

# KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA ZAŠTITU

Klasa 77a (3)



INDUSTRIJSKE SVOJINE

Izdan 15 februara 1933.

## PATENTNI SPIS BR. 9627

**The Cierva Autogiro Company Limited, London, Engleska.**

Poboljšanja na aeroplanima sa slobodno obrtnim krilima.

Prijava od 28 aprila 1931.

Važi od 1 aprila 1932.

Traženo pravo prvenstva od 29 aprila 1930 (Engleska).

Pronalazak se odnosi na aeroplan, koji ima slobodno obrtna krila, koja se pri normalnom letu obrću pomoću relativne vazdušne struje, koja nastaje usled kretanja aeroplana napred. Ova slobodno obrtna krila vezana su člankasto za jedan središnji obrtni član ili članove, tako da se mogu okretati nezavisno jedno od drugog. Obrtna krila su spolja tako zategnuta, da su ova sretstva za zatezanje neaktivna pri letu, tako da se sve sile koje deluju od obrtnih krila na telo aeroplana na pr. sila podizanja i centrifugalne sile, prenose za vreme leta preko zglobova raspoređenih na obrtnoj osovini.

Pronalazak se naročito odnosi na poboljšanja konstrukcije i na poboljšanja oblika slobodno obrtnih krila takvog aeroplana.

Ciljevi ovog pronalaska obuhvataju i tu činjenicu, za aeroplan gore pomenutog tipa, da slobodno obrtno krilo dobije poboljšanje konstruktivne i aerodinamičke karakteristike kao i uprošćen konstruktivni oblik, koji pojednostavljuje i olakšava izradu istog.

Utvrđeno je, da obrtna krila aeroplana pomenute vrste mogu često iskusiti uzdužne vibracije u ravni obrtanja, kada su ta krila nezavisno spojena za obrtnu osovinu u cilju relativnog kretanja jednog krila prema drugom u toj posmatranoj ravni. Ove vibracije nastaju usled periodično promenljivih aerodinamičkih sila, čija glavna frekvencija odgovara broju obrtanja krila. Opaženo je, ako je krilo dobilo veliku krutoću u ravni obrtanja, da ove vibracije ne mogu uzeti veliku amplitudu usled rezonancije,

pa se na osnovu tog gledišta može reći: što je veća krutoća krila u toliko je ono bolje.

S druge strane nepodesna je velika krutoća u uzdužnoj ravni, koja je normalna na ravan obrtanja, jer se, usled skretanja krila iz ravni normalne na njegovu obrtnu osu (ovo krilo je člankasto vezano da bi se omogućila ta skretanja), centrifugalne sile služe sa aerodinamičkim i inercionim silama, te usled toga krilo, u pomenutoj ravni, koja je normalna na ravan obrtanja, trpi savijanje takve vrste, da se ona u onoj meri potiru savijanjem krila u koliko se krilo savija, tako da velika krutoća teži za tim da izazove velika naprezanja u materijalu glavnih delova krila. Opiti su pokazali, mada savijanja usled centrifugalnih i aerodinamičkih sila nisu stalna, da se ne javljaju nepovoljne rezonantne vibracije čak i onda, ako se krutoća krila u toj ravni načini što manjom, pri čem se naravno mora voditi računa i o opštim uslovima čvrstoće i izdržljivosti.

Po ovom pronalasku se na osnovu gornjih izlaganja, obrtno krilo za aeroplan pomenute vrste sastoji iz jednog ili više konstruktivnih članova, koji su konstruisani i raspoređeni tako, da je čvrstoća, usled savijanja, krila u ravni njegove širine tako velika, da naprezanja u tim članovima, koja su prouzrokovana usled komponenta aerodinamičkih inercionih i centrifugalnih sila, koje deluju u toj horizontalnoj ravni širine, ne budu poništena skretanjem članova. Čvrstoća usled savijanja krila u ravni normalnoj na širinu tako je mala, da se ono može savijati u toj



normalnoj ravni u onoj meri, koliko je potrebno da se otklone naprezanja izazvana od komponenata aerodinamičkih, inercionih i centrifugalnih sila, koje dejstvuju u toj normalnoj ravni.

Čvrstoće protiv savijanja, o kojima je bilo reči gore, jesu one koje se nalaze u ravnima paralelnim i normalnim na širinu t. j. to je linija, koja spaja prednje i zadnje ivice profila poprečnog preseka, pošto su to ravni približno maksimalne i minimalne čvrstoće. Pošto je ugao nagiba mali, to su krutoće u gore pomenutim ravnima stvarno iste sa čvrstoćama u rotacionoj i u ravni normalnoj na toj rotacionoj ravni propepera.

