof. dr Milan Tomić
- ☐ Dipl. inž. Milan Samardžija
- ☐ Prof. dr Zdenko Tkač

Pokrovitelji skupa

- ☐ Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
- ☐ Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost
- ☐ Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo AP Vojvodine

Godparent of meeting

Organizatori skupa

- ☐ Naučno društvo za pogonske mašine, traktore i održavanje

Organizers of meeting

JUMTO – Novi Sad

- ☐ Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad
- ☐ Društvo za razvoj i korišćenje biogoriva – BIGO, Novi Sad
- ☐ Agencija za bezbednost saobraćaja, Beograd
- ☐ Akademija inženjerskih nauka Srbije, Odeljenje biotehničkih nauka Beograd

Mesto održavanja

Place of meeting

Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 03.12.2021.

Štampanje ove publikacije pomoglo je:

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost AP Vojvodine
Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo AP Vojvodine

SADRŽAJ – CONTENTS

<i>Galamboš S., Dorić J., Nikolić N., Poznanović N., Feher D.</i>	
UTICAJ OBLIKA KAROSERIJE VOZILA NA OTPOR VAZDUHA	
IMPACT OF VEHICLE BODY SHAPE ON THE DRAG FORCE	5
<i>Galamboš S., Dorić J., Nikolić N., Poznanović N., Feher D.</i>	
UTICAJ AERODINAMIČKOG DODATKA NA PERFORMANSE VOZILA	
IMPACT OF THE AERODYNAMIC SPOILER ON VEHICLE PERFORMANCE	12
<i>Nikolić N., Dorić J., Galamboš S., Feher D.</i>	
ISTRAŽIVANJE PROMENA NEKIH PARAMETARA MOTORA SUS PRI	
POGREŠNOM OČITAVANJU SENZORA PRITISKA U USISNOM VODU	
RESEARCH OF CHANGES IN SOME IC ENGINE PARAMETERS AT MAP	
SENSOR MISREADING	18
<i>Dorić J., Nikolić N., Galamboš S., Feher D., Grujić I.</i>	
SIMULACIJA RADA TURBOKOMPRESORA VARIJABILNE GEOMETRIJE	
SIMULATION OF VARIABLE GEOMETRY TURBOCHARGER	25
<i>Feher D., Galamboš S., Dorić J., Nikolić N.</i>	
SIMULACIJA PADA PRITISKA KROZ USISNU GRANU U ZAVISNOSTI OD	
NJENE GEOMETRIJE	
PRESSURE DROP SIMULATION THROUGH THE INTAKE MANIFOLD	
ACCORDING TO ITS GEOMETRY	33
<i>Krstić V., Čurguz Z., Krstić B., Božicković S.</i>	
MOGUĆNOSTI ODREĐIVANJA VEKA TRAJANJA VOZILA	
POSSIBILITIES OF DETERMINING THE LIFE OF A VEHICLE	38
<i>Krstić V., Krstić N., Ajanović M., Krstić B.</i>	
ODREĐIVANJE VREMENSKOG PERIODA POSLE KOGA JE POTREBNO	
OBAVITI GENERALNI REMONT VOZILA	
DETERMINATION OF THE TIME PERIOD AFTER WHICH IT IS NECESSARY	
TO PERFORM THE OVERHAUL OF THE VEHICLE	48
<i>Milojević S., Jovanović R., Pešić R.</i>	
TEČNI PRIRODNI GAS KAO ALTERNATIVNO GORIVO ZA POGON VOZILA	
LIQUEFIED NATURAL GAS AS AN ALTERNATIVE FUEL FOR MOTOR	
VEHICLES	54
<i>Krstić V., Čurguz Z., Krstić B., Božicković S.</i>	
ANALIZA UTICAJA IZDUVNE EMISIJE VOZILA NA OKRUŽENJE	
ANALYSIS OF THE IMPACT OF VEHICLE EXHAUST EMISSIONS ON THE	
ENVIRONMENT	61
<i>Kostić M., Dedović N.</i>	
MAPIRANJE KLIZANJA TOČKA TRAKTORA KAO PROSTORNI PROCENITELJ	
FIZIČKOG STANJA ZEMLJIŠTA	
TRACTOR DRIVE WHEEL SLIP MAPPING AS A SPATIAL PREDICTOR OF	
SOIL PHYSICAL PROPERTIES	74
<i>Jović N., Pešić M., Savić S.</i>	
NUMERIČKA ANALIZA INTERAKCIJE IZMEĐU FLUIDA I VAGON CISTERNE	
U TESTU NALETANJA	
NUMERICAL ANALYSIS OF INTERACTION BETWEEN FLUID AND TANK	
WAGON DURING THE BUFFING IMPACT TEST	82

