

MODELIRANJE IS ZA PRAĆENJE SASTAVA I NAČINA EKSPLOATACIJE PNEUMATIKA U VAZDUHOPLOVSTVU

Docent dr Časlav Mitrović,
Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu
Goran Vorotović, dipl. inž.,
Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

U ovom radu dat je pristup modeliranju podataka informacionog sistema za detaljno praćenje sastava i načina eksploatacije pneumatika u vazduhoplovstvu. Imajući u vidu bezbednost putnika i robe, utvrđen je način eksploatacije i održavanja pneumatika, kao i njihovog skladištenja i eventualnog protektiranja. U skladu s tim, projektovan je IS sa sledećim segmentima: nabavka, skladištenje, korišćenje, održavanje i otpis pneumatika, kao i računarska podrška.

Pristup rešavanju problema uvođenja automatizovanog informacionog sistema za eksploataciju pneumatika zasnovan je na:

- *analizi osnovnih principa održavanja sa stanovišta opšte-mašinskih sistema i kompletne analize potrebnih koraka,*
- *prikazu mesta i uloge pneumatika u vazduhoplovnim sistemima, istorijskog razvoja pneumatika, zadacima pneumatika, konstrukcijskim karakteristikama i održavanje pneumatika*
- *razmatranju dizajna informacionog sistema i modeliranja podataka,*
- *analizi sastava i načina eksploatacije aviona i pneumatika,*

Na osnovu takvog pristupa implementiran je i prikazan algoritam i softver za prikupljanje i obradu podataka o eksploataciji sa postupkom unošenja podataka i pregledima o stanju pneumatika. U tu svrhu projektovane su baze podataka i informacija. Takođe je pokazana automatizacija celog procesa preko legendi, saglasno unosu podataka i postojeće baze. Projektovani i postavljeni IS može se koristiti i za praćenje eksploatacionih karakteristika pneumatika vazduhoplova, čime se znatno doprinosi bezbednom prevozu putnika i roba i boljem upravljanju eksploatacijom pneumatika.

ANALIZA ZAHTEVA ZA ODRŽAVANJEM I PRAVILNIM IZBOROM PNEUMATIKA

Osnovni zahtevi

Imajući u vidu da su vazduhoplovi specijalni sistem tako i pneumatici na vazduhoplovima rade u specijalnim tehničkim uslovima. Takvi pneumatici (*Slika 1*), moraju da zadovolje sledeće zahteve:

- Dobru nosivost na odgovarajućim poletno-sletnim stazama
- Mogućnost obnove kotrljajućeg sloja protektora
- Dobru otpornost na oštećenje od stranih tela
- Dobru otpornost na zamor materijala.



Slika 1.



Slika 2.

Da bi se odabrao pneumatik za vazduhoplov potrebno je voditi računa o sledećim elementima:

- pneumatici moraju da zadovolje standarde THE TIRE&RIM ASSOCIATION STANDARDS.
- pneumatici moraju da zadovolje FEDERAL AVIATION AGENCY TECHNICAL STANDARD ORDER C-62 ili odgovarajući
- pneumatici moraju da budu homologovani od strane vazduhoplovnih vlasti iz zemlje korisnika pneumatika.
- pneumatici moraju da zadovolje određenu vitkost prema nameni, koja je definisana kao srednja visina prema srednjoj širini pneumatika.
- pritisak vazduha ili azota u pneumaticima varira od oblasti primene:
 - A. do 40 PSI – 2.75 Bar-a. Pneumatici u ovoj oblasti pritisa su pogodni kako za meke tako i za tvrde terene. Ovi pneumatici imaju najbolje karakteristike plivanja i prigušivanja udara i daju najduži vek pneumatika.
 - B. 41 PSI – 75 PSI. 2.85 Bar-a – 5.2 Bar-a. Pneumatici u ovoj oblasti pritisa koriste se na polutvrđim i tvrdim poletno-sletnim stazama. Ovi pneumatici imaju dobre karakteristike elastičnog oslanjanja i prigušivanja udara, veću brzinu trošenja protektora i kraći vek.
 - C. 76 PSI i više. 5.2 Bar-a i više. Pneumatici u ovoj oblasti pritisa su odgovarajući za upotrebu na poboljšanim poletno-sletnim stazama – isključivo. Ovi pneumatici se koriste na avionima koji zahtevaju maksimalne performanse u letu i velike brzine kao prvenstveni zahtev. Još veće brzine trošenja protektora i još manji vek pneumatika se može očekivati u ovoj oblasti pritisa.
- prečnik pneumatika mora da bude u strogo određenim granicama. Prečnik pneumatika u praksi se meri merenjem spoljnog obima pneumatika pod pritiskom a zatim se obim deli sa 3.14159265.
- radne temperature spoljnih površina pneumatika kreću se i od 100°C a u oblasti naleganja pneumatika na točak pri jakim kočenjima i do 150°C.
- radne brzine kojima se vazduhoplovi kreću po zemlji iznose za lake avione ispod 160

km/h a za velike putničke avione i do 400 km/h.

- jačina strukture gume meri se odgovarajućim brojem slojeva sintetičkih platna i izražava se brojem 4 do 32 PLY RATINGA.
- nosivost svakog pneumatika je definisana za svaki pneumatik i kreće se od 350 do 25000 kg. po pneumaticu, a u zavisnosti od njegove namene.

Na primer: vazduhoplovi za poljoprivredne namene imaju sledeću vrstu pneumatika. Ako uzmemo avion GRUMAN-AG-CAT koji na glavnim točkovima ima pneumatike širine 8.5 inča i prečnika točka 10 inča, jačine pneumatika 8 PLY RATING-a, niskog pritiska, što odgovara širini gume od 0.215 m. i prečnika točka od 0.254 m. Nosivost gume je u oblasti 1000 kg. po točku. Repni točak ima veličinu 10 inča sa 8 platna, pritisak u pneumaticu je 45 PSI-a a nosivost 300 kg. Ovi pneumatici spadaju u grupu pneumatika čiji je pritisak u granicama od 3 Bar-a, odnosno 45 PSI-a, malog trošenja gazećeg sloja i dugog veka.

Kako su to pneumatici sa najdužim vekom, to postoji mogućnost protektiranja pneumatika, tj. obnove.

Protektiranje pneumatika je predviđeno od strane proizvođača a za primenu protektiranja moraju da postoje sledeći minimalni uslovi.

- Ovlašćeni protektor od strane proizvođača aviona, proizvođača pneumatika, vlasti zemlje korisnika vazduhoplova i samog korisnika vazduhoplova. Bez ispunjenja ovog osnovnog uslova svako protektiranje je bezvredno i predstavlja avanturu skopčanu sa totalnom neodgovornošću.
- Da se ovlašćeni obnavljač nalazi u blizini korisnika vazduhoplova.

Neispunjenje ovih osnovnih uslova praktično onemogućava izvesne korisnike da vrše protektiranje iako se pneumatici praktično mogu protektirati. Međutim, kao u svemu i ovde treba dobro razmisliti da li se isplati protektiranje, jer ponekad troškovi organizacije slanja pneumatika na protektiranje u inostranstvo, komplikovane carinske formalnosti, ogroman aparat koji prevazilazi u pogledu troškova sve prednosti koje se protektiranjem dobijaju. Radi upoređenja odnosa cene »A« novog pneumatika i cene »B« protektiranja i »C« prosečnog broja protektiranja svakog pneumatika sa »S« ukupnog broja sletanja

pneumatika i »X« prosječnog broja sletanja po svakom protektoru, daje pod sledećim pretpostavkama, »D« prosečnu cenu po sletanju svakog pneumatika. Može se koristiti uprošćeni obrazac:

$$D = \frac{A + C \cdot B}{S} \quad B = 0.3A \quad C = 2 \div 3$$

$$S = (1 + C) \cdot X \quad S = (3 \div 4) \cdot X$$

X je broj sletanja po protektoru. Tako se dobija:

$$D = (0.4 \div 0.63) \frac{A}{X}$$

Odavde se vidi da je prosečna cena protektiranih pneumatika po sletanju približno 2 puta manja od novih po sletanju.

Preventiva održavanja pneumatika sastoji se u merenju pritiska u pneumaticima. Pneumatici sa pritiskom vazduha ispod predviđenog mogu izazvati ozbiljne probleme i to:

- nejednako trošenje protektora,
- oštećenje pneumatika od strane naplatka,
- skraćenje veka pneumatika,
- pregrijavanje pneumatika,
- unutrašnja guma može da se pomeri na napolje i da polomi telo ventila,

Preterano visok pritisak vazduha prouzrokuje:

- smanjuje prijanjanje na tlo,
- nejednako trošenje protektora
- povećava dimenziju pneumatika,
- povećava mogućnost posekotine pneumatika od stranih predmeta.

Redovna kontrola pritiska zahteva da se pritisci kontrolišu sa baždarenim instrumentima i to svakoga dana. Na teškim avionima visokih performansi pritisci treba da se proveravaju pre svakog leta. Provera treba da se vrši samo u hladu, najranije dva do tri sata posle leta. uz upotrebu baždarenih instrumenata, jer su neispravni instrumenti su glavni uzrok nepropisnog merenja pritiska.

Obaveza proizvođača vazduhoplova je da se sa dokumentacijom daju i preporučeni pritisci u pneumaticima jer podaci od strane proizvođača pneumatika ne odgovaraju uvek opterećenjima pneumatika. Promena temperature za 2.75 °C prouzrokuje približno 1% promene pritiska.