Da bi ostvarili gore pomenute konstruktivne odlike i to na osnovu rezultata opita aerodinamičkih karakteristika slobodno obrtnih krila, poboljšano krilo gledano u horizontali sastoji se iz jednog paralelnog dela sa maksimalnom širinom, čija je dužina veća od polovine cele dužine krila. Ovaj paralelni deo ide do izvesne razdaljine od spoljnijeg krajnjeg vrha krila, i ono nije veće od dvostruke najveće širine, pri čem je spoljni deo vrha iza tog normalnog dela zaokrugljen ili zaoštren. Unutarnji deo krila je isto tako paralelan po dužini i on nije manji od jedne četvrtine celokupne dužine krila i uži je od spoljnijeg dela krila. Za krilo je ovaj deo vezan kratkim klinom, čija dužina obično nije veća od dvostruke najveće širine.

Time što je krilo najšire u blizini spoljnijeg krajnjeg vrha, postignuta je jedna aerodinamička prednost prema do sada upotrebljenim krilima u aviaciji slobodno obrtnih krila. Horizontalni oblik krila ima izrazito zaoštrenje prema vrhu, čija je dužina nekoliko puta veća od najveće širine. Opitima je pokazano, da onaj deo krila, koji ima veću brzinu, naime deo koji leži u blizini vrha, radi sa većim stepenom dejstva i da štetna dejstva »gubitaka na krajevima« jedino ozbiljno utiču na krajnji deo vrha. Kada se pak krilo kreće pod uglom prema relativnoj struji vetra za vreme svoga obrtanja, to se poprečni presek linija strujanja, koji imaju zaoštreni delovi krila, menja, nepravilan je i zato nefikasan. Kod novog krila ovi zaoštrjeni delovi prave se što kraćim vodeći računa da se izbegnu nagle promene preseka linije strujanja.

Jedan oblik izvođenja poboljšanog krila ima glavni uzdužni član, koji se sastoji iz krute izvlačne cevi ili kakvog drugog podjednog šupljeg, flanširanog ili olučastog člana, i za koji je kruto utvrđen omot od krutog pločastog materijala, koji po obliku odgovara profilu poprečnog preseka

krila, koje se nalazi ispred cevastog ili tome sličnog člana. Ovako obrazovana celna obrazuje složenu šuplju gredu (nosač) čija je čvrstoća na savijanje u ravni, koja je normalna na širinu krila srazmerno mala u sravnjenju sa čvrstoćom u ravni širine krila. Kod jednog drugog oblika izvođenja upotrebljen je drugi uzdužni zadnji član, koji je vezan za glavni uzdužni član pomoću rešetki ili tome sl. Profil u poprečnom preseku takvog složenog člana može biti isti celom dužinom a prednja ivica krila može imati pravu liniju u horizontalnoj ravni.

Poznata je već u izgradnji krila za aeroplane sa običnim utvrđenim krilima upotreba takve konstrukcije, gde se jedna uzdužna motka spaja sa krutim pločastim članom, koji ima oblik onog dela profila krila, koji se nalazi ispred motke, tako da se obrazuje šupalji nosač oblika D. Isto tako poznata je izgradnja krila za obične aeroplane sa dvema udužnim motkama i sa vezivnom pločastom oplatom, koja nije deblja od krila. Ova oplata ima diagonalne članove, koji su otporni samo prema naprezanjima na istezanje. Isto tako predloženo je, da se grade obrtna krila za helikopter na osnovu poslednjeg principa, po kome obrtna krila dobijaju spoljnu oplatu, koja drži krila normalno na osu obrtanja.

Kod aeroplana pak sa nekretnim krilima, krila su izložena naprezanjima na savijanje, koja su normalna na širinu i koja se ne nište skretanjem, pošto tu ne postoji suprotno dejstvujuća centrifugalna sila. Ovakav je isti slučaj kod predloženog helikoptera, jer spoljna oplata drži krila u položaju u kome centrifugalna sela ne vrši nikakvo dejstvo balansiranja.

Prema tome potrebno je predvideti znatnu čvrstoću na savijanje u ravni, koja je normalna na širinu krila.

Pri izradi predmeta pronalaska čvrstoća na savijanje konstruktivnih članova u ravni normalnoj na širinu krila pravi se što manjom vodeći pri tom računa o opštim uslovima čvrstoće, tako da se dejstvo ublaživanja od strane centrifugalne sile može korisno primeniti.