SIMULACIJA RADA TURBOKOMPRESORA VARIJABILNE GEOMETRIJE SIMULATION OF VARIABLE GEOMETRY TURBOCHARGER

Dorić J.¹, Nikolić N., Galamboš S., Feher D., Grujić I.²

REZIME

Trend razvoja današnjih motora SUS je usmeren ka povećanju specifične snage, smanjenju potrošnje i emisije štetnih gasova. Poljoprivredna mehanizacija je skoro uvek pogonjena motorima SUS, pri čemu su uglavnom zastupljeni prehranjivani motori. Kada je reč o projektovanju motora danas je veoma zastupljen metod simulacije koja u mnogome smanjuje vreme i troškove prilikom konstruisanja motora SUS. U ovom radu je izvršena simulacija rada motora SUS sa turbokompresorom varijabilne geometrije. Rezultati pokazuju da se na ovaj način može izvršiti adekvatna predikcija performansi motora i na osnovu rezultata simulacije adekvatno izabrati odgovarajući turbokompresor za dati motor.

Ključne reči: VGT, motor SUS, simulacija

ABSTRACT

Modern trend of IC engine development going towards increasing of power and reduction of fuel consumption and engine pollution. Agricultural mechanisation is usually powered with IC engine especially with turbocharged IC engine. Because of reduction of cost and time simulation of IC engine proces is one of the main step in modern engine construction and design proces. In this paper was performed simulation of working process of diesel IC engine with VGT turbine. Results shown that with IC engine simulation it is easy and possible to predict of engine performance and chose adequate turbocharger for selected diesel engine

Key words: VGT, IC engine, simulation

UVOD

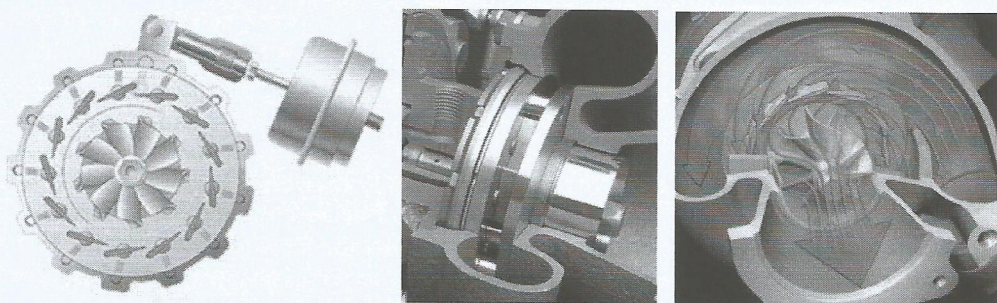
Danas je veoma aktuelna tema konstruisanje motora sa turboprehranjivanjem u cilju smanjenja mase, gabarita i potrošnje pogonskih agregata motornih vozila. Nadpunjenje motora SUS u cilju povećanje snage staro je otprilike koliko i sam princip klipnih motora sa unutrašnjim sagorevanjem, prvi patent vezan za nadpunjenje motora SUS datira još od 1885. Principijalne prednosti nadpunjenja su u tome što klipne mašine vrlo slabo koriste oblasti niskih pritisaka

¹ Dr Jovan Dorić, vanr.prof., Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, jovan_d@uns.ac.rs, dr Stjepan Galamboš, docent, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, dr Nebojša Nikolić, vanr. prof., Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, MSc Dalibor Feher, asistent Fakultet tehničkih nauka Novi Sad,

² Dr Ivan Grujić, docent, Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac.

[1]. Za produženje ekspanzije potrebne su velike zapremine radnog prostora [2] što nepovratno povećava gubitke. U ovom radu će biti izvršena analiza rada motora sa turbokompresorom promenljive geometrije. Turbina promenljive geometrije ima mogućnost da promeni smer kretanja izduvnih gasova i na taj način optimizuje rad turbine [1-6]. Promenljivu geometriju ne treba shvatiti u pogrešnom smislu, naime ovde je reč o pomeranju krilaca na statičnom delu turbine, tj. na kućištu. Pomeranje krilca turbine u zavisnosti od protoka je ilustrovano na slikama 1 i 2.