Pri proveru pritiska pneumatika na zemlji na vazduhoplovu u odnosu na pritisak punjenja kada pneumatici nisu na vazduhoplovu

potrebno je da bude veći za 4%. Ovo kompenzira smanjenu zapreminu unutrašnje gume u pneumaticima usled deformacije pneumatika.

Novopostavljene pneumatike sa unutrašnjim gumama, koje su postavljene na avion, treba da se naročito prate u toku prve nedelje korišćenja, idealno pre svakog poletanja. Vazduh može da se zadrži između pneumatika i unutrašnje gume za vreme postavljanja. Zadržani vazduh izlazi napolje na petama oko tela ventila, zbog toga pritisak u pneumaticima može jako da opadne.

Pneumatici sa najlonskim platnima posle prvog postavljanja se šire i zbog toga pritisak vazduha opada. Zbog toga pneumatici ne smeju da se postave na vazduhoplov odmah posle montaže pneumatika i točka. Minimalno vreme koje je potrebno za formiranje pneumatika na naplatku je 12 časova. I to pod povećanim pritiscima propisanim od strane proizvođača. Jednaki pritisci u pneumaticima kada se nalaze u paru na istoj osovini, bez obzira da li su u pitanju glavni ili nosni točkovi, su vrlo važni.



Slika 3. Razne verzije avionskih pneumatika

Treba posvetiti pažnju i uveriti se da je svaki pneumatik propisno napumpan. Ako postoji razlika u pritisku susednih pneumatika veća od 5 PSI-a – 0,5 Bar-a prilikom provere pritiska sa nižim pritiskom treba da se proveru u pogledu gubitka pritiska i ako je potrebno da se oba pneumatika zamene i detaljno pregledaju.

Specijalni postupak posle prekida poletanja

Kada avion izvrši prekid poletanja, energija kočenja i termička naprezanja pređu dozvoljene granice, svi pneumatici na avionu moraju da se skinu i unište. Čak, iako vizuelni pregled ne pokaže oštećenja, moguća su nevidljiva trajna oštećenja, koja mogu da izazovu naknadna oštećenja pneumatika a samim time i vazduhoplova.

Kvar pneumatika na stajnom trapu sa više točkova

Kvar pneumatika koji se koristi u paru na istoj osovini ili na stajnom trapu sa više točkova, kada postoji veliki pad pritiska vazduha, zahteva skidanje i uništavanje svih pneumatika na tom stajnom trapu. Kada jedan pneumatik od više točkova otkaže, susedni pneumatik biva preopterećen i predmet je jakih oštećenja. Zato je potrebno postaviti na istoj osovini pneumatike koji će nositi jednako opterećenje.

Novi i istrošeni pneumatici ne smeju da se sparuju na istoj osovini, šta više spoljni prečnik novih mora da se meri (posle kompletiranja pneumatika i točka, punjenja pneumatika azotom ili vazduhom i posle stajanja od 12 časova) i uparuje sa najpribližnijim prečnicima. Samo pneumatici koji pod pritiskom imaju prečnik u okviru dozvoljenih tolerancija proizvođača pneumatika, koje su navedene (Tabela 1), treba da se uparuju na istoj osovini.

Pneumatik prečnika	Max.Dozvolj. Toler. Odstupanja
Do 24 inča	1/4inča
Od 25 do 32 inča	5/16 inča
Od 66 inča naviše	5/8 inča

Tabela 1. Dozvoljene tolerancije pneumatika pod pritiskom

Kao što se vidi dozvoljeno odstupanje prečnika kreće se od 6 mm do 18 mm što zadovoljava strogu toleranciju i ograničenje prečnika imajući u vidu da da jedan pneumatik na avionu treba da nosi i do 25 tona. U praksi se dešava da pneumatik sa većim prečnikom, odnosno novi ili protektirani pneumatik kada se upari sa istrošenim, onda se javlja odlepljivanje protektora na novom ili protektiranom pneumatiku što je posledica različitosti prečnika van dozvoljenih, proračunskih, projektovanih zahteva. Zato ne treba činiti osnovnu grešku u preventivnom održavanju pneumatika i time ugroziti bezbednost letenja vazduhoplova, ugrožavaju živote putnika, i pojma nemaju šta sve jedan pneumatik treba da izdrži.

Zaštita pneumatika od hemikalija

Pneumatici treba da su čisti i slobodni od naslaga ulja, fluida za kočnice, masti, čađi, smola, sredstava za odmašćivanje, koji utiču na raspadanje pneumatika. Prilikom servisiranja aviona pneumatici treba da budu pokriveni

zaštitnim navlakama. Ako ulje, smole sa poletno-sletnih staza ili druge naslage se zalepe na pneumatik, pneumatike treba očistiti sa krpom natopljenom u sredstvo za čišćenje i tada oprati sa sapunicom i vodom. Avionski pneumatici kao i ostali gumeni proizvodi su osetljivi na sunčevu svetlost i ekstremne vremenske uslove, mada uticaj vremenskih efekata koji se rezultuju u pojavi prskotina nije opasno, dok se ne pojavi vidljivi sloj strukture. Ovaj uticaj može da se smanji stavljanjem zaštitnih pokrivača. Ovi pokrivači treba da se nalaze na pneumaticima kada je avion duže vremena na zemlji.

Vožnja po zemlji

Pošto su avionski pneumatici projektovani za mnogo više pritiske nego automobilski ili traktorski, avionski pneumatici su više osjetljivi na oštećenje protektora od tla po kojem se kreću. Ako se jedan vazduhoplovni pneumatik kreće po ivici betonske piste ili upadne u udarnu rupu, ili udari u kamen ili strano telo, tada može vrlo lako da se poseče, proseče ili ošteti. Na sreću pažljivo rukovanje na zemlji može da smanji nepotrebno oštećenje pneumatika. Zbog toga treba vožnju po zemlji svesti na apsolutni minimum i što je najvažnije, po zemlji voziti što sporije, vodeći računa na moguća oštećenja i kvalitet tla po kom se kreće.

Upotreba kočnica i okretanje u mestu

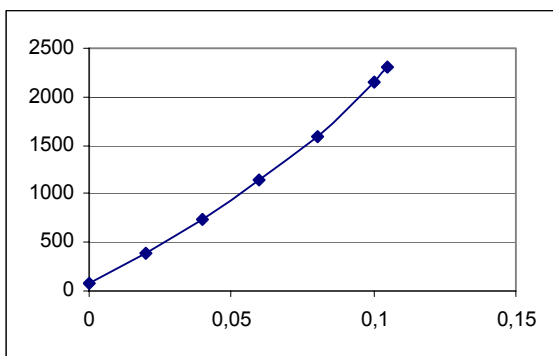
Vrlo je lako da se pneumatik ošteti neravnomerno po obimu. Preterano kočenje ili blokiranje kočnica za vreme zaustavljanja treba da se izbegava kad god je moguće. Jedan avion ne treba nikada da se okreće sa blokiranim točkovima na jednoj strani aviona. Pneumatici pod ovim uslovima su izloženi velikim silama smicanja koje su značajne za integritet strukture gume. Da bi se trošenje gume svelo na minimum na ostrim zaokretima unutrašnji točak treba da se kreće po radijusu krivine što je moguće većem.

Izbor gume prema nameni

Za novi avion projektant aviona treba da od proizvođača pneumatika zatraži odgovarajući pneumatik za odgovarajući avion, za odgovarajuće namene. U tom cilju npr. proizvođač pneumatika GOOD YEAR je sastavio upitnik pod nazivom NEW TIRE PROJECT DATA SHEET.

Proizvođač pneumatika u njegovom priručniku AIRCRAFT TIRE MANUAL AND DATA BOOK, GOOD YEAR dao je kao primer dva pneumatika i to »A« sa vitkošću 0.85 i »B« sa vitkošću 0.7 sa objašnjenjem da pneumatik »A« zadovoljava uslove dobrog elastičnog oslanjanja i apsorpcije energije na malim brzinama kretanja. Pneumatik »B« smatra se dobrim kvalitetom za upotrebu na visokim brzinama.

Dakle na osnovu prethodne analize moguće je proveriti ispravnost izbora pneumatika, definisati maksimalni hod gume, silu u gumi kao i hod gume u funkciji maksimalne udarne sile. Zavisnost sile u gumi od hoda gume je na osnovu prethodnog polinoma data na sledećoj slici:



Slika 4. Zavisnost sile u gumi od hoda gume

Očigledno je da je pravilan izbor pneumatika neophodan radi dalje analize, kako mikrostrukture samog pneumatika (oličene u hodu gume), tako i ponašanja celokupne strukture aviona u fazi sletanja (prvenstveno) i poletanja.

Još jedan važan segment u procesu projektovanja pneumatika je i pravilan izbor standardnog rasta i minimuma dozvoljenog zazora avionskih guma.

Neodgovorno ponašanje prema pneumaticima i kočnicama počev od bezazlenih zanemarivanja do ozbiljnih previda u održavanju dovodi do obavezno većih oštećenja pneumatika, komandnih površina, motora a u krajnjem slučaju i do katastrofe aviona. S druge strane pravilan izbor pneumatika u fazi projektovanja vazduhoplova ključan je faktor u daljem uspešnom konstruisanju nekih vitalnih elemenata aerodinamičke konstrukcije.

Tipična oštećenja pneumatika



Normalna ishabanost protektora:

Ravnomerna ishabanost protektora označava da je projektovani pritisak održavan na zadovoljavajućem nivou tokom eksploatacije.



Neravnomerna ishabanost protektora (ramena)

Nedovoljno naduvana guma uzročnik je ovakvog oštećenja protektora.