Onde gde se upotrebljavaju dve uzdužne motke i rešetkasta oplata kod aeroplana i helikoptera (kod ovog poslednjeg se krila neprekidno pokreću), ne postavlja se ozbiljno pri svakom obrtu problem prekretanja aerodinamičkih i inercionih sila u ravni obrtanja i način vezivanja, gde se upotrebljavaju prečage na istezanje, potpuno je dovoljan. Takav sistem bio je potpuno dovoljan kod aeroplana, koji imaju slobodno obrtna člankasto vezana krila. Medutim kod izvođenja ovog pronalaska sa pri-



menom pločaste oplata, diagonalni članovi (prečage) takve su, da mogu izdržati naprezanja i na pritisak i na istezanje.

Kod rasporeda sa nešto većom širinom nego što je do sad usvojeno za deo obrtnih krila, koja leže u blizini ose obrtanja, potrebno je, da bi taj deo imao dobar profil strujanja i da bi se smanjila štetna dejstva, koja nastaju usled prekida glatkog toka preko unutarnjeg dela krila, kada se ono vraća ili ide suprotno pravcu leta aviona, da taj unutarnji deo ima profil u poprečnom preseku poznat kao podižučii profil strujanja, za koji je opitima dokazano, da je bolji u tom pogledu od ostalih vrsta profila.

Kod usvojenog oblika izvođenja središte mase ma kog poprečnog preseka leži iza centra aerodinamičkog pritiska. Na taj način, pri letu, centrifugalne i aerodinamičke sile, koje deluju na kom mestu krila stvaraju jedan spreg, koji teži da uvija krilo u pravcu, koji povećava ugao nagiba.

U cilju boljeg stepena aerodinamičkog dejstva pri letu, slobodno obrtna krila dosada su građena sa nagibnim uglom, koji raste od dna (osnove) ka vrhu (u neopterećenom stanju). Ovaj raspored imao je nezgodu pri početku obrtanja krila za šta je potreban mali nagibni ugao. Poboľjšano krilo načinjeno je bez početnog uvijanja i sa nagibnim uglom od  $1^{\circ}$  do  $2^{\circ}$  i sa umerenim uglom torzične krutoće, tako da će se, kada se krilo nalazi u letu, isto upredati elastično usled gore pomenutih sila do izvesnih granica, koje će povećati ugao nagiba pri kraju vrha za oko  $2^{\circ}$  prema neopterećenom stanju.

Da bi se dobila što veća ravnomernost (glatkoća) spoljnog oblika, celo krilo se može pokriti krutim omotom ili obrnuto, tamo gde se uzima oplata od tkiva za zadnji deo krila, noseća rebra se gušće postavljaju obično u razmacima manjim od jedne petine maksimalne širine krila. Ova rebra dobijaju žljebove po svojoj spoljnoj površini u kojima leže kanapi sa kojima se utvrđuje tkivo, pri čem se ovo tkivo podvlači ispod kanapa u žljebove. Potom se žljebovi pokrivaju trakama ili tome sl., da bi se dobila glatka površina.

Dalja korist poboljšanog oblika izvođenja obrtnih krila, po ovom pronalasku, leži u tome, što je potreban minimalan broj rebara različite veličine i preseka, usled čega pojeftinjava proizvodnja.

U nacrtu:

Sl. 1 pokazuje obrtno krilo u izgledu odozgo.

Sl. 2 pokazuje u horizontalnom izgledu

jedan deo krila iz sl. 1, sa uklonjenim spoljnim omotom.

Sl. 3 pokazuje jedan deo najdužeg dela krila po sl. 1, pri čem je jedan deo tkiva ostavljen na svome mestu; i ta slika pokazuje način utvrđivanja toga tkiva.

Sl. 4 je poprečni presek po liniji A—A iz sl. 3, i ona pokazuje profil linije strujanja i način utvrđivanja tkiva, dok su ostali delovi uklonjeni radi bolje jasnoće.

Sl. 5 je presek po liniji B—B iz sl. 3.

Sl. 6 je presek po liniji C—C iz sl. 2 i pokazuje glavnu uzdužnu motku i pojačanje prednjeg dela krila.

Sl. 7 je isti presek kao u sl. 6 izuzev što ova slika pokazuje izmenjeni oblik konstrukcije složene, talasaste uzdužne metalne motke.

Sl. 8 je detaljan izgled, koji pokazuje spojku za vezivanje rebra.

Sl. 9 je horizontalan izgled razdvojnog vrha krila od lima.

Sl. 10 je presek po liniji D—D iz sl. 9.

Sl. 11 je detaljan presek, koji pokazuje vezu vrha krila.

Sl. 12 je horizontalan izgled jednog dela izmenjenog oblika obrtnog krila.

Sl. 13 pokazuje u izgledu odozgo detalj konstrukcije krila po sl. 12.