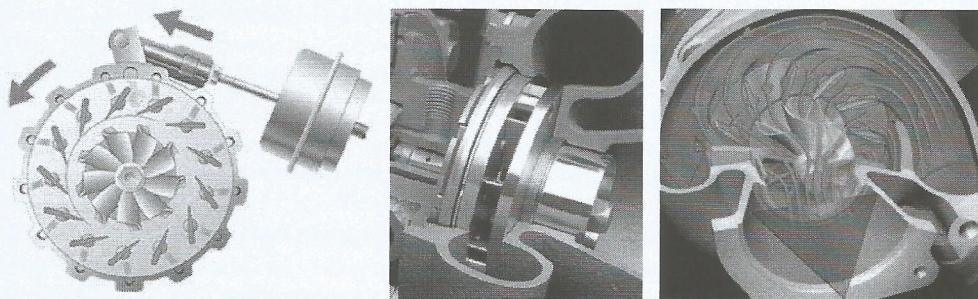
Pri malim protocima krilca su delimično zatvorena, i na taj način redukuju površinu strujanja i time ubrzavaju gasove koji „napadaju“ lopatice turbine pod povoljnim uglom. Izduvni gasovi pri ovim uslovima „napadaju“ lopatice turbine pri odgovarajućem uglu što generiše obrtanje turbinskog kola dovoljno brzo da bi se izbegla „turbo rupa“.



Sl. 1. Turbina varijabilne geometrije za slučaj malih protoka [3]

Fig. 1. Variable geometry turbine for the case of small flows

Pri visokim protocima izduvni gasovi su dovoljno snažni da vrte turbinsko a time i kompresorsko kolo velikim brzinama. Pri ovakvim protocima krilca su skroz otvorena, ugao pod kojim struja produkata sagorevanja udara o krilca turbine je sada nepovoljniji ali je protok produkata sagorevanja dovoljan da i pri takvim uslovima brzo okreće turbo kolo, a samim ti i kompresorsko kolo, ilustrovano na sl.2.



Sl. 2. Položaj krilaca turbine varijabilne geometrije za slučaj velikih protoka [3]

Fig. 2. Variable geometry turbine for the case of large flows

U početku se ovakva tehnologija turbina varijabilne geometrije koristila samo kod dizel motora. Jedan od razloga je što se kod benzinskih motora na kraju takta širenja ostvaruju veće temperature nego kod dizel motora, samim tim su i izduvni gasovi benzinskih motora vreliji 950-1000 °C za razliku od dizel motora kod kojih produkti sagorevanja dostižu tek oko 700-

800 °C. Tako da je dugo godina rešavanje ovog problema bilo veoma teško, tek sa razvojem savremenih materijala dolazi se do VGT uređaja koji mogu da se koriste i kod oto motora.

MATERIJAL I METOD

U ovom istraživanju korišćeni model za opis rada kompresora se bazira na metodi opisa klasične fizike. Ovaj metod podrazumeva da se protok kroz kompresor ponaša u kvazi-stacionarnom smislu. Proračun masenog protoka i entalpije kao i obrtnog momenta za pogon kompresora se vrši preko interpolacije mape stacioniranog strujanja. To podrazumeva da krive odnosa pritiska i normalizovanog masenog protoka (pri fiksiranoj normalizovanoj brzini) imaju negativan nagib u svim tačkama (uobičajeno je da krive konstantne brzine imaju pozitivan nagib u blizini granica). Takođe se tokom proračuna koriste tri mape: mapa bezdimenzionog masenog protoka u funkciji odnosa pritiska i bezdimenzione brzine, mapa efikasnosti u funkciji odnosa pritiska i bezdimenzione brzine i treća mapa se koristi na početku simulacije a to je mapa koeficijenta obrtnog momenta u funkciji odnosa pritiska i bezdimenzione brzine koja se automatski kreira. Bezdimenziona brzina, maseni protok i koeficijent momenta su definisani na sledeći način preko relacija (1-3):