Neravnomerna ishabanost protektora (centra)

Previše naduvana guma uzročnik je ovakvog oštećenja protektora.



Rez, usek

Nastaje usled postojanja stranih predmeta na poletnosletnoj stazi ili prilikom rulanja.



Lokalno habanje (intenzivno)

Posledica je blokade točka ili neispravnosti kočnica, najčešće prilikom sletanja.



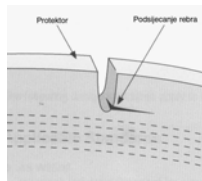
Habanje usled odvajanja površinskog lokalnog sloja protektora

Ovalno oblikovana opekotina na protektoru najčešće je prouzrokovana klizanjem (postojanje vodenog filma), na mokrim ili zamrznutim pistama prilikom sletanja.



Odvajanje protektora

Prouzrokovano je prevelikim opterećenjima, rezovima, abnormalnim rastom toplote itd.



Rez u unutrašnjosti rebra

Ako je debljina pukotine veća od 6,5 mm obavezno zameniti gumu



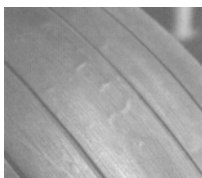
Oguljeno rebro

Posledica je reza na protektoru.



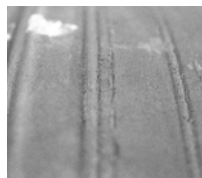
Kontinualne pukotine

Posledica su sletanja na žljebne piste na kojima kada dođe do dodira pneumatici se brzo okreću i bivaju oštećeni od ivica takvih pista.



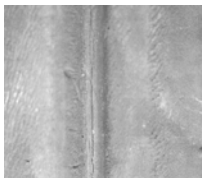
Ispupčenja na protektoru (izduvana guma)

Posledica je pucanja korda pri određenim uslovima rada.



Nepravilno habanje, abrazija

Prouzrokovano je iznenadnim jakim bočnim silama.



Pucanje žleba

Nastaje usled nedovoljne naduvanosti gume pri čemu pukotine nastaju na dnu žleba protektora.



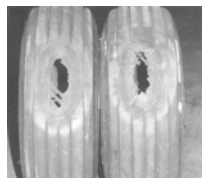
Eksplוזija pneumatika

Oblik oštećenja je dijamantski ili X i nastaje usled kotrljajućih predmeta.



Vidljivost korda u dnu žleba

Posledica je tankog sloja gume između korda i dubine žleba.



Intenzivno lokalno habanje

Posledica je kvara kočnica ili blokade točkova.



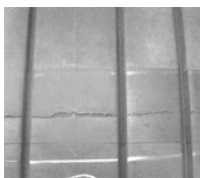
Hemijska oštećenja

Kočiono ulje, gorivo, katran, rastvarači, hemijski agensi uništavaju gumu protektora.



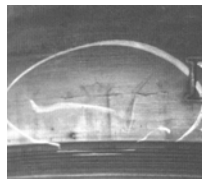
Rez na bočnici

Najčešće je posledica prisustva stranih predmeta tokom eksploatacije (za dubine veće od 2mm i 150 mm dužine obavezno zameniti gumu).



Otvorena pukotina protektora

Posledica je neispravnosti pneumatika. Javlja se radijalna pukotina koja odvaja protektor tokom eksploatacije.



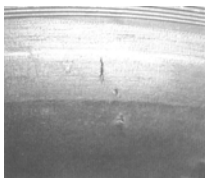
Pucanje bočnice

Pukotine na periferiji prouzrokovane preopterećenjem.



Cepanje rebra

Događa se kada je pneumatik izložen jakoj bočnoj sili brilikom sletanja ili rulanja



Vremensko i radijalno pucanje

Uslovljeno je vremenskim prilikama.



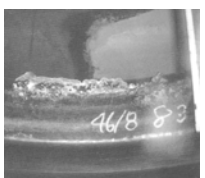
Odvajanje okvira

Posledica je slabe naduvanosti, prevelike naduvanosti, ili prevelikih razdaljina za rulanje.



Naboravanje unutrašnjeg sloja

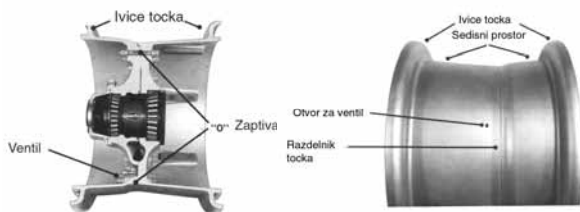
Posledica je nedovoljne naboranosti gume i preopterećenja



Pregrevanje kao posledica intenzivnog kočenja

Loša podešenost kočnica

Oštećenje sloja koji sprečava habanje



Loše postavljena guma na naplatak ili je postavljena pogrešnim alatom

ADAPTIVNI PRISTUP MODELIRANJA PODATAKA ZA PRAĆENJE EKSPLOATACIJE PNEUMATIKA VAZDUHOPLOVA

Matematički model procesa projektovanja i održavanja

Shodno potrebi izolovanja i izdvajanja osnovnih karakteristika avionskih pneumatika čije je praćenje fundamentalno u održavanju (kao i u projektovanju) istih, potrebno je istaći par ključnih mehaničkih svojstava i matematičkih modela potrebnih za potpuno definisanje procesa projektovanja i održavanja. Jasno je da sama konstrukcija pneumatika uslovljava njegovu primenu u različitim režimima rada dok

i podaci iz eksploatacije direktno utiču na tok konstruisanja novih poboljšanih pneumatika. Sledi da samo interakcija konstruisanje-održavanje-eksploatacija u okviru jedinstvenog informacionog sistema omogućava pravilnu izradu i jednostavnu upotrebu avionskog pneumatika.

U mehanici kao i u drugim naukama, analitičko proučavanje realnog objekta zamjenjuje se računskom šemom (modelom), pri čemu se zadržavaju osnovna svojstva objekta a eliminišu mnogobrojni sporedni faktori, čiji je uticaj na karakteristike objekta koji analiziramo veoma mali, odnosno zanemarujući. Matematički opis računskog postupka i procesa koji slede iz njega, naziva se **matematički model objekta**. Opšti principi postavke, analize i primene matematičkih modela kao i konkretni primeri istih, dostupni su u velikom broju domaće i strane literature. U sledećem tekstu slede najvažniji zaključci, neophodni za shvatanje računskih postupaka i matematičkih modela, primenljivih u mehanici pneumatika.

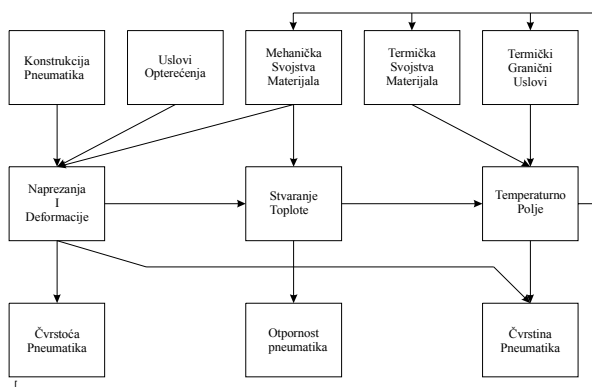
Osnove etape u razradi jednog matematičkog bi mogle da budu:

- Izrada računskog postupka (usvajanje bitnih osobina)
- Matematički opis (izrada matematičkog modela)
- Razrada proračunskog algoritma i izrada odgovarajućeg softvera (za projektovanje i za praćenje i održavanje)
- Određivanje parametara modela (polazne informacije neophodne za funkcionisanje modela)
- Proračun različitih varijanti i upoređivanje rezultata sa eksperimentalnim podacima (provjera ispravnosti rešenja)
- Primena modela (u našem slučaju konkretno na primeru održavanja)

Zbog toga što ne postoje opšta pravila i univerzalna metodologija transformacije realnog objekta u računski postupak, potrebno je izdvojiti glavno od sporednog, oslanjajući se na opšte zakone fizike i mehanike, na čvrsto ustanovljene eksperimentalne činjenice, na rezultate razrade ranijih postupaka i modela, i na kraju na sopstvenu intuiciju. Njegov osnovni cilj je postavljeni zadatak kod koga je računski postupak i matematički model datog sistema ekvivalentan realnom objektu za izabrani skup svojstava.

Pneumatik je veoma složena konstrukcija, originalnih svojstava materijala od kojih je sačinjen, i različitih režima opterećenja. Dakle, prethodni stav uslovljava niz specifičnih osobenosti procesa izrade računskih postupaka i matematičkih modela.

Mehaničke karakteristike materijala pneumatika umnogome zavise od temperature. Ekstremnost primene je evidentna pri korišćenju pneumatika kod vazduhoplova gde dolazi do akumulacije ogromne energije u trenutku dodira pneumatika sa podlogom. Intenzitet stvaranja toplote pri odgovarajućim deformacijama je veoma veliki. To dovodi u tesnu vezu i uzajamnu uslovljenost: polje opterećenja, deformaciju, intenzitet stvaranja toplote i temperature, koje, uopšte rečeno, nije moguće odrediti nezavisno jedne od drugih. Međutim izuzetna složenost matematičkog aparata, koji opisuje i analizira takve probleme, uslovljava njegovu neprimenljivost na praktičan proračun pneumatika. Čak su i elastični modeli suviše složeni i primenjuju se samo u osnovnom obliku. Praktično, svi metodi proračuna pneumatika zasnivaju se na parcijalnim rešenjima (Slika 5.) problema elastičnosti (određivanje polja naprezanja i deformacija), i termodinamike (definisane polja intenziteta stvorene toplote). Pri tom, rešavanje proračuna pneumatika u celini se sprovodi metodom uzastopnih aproksimacija.



Slika 5. Kompleks naprezanje-deformacija

Veći deo informacija neophodnih za konstrukciju pneumatika mogu se dobiti pomoću precizno definisanog informacionog sistema čiji su krajevi linkova direktno vezani za procedure iz prethodnog dijagrama.

Glavna opterećenja koja deluju na pneumatik su dinamička opterećenja. Međutim rešavanje dinamičkih problema je veoma složeno i nije neophodno za opštu ocenu čvrstoće

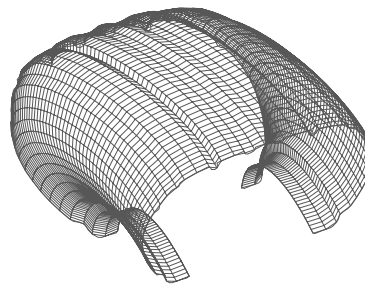
pneumatika. Zato se, u poslednje vreme, kompleks naprezanja i deformacije pneumatika isključivo razmatra kroz statičku analizu.

Skup opterećenja koja deluju na pneumatik – od unutrašnjeg pritiska do slučajnih dejstava sila usled neravnina na pisti – je veoma složen i shodno tome pomenuta opterećenja je moguće u punom obimu razmotriti samo parcijalno jedno za drugim: unutrašnji pritisak, vertikalno opterećenje itd. U svim etapama, izuzev prve (proračun unutrašnjeg pritiska), pneumatik se ponaša kao prednapregnuta konstrukcija što znatno usložnjava model.

Ne ulazeći u detaljnu klasifikaciju modela možemo izdvojiti dvodimenzionalne modele kao najinteresantnije sa stanovišta jednostavnost-funkcionalnost. Jednodimenzionalni modeli su odlično obrađeni u domaćoj i stranoj literaturi tako da se na njima u ovom tekstu nećemo zadržavati.

Kao dvodimenzionalni modeli pneumatika koriste se obično oble ljuste. Takav model je najprirodniji jer je pneumatik zaista ljuska, tj. on je telo kod koga je jedna dimenzija mnogo manja od druge dve (debljina). Međutim, unutrašnja struktura pneumatika, kod modela ljuste, je veoma uprošćena.

Bezmomentna mrežna ljuska –ljuska koja se sastoji od dva sistema uzajamno prekrivenih apsolutno elastičnih vlakana sa fiksnim čvorovima . Kod ovakvih modela je u potpunosti uklonjena guma, dok se sile u svim slojevima u jednom pravcu smatraju jednakim, pri čemu se razlike u ujednačenostima slojeva ignorišu. Tako velika razlika modela od realnog objekta ne lišava model smisla, zato što je izolovano glavno – osnovni noseći element pneumatika (niti korda).

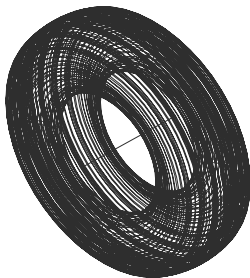


Slika 6. Mrežna ljuska

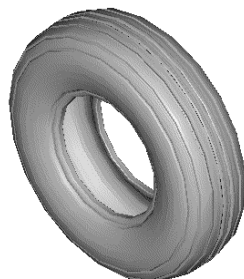
Mrežna ljuska (Slika 6) po svojoj strukturi odgovara dijagonalnim pneumaticima, kod kojih su niti korda ukršteno raspoređene jedne preko drugih. Iako je osnovni sloj brekera radijalnog

pneumatika (izuzev gazećeg sloja) analogno raspoređen, mrežnu ljusku kao model brekera ne primenjujemo. U ovom slučaju se za proračun karkase radijalnog pneumatika koristi model monotropne ljuske.

Monotropna ljuska (Slika 7.) je sastavljena od sistema paralelnih ili skoro paralelnih vlakana. Obla ljuska se prevodi u monotropnu kada je ugao između vlakana u različitim pravcima jednak nuli.



Slika 7. Monotropna ljuska



Slika 8. Tanka elastična ljuska

Bezmomentna mrežna ljuska se primenjuje za proračun pneumatika kod kojih su opterećenja takva da su deformacije nastale usled izvijanja mnogo manje od membranskih, a sile u gumi mnogo manje od sile u nitima korda. Obično se ti uslovi realizuju istovremeno i to tada kada je opterećenje jednako po čitavoj površini ljuske (unutrašnji pritisak), ili se slabo i ravnomerno menja (centrifugalne sile).

Između bezmomentne i ortotropne ljuske postoji mala razlika. Ona se ogleda u tom što se kod ortotropne ljuske uzima u obzir i guma zajedno sa vlaknima. Kao što smo videli ranije učešće gume u čvrstoći zida je veoma mala.

Tanka elastična ljuska (Slika 8) je momentna, što omogućava njenu primenu na proračun pneumatika sa izraženim unutrašnjim naprezanjima. Razne varijante tankih ljuski se pomoću raznih hipoteza svode sa trodimenzionalnog na dvodimenzionalni problem. Najprostija i najrasprostranjenija hipoteza je hipoteza Kirhgof-Ljavo-va koja kaže da materijalni element, normalan na referentnu površinu pre deformacije, ostaje normalan na nju i pose deformacije, pri čemu ne dolazi do promene njegove dužine. Drugim rečima, izvijanje se odvija bez smicanja. Smicanja koja analizira Timošenkova hipoteza, odgovarajućeg materijalnog elementa koji se pri izvijanju obrće pod raznim uglovima, ukazuju na srednji ugao smicanja.

Promene smicanja po debljini ljuske se uzimaju u obzir kod višeslojnih ljuski. Konačno, takav računski postupak je najrealniji, ali uslovnost i nejednoznačnost razdvajanja zidova pneumatika na slojeve, mogu uneti u proračun značajnu grešku.

Ljuske, koje opisuju pneumatik, moraju biti anizotropne, pri čemu njihove elastične karakteristike nijesu konstantne već se menjaju po meridijanu ravnoerno (dijagonalni pneumatici) ili sa kratkim skokovima (na ivicama brekera radijalnih pneumatika). Prilikom rešavanja većine problema, ljusku možemo smatrati ortotropnom, ali je ponekad potrebno razmatrati i više slučajeva anizotropnosti (prilikom analize uticaja dodatnih slojeva brekera, pri proračunu uglovnog efekta).

Dvodimenzionalni matematički modeli su znatno složeniji od jednodimenzionalnih. Njihova konačna rešenja su sistemi običnih linearnih i nelinearnih diferencijalnih jednačina ili jednačina sa parcijalnim izvodima.

Realni raspored naprezanja i deformacija po debljini pneumatika je veoma složen, što izučava teorija višeslojnih ljuski. Ovakvi problemi zahtevaju trodimenzionalna izučavanja. Primena metoda klasične teorije elastičnosti na tako složene strukture je nerealna. Iz tog razloga je krajem šezdesetih godina prošlog vijeka u proračun pneumatika uveden veoma moćan metod primenjene mehanike deformabilnog tela - Metod Konačnih Elemenata (MKE). Konstrukcija se razlaže na dovoljan broj elemenata, (Slika 9) unutar svakog elementa postavlja se nekoliko funkcija, jednake odgovarajućim elementima, koje omogućavaju izračunavanje premeštaja unutar elemenata po premeštajima odgovarajućih čvornih tačaka, u kojima su elementi međusobno povezani. Zahvaljujući tome moguće je izraziti celokupnu potencijalnu energiju kao funkciju pomeranja čvornih tačaka. Uslovi minimizacije funkcija se svode na sisteme algebarskih jednačina, čija rešenja definišu poremećaje čvornih tačaka, kao i ostale karakteristike

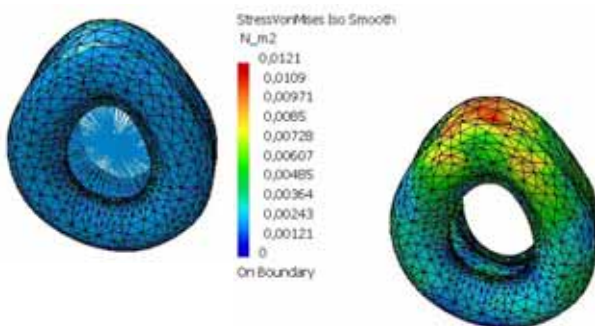


Slika 9. Razlaganje konstrukcije radi primene MKE analize

sistema naprezanje-deformacija. Metod konačnih elemenata i njegova primena detaljno su opisane u domaćoj i stranoj literaturi. Primetićemo da je primena metoda konačnih elemenata na ceo pneumatik veoma složena, pa je (kao takva) efikasnija - ukoliko se primenjuje parcijalno na sastavne elemente pneumatika (bočnica, protektor, podžlebni sloj, ramena zona i sl.).

Bitno je zapaziti na osnovu prethodnog kratkog osvrtu da niverzalni matematički model pneumatika ne postoji. Pre će biti reči o modelima iz "iste porodice" tj. različiti modeli se primenjuju u različitim fazama rada.

Samo manji broj najprostijih modela je moguće rešavati "Ručno". Primena elektronskih računskih mašina za proračun ovakvih modela (Slika 10.) postala je uobičajena pojava. Takav postupak zahteva razradu računskog algoritma, programa i njegovu implementaciju na računskoj mašini. Zato je vrlo često izbor modela ništa drugo nego kompromis između tačnosti opisa pojave i utroška vremena na realizaciju modela.