$$N^* = \frac{\pi N D_{ref}}{30 \sqrt{RT_i}} \quad (1)$$

$$\dot{m}^* = \frac{\dot{m} \sqrt{RT_i}}{P_i D_{ref}^2} \quad (2)$$

$$\Gamma^* = \frac{\tau}{P_i D_{ref}^3} \quad (3)$$

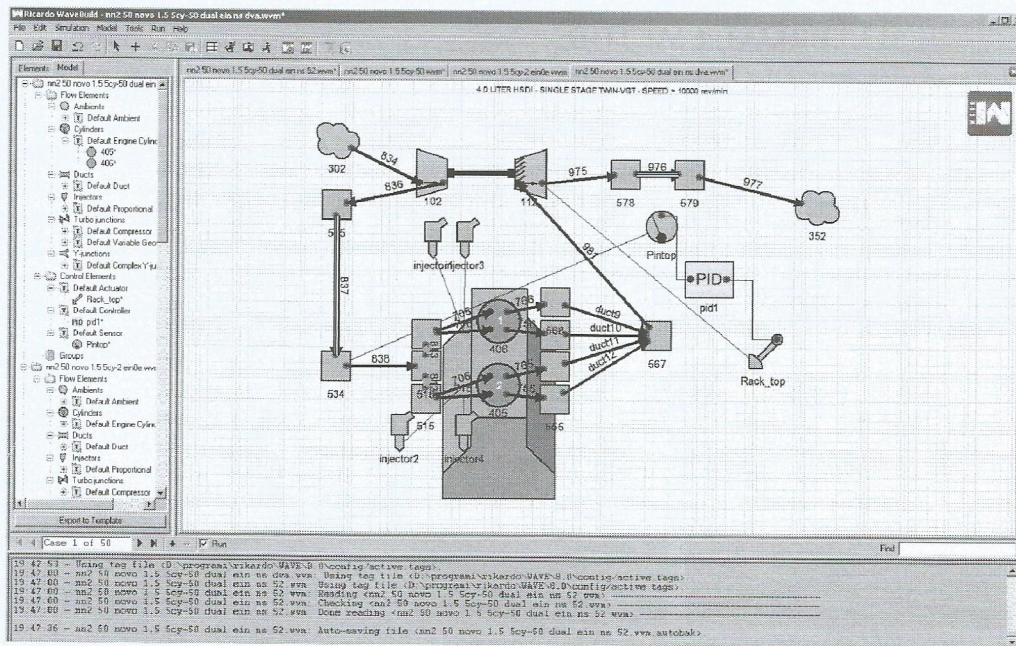
Pri čemu su: N -broj obrtaja, D_{ref} -referentni prečnik, R -gasna konstanta, $\dot{m}$ -maseni protok, T_i -temperatura na ulazu, P_i -pritisak na ulazu i τ -moment na vratilu kompresora.

U savremenim motorima uticaj elektronike svakim danom postaje sve veći i veći. Veliki broje parametara od kojih zavisi pravilno funkcionisanje motora se kontroliše putem elektronike. Najčešće korišćeni kontroler ovih vitalnih parametara jeste PID kontroler. Pogotovo u cilju kontrole turbo punjača ili EGR ventila. Kod kontrole turbo punjača njegova uloga se prvenstveno ogleda u regulisanju pritiska prehranjivanja u određenim granicama dok kod EGR ventila kontroliše udeo sveže smeše u novoj radnoj smeši motora. Takođe se PID kontroler može koristiti za simulaciju tranzijentnih ponašanja kompleksnih sistema motornih vozila gde se ovakav kontroler naziva *driver* kontroler, koji u što većem stepenu treba da simulira ponašanje vozača. PID kontroler se može opisati sledećom relacijom (4):

$$Y = K_p X_d + K_i \int X_d dt + K_d \frac{dX_d}{dt} \quad (4)$$

Takozvana kontrolna devijacija X_d je dobijena preko razlike komandnog signala W (tražene vrednosti) i kontrolne promenljive X (stvarne vrednosti) i dodata kontroleru. PID kontroler predstavlja na neki način upravljački element koji se u ovom radu iskoristio da definiše ugao krilaca turbine za željenu radnu tačku a zatim zadrži takvo stanje tokom dostizanja

konvergenciji u simulaciji. Model motora sa turbinom varijabilne geometrije i adekvatnim PID kontrolerom prikazan je na sl. 3.