Slika 10. Primer primene Elektronske Računske Mašine za proračun deformacije pneumatika softverski paket CATIA

Nijedan matematički model ne može funkcionisati bez polaznih informacija (parametara modela). Polazne informacije mogu biti brojčane vrednosti kao npr. koeficijenti jednačina, zatim odgovarajući granični uslovi, funkcije i sl. Osnovni izvori polaznih informacija su sama konstrukcija pneumatika, tehnološka dokumentacija za njegovu izradu ili npr. karakteristike materijala koji se u njega ugrađuju i, naravno, informacioni sistem koji je sveobuhvatan u odnosu na prethodne kategorije.

Sledi zaključak da potpuno poznavanje stanja pneumatika u toku eksploatacije daje dobre rezultate u njegovom konstruisanju. U tom cilju dat je prikaz primera dela informacionog

sistema koji prikuplja podatke neophodne za održavanje i konstrukciju pneumatika.

INFORMACIONI SISTEM ZA EKSPLOATACIJU PNEUMATIKA

Ovde je prikazano idejno rešenje za informacioni sistem podržan računom za eksploataciju pneumatika vazduhoplova, koji se koriste za prevoz putnika i robe.

Na osnovu podataka koji se prikupljaju i obrađuju, kriterijuma i preporuka ugrađenih u softver o mogućnostima korišćenja pneumatika, omogućeno je donošenje odluka o korišćenju »najboljeg« pneumatika sa stanovišta bezbednosti.

Osnovni zahtevi

U bezbednom i sigurnom prevozu putnika pneumatici, imaju jednu od najznačajnijih uloga u fazi poletanja i sletanja vazduhoplova. Zbog toga preduzeća koja se bave ovim poslom moraju da obezbede najkvalitetnije pneumatike. Da bi se ovo realizovalo sa stanovišta bezbednosti neophodno je utvrditi »najpogodniji« pneumatik za pojedine vrste vazduhoplova. Pod »najpogodnijim« podrazumeva se pneumatik sa tačno definisanim dimenzijama, dozvoljenim opterećenjem i brzinom kretanja i kvalitetom, odnosno pouzdanošću.

Za rešenje navedenog problema neophodno je projektovati i primeniti metodologiju koja će obezbediti prikupljanje podataka o korišćenju i održavanju pneumatika, dobijanje informacija i preporuka za nabavku i/ili protektiranje pneumatika (određenog proizvođača, odnosno protektivnice) i određene uslove korišćenja. U cilju rešavanja ovog problema projektovan je informacioni sistem za eksploataciju pneumatika.

Informacioni sistem

U rešavanju problema određivanja »najpogodnijeg« pneumatika za vazduhoplove, praćenja njihovog korišćenja i proračuna trenutka nabavke novih i određivanja trenutka protektiranja, prvo treba rešiti probleme prikupljanja podataka o nabavci, skladištenju, održavanju i korišćenju pneumatika i adekvatne obrade podataka sa stanovišta dobijanja potrebnih informacija za upravljanje, skladištenje minimalnih rezervi, za održavanje, korišćenje i nabavku novih delova pneumatika. Za ovu svrhu definisan je tok, novih, korišćenih (pri prelaska sa letnjih na zimske i sa zimskih

na letnje uslove korišćenja) popravljenih i protektiranih pneumatika.

Za ovako definisan tok, odnosno pristup korišćenja pneumatika, projektovan je informacioni sistem podržan računarom i matematičkim modelom za proračun, koji sadrži podatke o pneumaticima, zatim o održavanju i otpisu.

»Kretanje« pneumatika i prikupljanje podataka

U skladu sa korišćenjem pneumatika, izvršena je analiza »kretanja« pneumatika, obezbeđena podataka o korišćenju i održavanju, obradi podataka i dobijanja informacija o stanju pneumatika, nabavke novih i protektiranju pohabanih. Na osnovu toga definisani su segmenti »kretanja« pneumatik (najverovatnije dokumenti dostavnice interno označeni sa G1, G2 i I1) za prikupljanje podataka, zatim obrade podataka (na računaru) i dobijanja informacija o stanju pneumatika i preporuka ekspertskog sistema za buduće korišćenje.

Pneumatik, odnosno spoljna guma pneumatika (u daljem tekstu SG) za vreme procesa »kretanja« u periodu korišćenja i održavanja može se naći na sledećim mestima i u sledećim stanjima:

- a) U magacinu kao: nova, polovna, popravljena, protektirana, popravljena protektirana, za popravku, za protektiranje, za komisiju, za otpis;
- b) Na vazduhoplovu kao: nova (iz magacina, ugrađena na novom avionu ili kupljena na stajanci) polovna, popravljena, protektirana, popravljena protektirana;
- c) U radionici za montažu, demontirana, za popravku, za komisiju;
- d) U protektirnici: za protektiranje;
- e) U magacinu za otpis: zbog istrošenja, otkaza, nemogućnosti ponovnog protektiranja i opravke, odustajanja od poletanja.

Prijava spoljnih guma

U dokument G1 – prijava spoljnih guma, podaci se upisuju na osnovu dostavnice i podataka o dimenzijama i performansama novog pneumatika:

- kada u magacin ulaze nove SG. Podaci se upisuju na osnovu dostavnice, oznaka na SG i izmerenoj visini šare protektora;
- Kada su SG montirane na kupljenom avionu. Podaci se upisuju na osnovu

oznaka i izmerenoj visini šare protektora na SG.

- Kada se SG kupi i montira na letu u i van Srbije i Crne Gore. Podaci se upisuju, na osnovu oznaka i izmerenoj visini protektora na SG. U takvim slučajevima mora da se popuni i obrazac G2 pri dolasku vazduhoplova u matičnu luku.

U kolonu 1, se upisuje broj (količina) kupljenih SG ako su od istog proizvođača, modela, datuma proizvodnje i serijskog broja. U suprotnom, ako samo jedan podatak nije identičan na dve SG, upisuje se cifra 1 (jedan) za jednu SG (u jednom redu) i 1 za drugu SG (u drugom redu).

Dokument G1 sa podacima se dostavlja operateru radi unosa podataka u računar. Naravno mogućnost interaktivnog pristupa centralnom računaru otvorila bi put da i pilot, radnik na održavanju ili neko drugo lice unosi direktno podatke.

Računar dodeljuje brojeve svakoj SG. Na osnovu ovih brojeva formiraju se baze podataka svake SG, a zatim štampaju dva izveštaja I1. Jedan I1 se odlaže u arhivu, a drugi služi za utiskivanje broja SG.

Izveštaj o eksploataciji pneumatika

U dokument G2-izveštaj o eksploataciji pneumatika, podaci se upisuju: u magacinu, u radionici, pri korišćenju, pri održavanju, pri odluci komisije o daljoj eksploataciji SG.

MAGACIN - u G2 se upisuju podaci kada u magacin ulazi SG skinuta sa vazduhoplova radi zamene ili redovne kontrole.

RADIONICA - u G2 se upisuju podaci kada se u radionici: vrši montaža, vrši demontaža, vrši popravka SG, čeka na odluku komisije.

KORIŠĆENJE SG - u G2 se upisuju podaci o SG u sledećim slučajevima:

- pri sastavljanju mesečnih izveštaja o stanju SG na vazduhoplovu
- Pri otkazu SG na vazduhoplovu, na stajanci,
- Pri kupovini i montaži SG na letu u i van Jugoslavije. U takvim slučajevima popunjava se i G1;

PROTEKTIRANJE - u G2 se upisuju podaci o SG kada ide na protektiranje.

KOMISIJA - u G2 se upisuju podaci kada komisija donosi odluku po preporuci računara i vizuelnog pregleda SG o daljoj eksploataciji

SG. G2 sa podacima se dostavlja operateru radi unosa podataka u računar.

U G2 – Izveštaja o eksploataciji SG vazduhoplova treba upisati sledeće podatke:

A) Podaci o izveštaju

REDNI BROJ IZVEŠTAJA - ovaj broj se dodeljuje svakom listu izveštaja posebno. Brojeve izveštaja upisuje operater koji unosi podatke u računar. Blanko izveštaje operater dostavlja magacionerima i odgovornim licima.

MESTO - upisuje se mesto gde se nalazi magacin radionica, aerodrom. U slučaju zamene pneumatika na terenu upisuje se mesto čijem radijusu delovanja odgovara dotična vazдушna luka.

DATUM - upisuje se DATUM upisivanja podataka u izveštaj.

B) Podaci o pneumatiku

BROJ SPOLJNE GUME - upisuje se utisnuti broj SG na bočnici pneumatika. Npr. 1234.

NAZIV OBJEKTA, ili REG.BROJ VAZDUHO-PLOVA - upisuje se OBJEKAT gde se SG nalazi. Objekti su: magacin – NO(novih), magacin – PO(polovnih), magacin – PR(protektiranih), magacin – OT(otpisanih) radionice, protektirnice. Upisuje se REGISTARSKI BROJ vazduhoplova na kome se SG nalazi, montira, demontira ili vrši pregled stanja. Npr. YU-123-AS.

POZICIJA - upisuje se broj POZICIJE SG na vazduhoplovu. Pozicije su: 1 Nosna noga leva, 2 Nosna noga desna, 3 Glavni stajni trap, leva unutrašnja 4 Glavni stajni trap, leva spoljašnja 5 Glavni stajni trap, desna unutrašnja 6 Glavni stajni trap, desna spoljašnja 7 Repna noga leva 8 Repna noga desna 9 Rezervna.

BROJ RADNIH SATI PNEUMATIKA - upisuje se BROJ RADNIH SATI pneumatika u trenutku montaže, demontaže, otkaza ili pregleda stanja pneumatika.

PRITISAK: - upisuje se izmereni pritisak za svaki pneumatik na vazduhoplovu.

PROTEKTOR:

- **IZGLED PROTEKTORA:** izgled protektora u trenutku provere stanja i otkaza. Šifre su: 1 bez oštećenja, 2 popravljn, 3 protektiran, 4 valovito istrošen po obodu, 5 obostrana bočna pohabanost, 6 probušen, 7 prosečen, 8 odlepljen, 9 pukao.

- **VISINA LEVE** šare protektora (na mestu levog kanala) - upisuje se visina prve leve šare protektora SG pneumatika u milimetrima, u trenutku montaže, demontaže, otkaza, ili provere stanja.
- **VISINA DESNE** šare protektora (na mestu prvog desnog kanala) - upisuje se visina prve desne šare protektora SG pneumatika u milimetrima, u trenutku montaže, demontaže, otkaza, ili provere stanja.

IZGLED BOČNICE - date su sledeće šifre: 1 bez oštećenja, 2 popravljena, 3 prskotina (radijalna), 4 zasječena guma, 5 zasečena karkasa, 6 ispupčenje (klobuk), 7 probušena, 8 prosečena, 9 pukla. Vizuelna kontrola bočnice pneumatika i samog pneumatika uslovljava ipisivanje podataka u ova polja. Osnovna oštećenja avionskih pneumatika su data u prilogu 1.

IZVEŠTAJ SAČINIO

- **BROJ** - upisuje se broj pilota u trenutku pregleda stanja SG, i otkaza, montaže ili demontaže SG, ili broj lica koje je predalo SG na popravku, izvršilo pregled stanja, ili popravilo SG, ili broj lica koje je montiralo, demontiralo ili popravilo SG.
- **POTPIS** - Elektronski potpis lica čiji je broj evidentiran u bazi podataka.

U cilju obezbeđenja bezbednosti, smanjenja troškova SG pneumatika, bolje organizacije korišćenja i održavanja SG, neophodno je uredno, disciplinovano i blagovremeno dostavljati obrasce G1 i G2 sa, u ovom poglavlju navedenim podacima operateru na dalju obradu.

Bez ispunjenja ovih zahteva biće nemoguće realizovati postavljene ciljeve informacionog sistema.

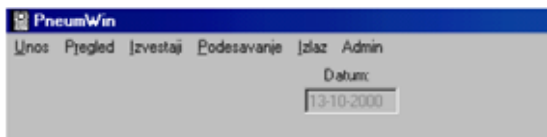
SOFTVER ZA EKSPLOATACIJU PNEUMATIKA

U skladu sa informacionim sistemom, prikupljanjem i obradom podataka u cilju dobijanja određenih izveštaja o stanju pneumatika i njegovih delova u magacinu, radionici, protektirnici, na vazduhoplovu - razvijen je softver PNEUMWIN, odnosno njegovo idejno rešenje. U okviru toga prvo je projektovan algoritam, a zatim odgovarajući softver sa odgovarajućim bazama podataka i informacija. U sledećem tekstu prikazaće se svi

ekrani sa detaljnim opisom unošenja podataka i njihovom manipulacijom.

Osnovni ekran

Osnovni ekran ima izgled:

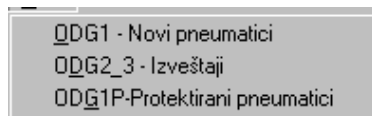


Osnovni ekran sadrži 6 glavnih menija: Unos, Pregled, Izveštaji, Podešavanje, Izlaz, Admin.

Klikom mišem na svakog od njih ulazi se u strukturu menija. Ulazak u meni je omogućen i tastaturom pomoću prečica koje su definisane kombinacijom tastera Alt i podvučenog slova u meniju. Npr. u meni unos se ulazi kombinacijom Alt+U. Na ekranu se nalazi i tekući datum. Iz programa se izlazi pomoću menija Izlaz ili klikom na krstić u gornjem desnom uglu ekrana.

Meni unos

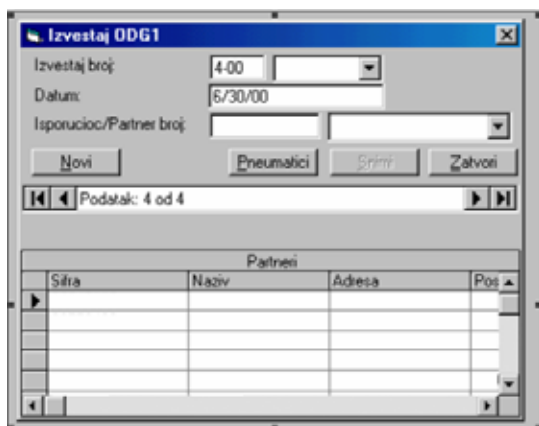
Startovanjem menija Unos dobija se sledeći ekran sa podmenijima:



Startovanjem ovih podmenija prelazi se u fazu unosa podataka u zavisnosti od željene vrste.

ODG1 – Novi pneumatici

ODG1 – *Novi pneumatici* - prvenstveno je definisan za unos podataka o novim neiskoriscenim pneumaticima. Startovanjem menija dobija se sledeći ekran:

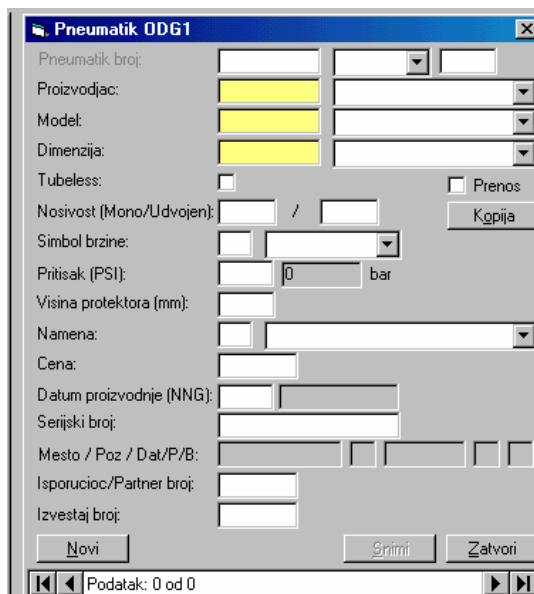


U Polje **Izveštaj broj**: se upisuje interni broj izveštaja. Moguće je i automatski generisati broj izveštaja iz padajućeg menija koji se nalazi pored kućice za upis broja. U polje **Datum** se

unos datum na koji se izveštaj odnosi. U polje **Isporucioc/Partner broj**: unosi se interni broj partnera. Spisak partnera i njihovih brojeva se već nalazi u bazi podataka. Partner (broj) se bira tako sto se mišem klikne na područje sa leve strane broja iz tabele pri čemu ce doći do selektovanja čitavog polja u desno (plava boja). Čim se izvrši pravilna selekcija u polje Isporucioc/Partner broj: automatski se upisuje broj izabranog partnera.

Taster **Novi** služi za unošenje novih partnera sa već generisanim brojevima. Pritiskom na taj taster kursor se automatski postavlja u prvo slobodno polje u tabeli gde je već generisan broj partnera. Korisnik treba da upiše sam ostale podatke tako sto ce mišem prelaziti iz kućice u kućicu. Aktiviranjem tastera Novi aktivira se i taster **Snimi** čija je funkcija da obezbedi pravilno ubacivanje novog partnera u bazu podataka. Kada se operiše sa postojećim partnerima taster **Snimi** je neaktivan. Taster **Zatvori** služi za odustajanje od daljih aktivnosti i vraćanje u glavni ekran.

Nakon pravilnog unosa prethodno opisanih parametara prelazi se na unos podataka o novom pneumaticu. Predstavljena operacija se izvršava pomoću tastera **Pneumatici**. Nakon startovanja dobija se sledeći ekran:



U polje **Pneumatik broj**: se unosi interni broj pneumatica. Npr.: xxxx-xx. Prve četiri cifre definišu broj pneumatica dok druge četiri cifre definišu godinu. U pitanju je interna oznaka. U polje **Proizvođač**: se iz padajućeg menija sa desne strane unosi proizvođač datog pneumatica. U polje **Model**: unosi se model

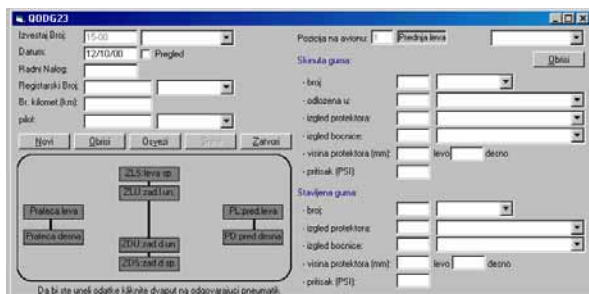
pneumatika iz padajućeg menija sa desne strane. Osnovni modeli se nalaze u postojećoj bazi podataka. U polje **Dimenzija**: se unosi dimenzija pneumatika iz padajućeg menija koji se nalazi sa desne strane.

U polje **Tubeless**: se unosi da li je pneumatik tubeless ili nije. Ako jeste vrši se označavanje polja pored tubeless.