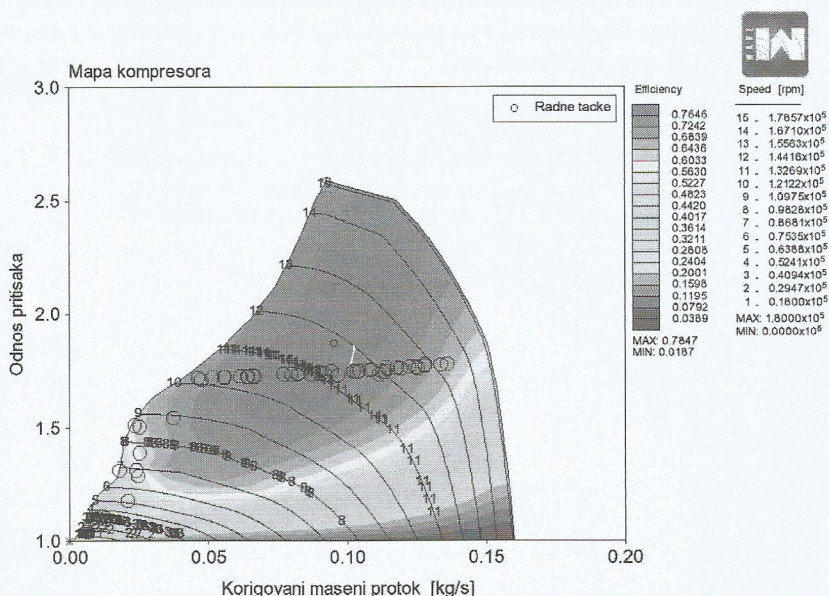
Sl. 3. Model motora sa dodatim PID kontrolerom i turbinom varijabilne geometrije
Fig. 3. Engine model with PID controler and VGT

REZULTATI

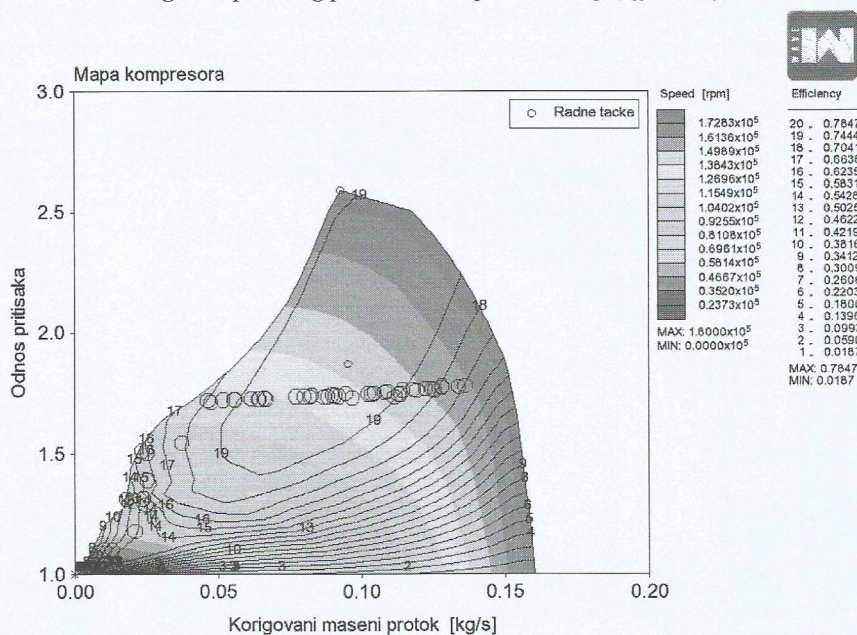
Turbina varijabilne geometrije koja je korišćena prilikom simulacije omogućuje veliku brzinu obrtanja kako turbinskog tako i kompresorskog kola, pa turbokompresor može nesmetano da obezbedi visok pritisak nadpunjenja pri skoro svim režimima. Položaj radnih tačaka tokom simulacije u mapi kompresora su prikazane na slikama 4 i 5. Na slici 4 je prikazana mapa kompresora gde je u fokusu stavljena efikasnost kompresora dok je na slici 5 analizirana brzina obrtanja kompresorskog kola.

Sa prikazanih dijagrama se jasno uočava da se tokom svih režima obezbedilo postizanje dovoljno visokog pritiska nadpunjenja (preko 1,6 bara). Naravno pri suviše malim protocima kroz usisni kolektor nije dolazilo do generisanja visokog porasta pritiska u kompresoru. Područje rada kompresora je ograničena granicom pumpanja i granicom gušenja. Iz tog razloga se pri malim protocima ne može generisati veliki porast pritiska na kompresorskom kolu. Iz priloženog dijagrama se može analizirati efikasnost kompresora koja je kao što se vidi najveća pri srednjim protocima. Kada je reč o turbini ona zapravo poseduje onoliko mapa koliko ima mogućih položaja pomerljivih krilaca na statoru turbinskog kola.

Za potrebe simulacije bilo je izabrano ukupno pet mapa turbina koje su definisale karakteristike turbine za pet različitih položaja varijabilnih krilaca, i to za: 0, 25, 50, 75 i 100% otvorenosti. Ostali podaci su se dobijali interpolacijom zadatih mapa. Od ukupno pet mapa u ovom radu će biti prezentovane samo dve mape. Prva je prikazana na sl. 6 gde dijagram karakteriše rad turbine kada su krilca otvorena 25%. Slična mapa za otvorenost krilaca od 75% prikazana je na sl. 7.



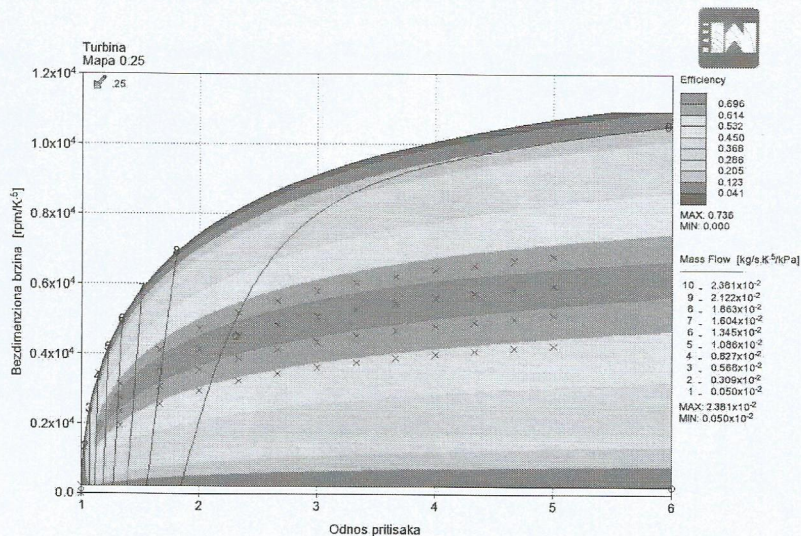
Sl. 4. Radne tačke u mapi kompresora (efikasnost)
Fig. 4. Operating points in compressor map (efficiency)



Sl. 5. Radne tačke u mapi kompresora (brzina)
Fig. 5. Operating points in compressor map (speed)

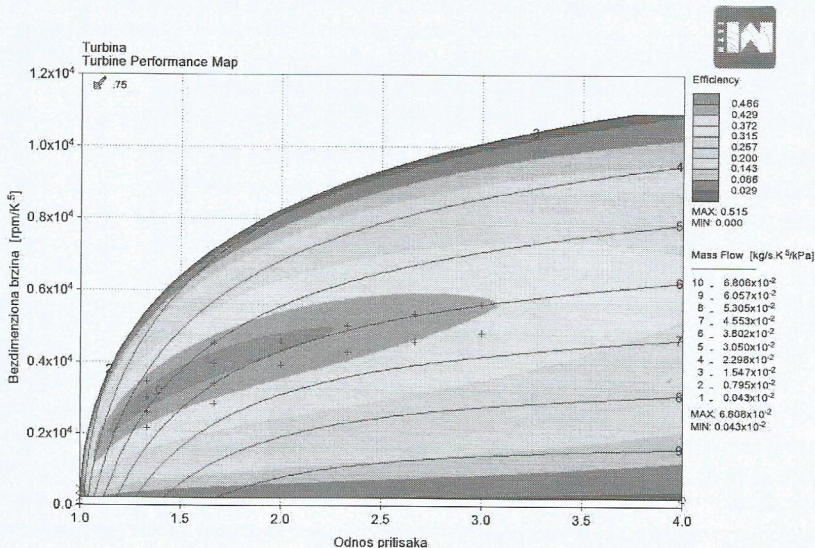
Obe mape se razlikuju po više parametara, pre svega za iste protoke pri dva različita položaja varijabilnih krilaca turbina neće dati jednak broj obrtaja vratila rotora koji je povezan sa kompresorskim kolom. Zatim se uočava i drugačija priroda promene efikasnosti rada turbine.