U polje **Nosivost** se unosi vrsta nosivosti (Mono ili Udvojen) U polje **Simbol brzine**: se unosi simbol brzine pneumatika tako sto se bira iz padajućeg menija sa desne strane. U polje **Pritisak**: unosi se vrednost pritiska u bar-ima. U polje **Namena**: unosi se namena za koju je guma proizvedena i to iz padajućeg menija sa desne strane. U polje **Cena**: unosimo vrednost gume u dinarima. U polje **Datum proizvodnje (NNG)**: unosimo naznačeni datum proizvodnje iz specifikacije. U polje **Serijski broj**: unosi se serijski broj iz specifikacije. Za tačno definisane podatke u prethodnom prozoru polje **Isporučioc/Partner broj**: automatski se popunjava adekvatnim podatkom za broj partnera. U polje **Izveštaj broj**: se upisuje broj izveštaja. Taster **Novi** definiše unošenje novog pneumatika od istog partnera. Taster **Zatvori** obezbeđuje izlazak iz tekućeg prozora.

ODG2_3 – Izveštaji

Startovanjem ovog menija dobija se sledeći ekran:



Kao sto je očigledno u Polje **Izveštaj broj**: se generiše broj tekućeg izveštaja. Moguće je i automatsko generisanje iz padajućeg prozora desno. Polje **Datum**: služi za unos datuma na koji se izveštaj odnosi. Polje **pregled** se označava kada se vrši samo pregled pneumatika. Polje **Radni nalog**: služi za unos broja radnog naloga po kome se vrši operacija zamene gume ili pregleda. U polje **Registarski broj**: se unosi registarski broj vazduhoplova na koji se operacija odnosi. Svi registarski brojevi

se nalaze u padajućem prozoru sa desne strane. Podaci su sortirani tako da je

omogućena brza i jednostavna komunikacija korisnika sa aplikacijom. U polje **Br. Kilomet.**: se unosi stanje kilometara u trenutku operacije nad pneumatikom.

U polje **Pilot**: se unosi Prezime pilota sa čijeg je aviona skinut pneumatik za dalju obradu.

Na slici u donjem levom uglu se nalazi pozicija svih pneumatika na vazduhoplovu. Duplim klikom na odgovarajuću poziciju pristupa se konačnom unošenju podataka koji se nalaze sa desne strane ekrana.

Taster **Novi** služi za unošenje novog izveštaja što znači da se sa ovim ekranom može pristupiti i postojećim izveštajima i na njima izvršiti odgovarajuće korekcije ukoliko je to potrebno. U slučaju prijavljene greške tipa « Podaci su zaključani – morate sačekati » preporučljivo je izaći iz programa i ponovo ga startovati. Greška koja se može javiti je sistemske prirode i ne treba joj pridavati veliki značaj.

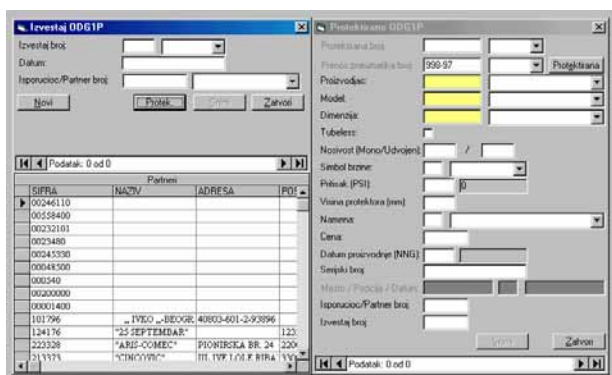
Taster **Snimi**: služi za snimanje novog generisanog izveštaja. Aktivan je samo posle aktiviranja tastera **novi** kao sto smo već i ranije imali slučaj. Taster **Zatvori**: omogućava izlaz iz tekućeg prozora. Taster **Osveži**: služi za osvežavanje ekrana na osnovu već postojećih podataka. Koristi se u slučaju nepotpunih polja. Njegovo postojanje je nepotrebno ukoliko se vrši precizna evidencija svih podataka. Duplim klikom na odgovarajuću poziciju omogućavamo da se polje **Pozicija na avionu** automatski generiše odgovarajućom pozicijom. Taster **Obriši**: iz desnog dela ekrana služi za brisanje svih podataka sa desnog dela ekrana. Koristi se u slučaju pogrešno unesenih podataka. Desni deo ekrana se dalje sastoji od podataka za skinuti pneumatik i za stavljeni pneumatik. Procedura unošenja podataka je identična za oba slučaja. Prvo se u polje **Broj**: unosi broj skinutog/stavljenog pneumatika. Svi brojevi se nalaze u padajućem prozoru sa desne strane. Kucanjem broja u padajućem prozoru sa desne strane vrši se automatska selekcija i biranje brojeva tako da je korisniku rad znatno olakšan. U polje **Odložena u**: unosi se magacin u koji odlažemo pneumatik. Svi magacini se nalaze u desnom padajućem prozoru. U polje **Izgled protektora**: unosi se izgled protektora skinutog/stavljenog pneumatika. Svi mogući izgledi protektora su dati u desnom padajućem

prozoru. U polje **Izgled bočnice**: unosi se izgled bočnice skinutog/stavljenog pneumatika.

Svi mogući izgledi bočnice se nalaze u desnom padajućem prozoru. U polja **Visina protektora** (levo/desno) i **Pritisak** se redom unose vrednosti za snimljenu visinu protektora sa leve i desne strane kao i pritisak vazduha u pneumatiku. Nakon unošenja podataka pritiskom na taster **Zatvori** ili na **krstić** u gornjem desnom delu postojećeg ekrana vrši se automatsko snimanje podataka u bazu. Čak i u slučaju nepotpunog unošenja podataka vrši se i selektivno snimanje istih.

ODG1P – Protektirani pneumatici

Nakon startovanja ovog menija dobijaju se sledeći ekrani



Struktura prethodna dva ekrana je identična već opisanoj strukturi iz poglavlja ODG1-Novi pneumatici.

Meni pregled

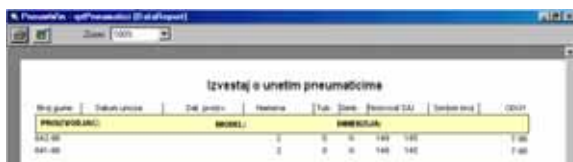
Startovanjem ovog menija dobija se sledeći ekran:



Klikom na postojeće menije prelazi se u fazu pregleda.

ODG1 – Pneumatici

Klikom na ovu stavku dobija se sledeći ekran:



Očigledno je da Pregled ODG1 – Pneumatici

daje informaciju o pneumaticima po proizvođaču, modelu i dimenziji. Zastupljeni su

najvažniji podaci: Broj gume, datum unosa, datum proizvodnje, namena, tubeless, simbol brzine, nosivost, serijski broj pneumatika, kao i interni broj pneumatika. Klikom na stavku Pages u donjem levom uglu može se preći na sledeću stranu ili na kraj/početak dokumenta. Dati izveštaj može se prikazati u štampanoj formi klikom na štampač u gornjem levom uglu ekrana. Postoji i mogućnost snimanja datog dokumenta u npr. HTML formatu ili TXT formatu za dalju grafičku obradu i prenošenje podataka.

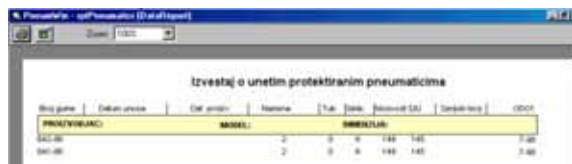
ODG2_3 – Izveštaji

Startovanjem ovog dela dobijaju se informacije o stanju o intervencijama sa pneumaticima po svakom avionu sortirane po broju izveštaja. Očigledno je da su osnovne informacije: izveštaj broj, radni nalog, datum, pregled, registarski broj, tahograf, pilot i radnik.

Na nižem hijerarhijskom nivou se nalaze: pozicija, skinuti broj gume (Sk.Br.Gume), mesto, stanje protektora skinute gume (Sk.Prot), visina protektora skinute gume (levo i desno)(Sk.Vis.PL i Sk.Vis.PD), pritisak u skinutom pneumatiku (Sk.PSI), stavljeni broj gume (St.Br.Gume), stanje protektora stavljenog gume (St.Prot), visina protektora stavljenog gume (levo i desno)(St.Vis.PL i St.Vis.PD), pritisak u stavljenom pneumatiku(St.PSI). Način operisanja sa dokumentom je već opisan u prethodnom poglavlju ODG1 – Pneumatici. Potrebni su šifarnici za lakše čitanje podataka.

ODG1P – Protektirani pneumatici

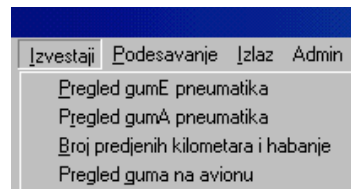
Startovanjem ovog dela dobija se sledeći ekran:



Način pregleda i operacija sa ovim dokumentom je opisan u poglavlju ODG1 – Pneumatici. Struktura ovog dokumenta je identična sa ODG1 – Pneumatici (vidi).