Pri malim otvorenosti krilaca visoka efikasnost se može očekivati i pri većim odnosu pritiska u turbini, dok je pri većoj otvorenosti najveća efikasnost pri manjim promenama pritiska u turbini.



Sl. 6. Mapa turbine za odabran režim rada (25%)

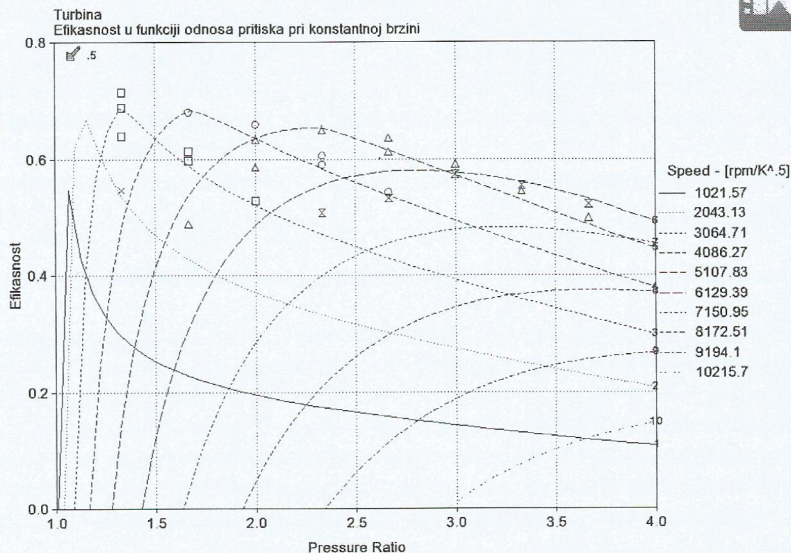
Fig. 6. Turbine map for chosen operating regimes (25%)



Sl. 7. Mapa turbine za odabran režim rada (75%)

Fig. 7. Turbine map for chosen operating regimes (75%)

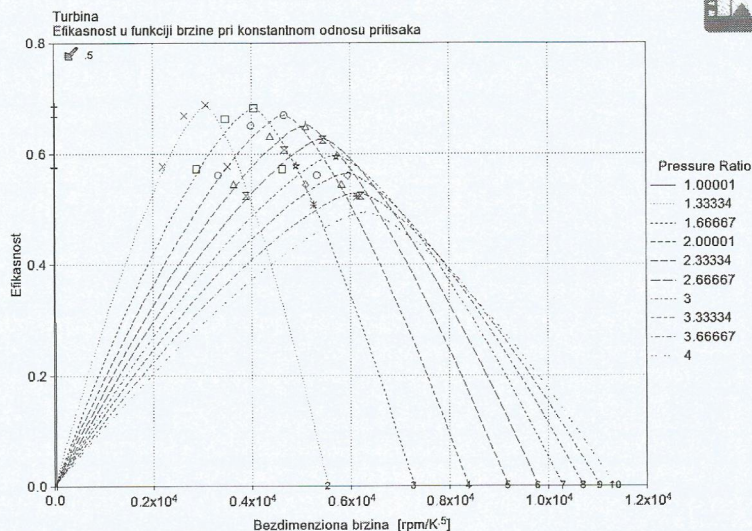
Bolji uvid u tok efikasnosti prilikom promene pritiska i brzine turbinskog kola se može videti sa slika 8 i 9. Sličan tok se može očekivati i kod povećavanja otvorenosti krilaca na turbini, jedino kod vrlo male otvorenosti krilaca efikasnost može da sadrži vrlo visoke vrednosti.



Sl. 8. Zavisnost efikasnosti od odnosa pritiska i brzine (50%)

Fig. 8. Efficiency dependence in relation to speed and pressure ratio (50%)

Druga mapa iste turbine koja je analizirana po različitim parametrima je prikazana na sl. 9. Može se konstatovati da se maksimalna efikasnost turbine može očekivati samo u vrlo uskom režimu, međutim kod turbine varijabilne geometrije se optimalni režim bitno proširuje.



Sl. 9. Zavisnost efikasnosti od bezdimenzione brzine i odnosa pritiska (50%)

Fig. 9. Efficiency dependence in relation to dimensionless speed and pressure ratio (50%)

Pri malim otvorenosti krilaca visoka efikasnost se može očekivati i pri većim odnosu pritiska u

turbini, dok je pri većoj otvorenosti najveća efikasnost pri manjim promenama pritiska u turbini.

ZAKLJUČAK

Motori sa unutrašnjim sagorevanjem iako sa nizom nedostataka i dalje predstavljaju primaran izvor sange i kretanja kod mnogih pogonskih sistema pogotovo u poljoprivrednoj mehanizaciji. Njihovi nedostaci su delimično otklonjeni primenom savremene transmisije, regulacije i elektronike. Zadnjih godina ovakvi motori su prošli kroz veliki broj unapređenja, i kao takavi su postali još uvek bez adekvatne alternative. Bilo bi nerealno reći da će se takav trend nastaviti. Dobijanje rada putem sukcesivnog širenja radnog tela kao posledica sagorevanja goriva u cilindru motora je generalno gledano neekonomičan proces. Pred konstruktore se svake godine nameću novi zadaci koje konvencionalni motor SUS sve teže može da isprati, pa se kao alternativna rešenja nameću novi krivajni mehanizmi i sasvim novi sistemi dobijanja snage i kretanja. Budućnost motora SUS svakako ne može da se ogleda u zadržavanju standardne konstrukcije i korišćenjem standardnog fosilnog goriva. Njegova uloga u budućnosti može da se svede na koncept koji će koristiti vodonik kao pogonsko gorivo ili u nekim slučajevima ulogu može da zadrži u kombinaciji sa elektromotorima, koncept poznatiji pod imenom-hibridni motor.

U ovom radu je izvršena simulacija rada turbokompresora varijabilne geometrije sa aspekta dobijanja što približnije slike bitnih procesa od kojih zavisi odabir ovih važnih komponenti savremenih dizel motora. Simulacija jednoznačno pokazuju da se sa ovakvim turbinama može ostvariti visok pritisak prehranjivanja duž širokog dijapazona broja obrtaja motora.

Računarska tehnika je dovela do naglog razvoja motorske industrije u drugoj polovini 20. veka. Razni softverski paketi se koriste u svim fazama proizvodnje motora SUS, počev od dizajna pa do simulacije i ispitivanja krajnjeg proizvoda. Dobijanje traženih parametara putem simulacija skraćuje vreme i cenu nastanka novih motora čime se smanjuje inertnost motorske industrije.

ZAHVALNOST

Autori koriste ovu priliku da se zahvale Ministarstvu nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za ukazanu finansijsku pomoć tokom izrade ovog rada. Rezultati publikovani ovim radom delom predstavljaju dobijene rezultate tokom istraživanja na projektu "Inovativna naučna i umetnička istraživanja iz domena delatnosti FTN-a", evidencioni broj 451-03-68/2020-14/200156 koji je podržan od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERTURA

- [1.] Pešić R., Petković S., Veinović S., Motor vehicles and engines – equipment (on Serbian language), Faculty of Mechanical Engineering in Kragujevac and Banja Luka, Banja Luka-Kragujevac, 2008
- [2.] Dorić J., Konceptija bezventilskog četvorotaktnog motora SUS sa poptpunijim širenjem radnog tela, diplomski-master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008.
- [3.] <http://paultan.org/2006/08/16/how-does-variable-turbine-geometry-work/>
- [4.] Greitzer, E.M. Surge and Rotating Stall in Axial FlowCompressors: Part 1: Theoretical Compression System Model ASME Journal of Engineering for Power, Vol 98 (1976): 190-198
- [5.] Fink D. A., Surge Dynamics and Unsteady Flow Phenomena in Centrifugal Compressors, Ph.D. thesis , Massachusetts Institute of Technology, 1988
- [6.] Theotokatos G., Kyrtatos N.P., Diesel Engine Transient Operation with Turbocharger System Surging, SAE Paper 2001-01-1241, 2001

Rad primljen: 22.11.2021.

Rad prihvaćen: 24.11.2021.