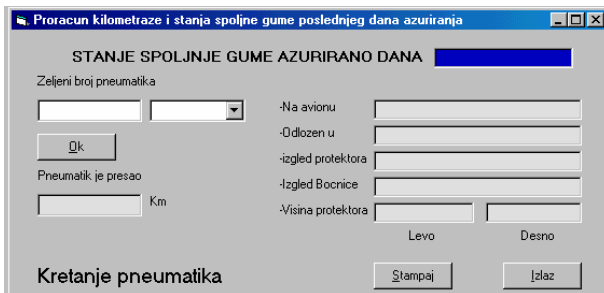
Meni Izveštaji

Startovanjem tekućeg menija dobija se sledeći ekran:



Pregled gume pneumatika

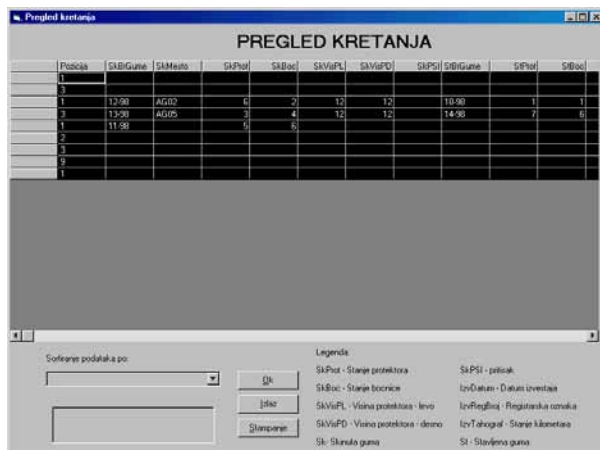
Startovanjem ovog dela dobija se sledeći ekran:



Osnovna namena je selektivni prikaz podataka za jedan pneumatik. Unošenjem broja pneumatika u polje Željeni broj pneumatika ili izborom iz padajućeg prozora sa desne strane, omogućavamo trenutni pristup podacima zadnjeg dana ažuriranja. Kao rezultat ove operacije se pored ukupnog pređenog puta pojavljuju ostali relevantni podaci: Na avionu, Odlazen u, izgled protektora, izgled bočnice, Visina protektora (sa leve i desne strane). Konačno, rezultat obrade podataka moguće je odštampati pomoću tastera Štampaj. Taster Izlaz služi za napuštanje tekućeg prozora.

Pregled guma pneumatika

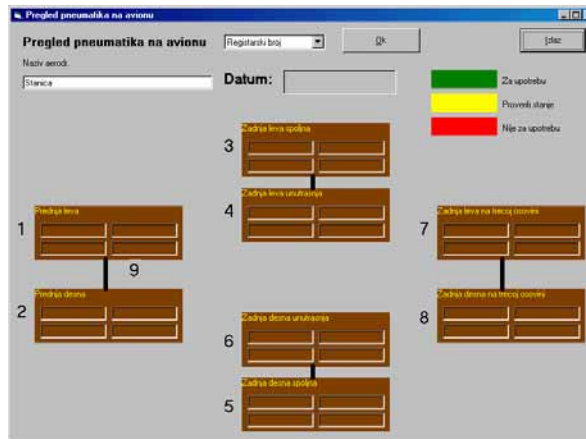
Startovanjem ovog dela dobija se sledeći ekran:



Ovaj ekran daje kompletan izveštaj o kretanju i stanju svih pneumatika koji se nalaze u internoj bazi podataka. Da bi se olakšao pregled podataka postoji mogućnost sortiranja po: broju skinute gume, broju stavljene gume, datumu i registarskom broju. Tasterom Štampanje se omogućava pregledan izveštaj na papiru. Taster Izlaz služi za napuštanje ove stavke.

Pregled guma na avionu

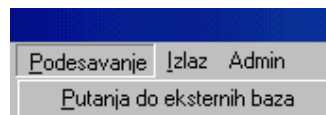
Startovanjem ovog dela se dobija sledeći prozor:



Ovaj segment omogućava pregled koji se pneumatiki trenutno nalaze na avionu čiji se registarski broj bira iz padajućeg prozora. Od ostalih podataka se izdvajaju datum zadnjeg ažuriranja, pređeni put pneumatika i srednja vrednost visine protektora. Ove vrednosti su upisane u svakoj kućici ponaosob. Postoji i mogućnost štampanja izveštaja pomoću tastera štampaj.

Meni podešavanje

Startovanjem ove stavke se dobija sledeći ekran:

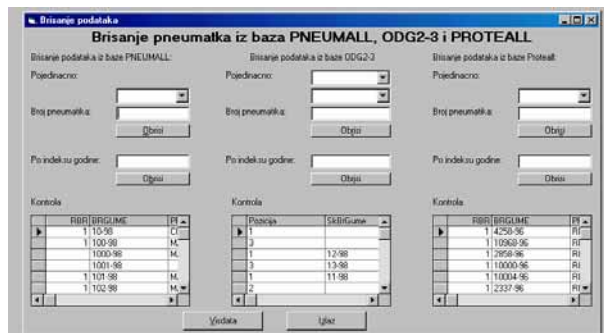


Putanja do eksternih baza

Ovim delom se definišu putanje do eksternih baza na kojima počiva osnovna struktura kompletnog programa PneumWin. Netačno uneseni podaci uslovljavaju probleme u radu.

Meni Admin

Startovanjem ovog dela dobija se sledeći ekran:



Očigledno je da je osnovna namena ovog dela programa da se vrši direktna intervencija nad podacima u smislu brisanja. Naime jedini način da se pneumatik evidentira prilikom otpisa je da
Istraživanja i projektovanja za privredu 2/2003

se on izbriše iz baze podataka. Moguće je brisati pojedinačne pneumatike, bilo nove, bilo protektirane kao i podatke iz baze izveštaja. Moguća je i intervencija nad grupom podataka gde je osnovni SQL upit, upit preko godine evidencije u bazi podataka. Taster Visdata pokreće gotovu Visual aplikaciju za manipulaciju baza podataka.

ZAKLJUČAK

U cilju uvođenja automatizovanog informacionog sistema za eksploataciju pneumatika ovde je:

- data je analiza osnovnih principa održavanja sa stanovišta opšte-mašinskih sistema i kompletne analize potrebnih koraka,
- dat je prikaz mesta i uloge pneumatika u vazduhoplovnim sistemima, istorijskog razvoja pneumatika, zadaci pneumatika, konstrukcijske karakteristike i održavanje pneumatika,
- razmatrane su postavke informacionog sistema i modeliranja podataka,
- izvršena je analiza sastava i načina eksploatacije aviona i pneumatika,
- razvijen je informacioni sistem sa algoritmom i softverom,
- dati su osnovni segmenti neophodni za održavanje pneumatika u smislu osnovnih oštećenja i međunarodnih standarda.

U skladu sa navedenim detaljno je razmotren sastav i način eksploatacije pneumatika u vazduhoplovstvu. Imajući u vidu bezbednost putnika i robe utvrđen je način eksploatacije i održavanja pneumatika kao i njihovog skladištenja i eventualno protektiranja.

Analizom sastava i načina eksploatacije pneumatika i razmatranjem osnova informacionog sistema postavljene su osnove za razvoj informacionog sistema sa softverom. U skladu sa ovim projektovan je informacioni sistem sa segmentima: nabavke, skladištenja, korišćenja, održavanja i otpisa pneumatika, kao i računarskom podrškom.

Na osnovu tih rezultata prikazan je algoritam i softver za prikupljanje i obradu podataka o eksploataciji sa postupkom unošenja podataka, pregledima o stanju pneumatika, kao i njihovih odgovarajućih izveštaja. Za ovu svrhu projektovane su baze podataka i informacija. U vezi sa unosom podataka, pokazano je da je

ceo proces automatizovan, odnosno da se pri unosu podataka koriste odgovarajuće baze podataka, preko legendi.

Na osnovu iznetog sledi da se projektovani i postavljeni informacioni sistem sa softverom može koristiti za eksploataciju pneumatika vazduhoplova i da se time znatno doprinosi bezbednom prevozu putnika i roba i boljem upravljanju eksploatacijom pneumatika.

LITERATURA:

- 1/ *Bridgestone Aircraft tires, Tire specification & maintenance manual – Bridgestone Corporation* – Bridgestone Corporation – Tokyo 1990.
- 2/ *What you should know about aircraft tires – GoodYear* – The Goodyear Tire & Rubber Company – USA.
- 3/ *Advisory Circular – U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration* – USA 1987.
- 4/ *Informatika u mašinstvu. Č. Mitrović, B. Vasić* – Mašinski fakultet – Beograd 2000 godine.

MODELING OF INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING STRUCTURE AND MEANS OF AIRCRAFT TIRES EXPLOITATION

This study offers an approach to modeling of information system data for detailed monitoring of structure and means of aircraft tires exploitation. Bearing in mind the safety of passengers and goods, the authors of this study determined the means of aircraft tires exploitation and maintenance, and also the system of their storage and reparation. In keeping with that, we modeled an information system with following segments: aircraft tires procurement, storage, exploitation and maintenance, including computer backup.

The approach to the solution for the implementation of automatic information system for aircraft tires exploitation is based on:

- basic principles analysis from the standpoint of general mechanical engineering systems and complete analysis of necessary steps,
- description of the place and role of aircraft systems tires, historical development of tires, function of those tires, their structural characteristics and maintenance,

- analysis of information system design and data modeling,
- Analysis of aircraft and tires constructional characteristics and means of their exploitation.

Based on that approach, the authors of this study implemented and presented the algorithm and software for collecting and processing of data concerning the exploitation, including the process of data input and tire condition reports. For that purpose, there are data basis. Through

wizards, the authors presented the automatisisation of the entire process, according to the existing data base.

This information system can be used in the process of tracking of functional characteristics of aircraft tires, thus contributing to the safety of passengers and goods and improved decision-making in the field of tire exploitation.