U sl. 1 do 8 sa 20 je obeleženo obrtno krilo po ovom pronalasku. Osnova se sastoji iz četiri dela 21, 22, 23, 24, od kojih su 21 i 24 paralelni t. i. stalne širine. Deo 22 je zaoštren i on spaja delove 21 i 23. Kod dela 21 širina je najveća, a deo 23 po širini je manji za jednu trećinu od dela 21. Zaoštreni deo 22 ima dužinu duž ose krila otprilike jedan i po puta veću od maksimalne širine. 24 je zaokrugljeni vrh krila, čija je dužina nešto malo veća od maksimalne širine krila.

Konstruktivno deo 24 se gradi kao zaseban deo u odnosu na ostatak krila.

Tačkasto crtasta linija 25 pokazuje središnju liniju glavnog konstruktivnog elementa ili uzdužne motke 27 (sl. 2). 26 pokazuje vodeću ivicu krila izuzev jedino na vrhu 24. Krilo 20 se sastoji iz glavne cevaste motke 27 i oplata koja obrazuje vodeću ivicu 28 načinjene iz trostrukog sloja drveta ili kog drugog podesnog čvrstog materijala, iz rebara 29, iz jedne uzdužne poluge 30 i jednog krajnjeg dela 31. Rebra su gusto raspoređena, a razmaci iznose od jedne petine do jedne šestine od najveće širine. Ista rebra su utvrđena zavrtnjima ili tome sl. za spojke 32, koje imaju ušice 34 za tu svrhu (sl. 8). Spojke 32 su navijene na uzdužnu motku i za istu su utvrđene organima 33. Da bi se izbeglo suviše bušenje motke preporučljivo je, da se spojke naizmenično utvrđuju organima



33, dok se spojke između prvih spojki utvrđuju zatapanjem.

Vodeća oplata 28 utvrđena je za rebra ma na koji podesan način na pr. zavrtnjima ili lepljenjem. Na taj način uzdužna motka, spojke, deo rebra pokriven oplatom i sama oplata obrazuje čvrsto spojeni konstrukciju vrste složenog nosača, koji ima oblik spljoštenog D. Čvrstoća konstrukcije u horizontalnoj ravni veća je nego čvrstoća u vertikalnoj ravni, koja je nešto veća nego čvrstoća cevaste motke. Sl. 6 pokazuje poprečni presek složenog nosača, pri čem rebra nisu pokazana. Sl. 7 pokazuje u preseku kao i sl. 6 jedan izmenjeni oblik konstrukcije, u kojoj je za složenu motku 270, koja se sastoji iz talasastih metalnih traka 271, koje su zakivcima utvrđene međusobno, utvrđena neposredno na mestima 281 limana vodeća oplata 280. Zbog male razmere slike, zakivci nisu pokazani.

U sl. 3, 4 i 5 krilo je pokriveno sa tkivom 35, koje je utvrđeno kanapima 36. Da bi se sačuvala glatka spolina površina kanap 36 je utvrđen u žljebove 293, koji su predviđeni u flanšama 292 rebra 29, koji su načinjeni iz dva pojasa 291 od trostrukog drveta ili sličnog materijala. Pojasi 291 imaju velike otvore (radi smanjenja težine a koji nisu pokazani) tako da se dobija rešetkasta veza. Flanše 292 rebara 29 snabdevene su otvorima 38, kroz koje se provlači kanap i vodi od gornje do donje flanše, kao što je pokazano u sl. 5.

Sl. 4 pokazuje način rasporeda kanapa 36, čiji spoljni delovi nisu pokazani. Kanap prolazi kroz žleb u jednoj flanši kroz jednu od rupa 38, zatim kroz drugu flanšu, kroz isti takav otvor i duž istog takvog žljeba, našta se utvrđuje onde gde treba. Trake 37 sa rekvim ivicama (sl. 3 i 5) lepe se preko kanapa, da bi se dobila glatka površina.

Sl. 4 pokazuje podesan poprečni profil za podižuće linije strujanja najužeg dela 23 krila 20.

U sl. 9, 10 i 11 razdvojen je kraj 24 krila načinjen je od jednog komada alumini-uma ili kod drugog podesnog materijala, koji je savijen oko vodeće ivice, da bi se dobile gornje i donje površine 40, 39, čiji su slobodni krajevi spojeni zakivcima duž repa i to kod 41. Poprečni pojačavajući deo 42, kanalastog poprečnog preseka, zakivcima je utvrđen i za gornje i za donje površine, koje su još pojačane ugaonicima 43 i uzdužnim kanalastim ili pojačivačima 54 oblika V.

Ivice delova 39, 40, gde se ove vezuju sa glavnim delom krila previjene su kao kod 44 (sl. 11) i utvrđene su drvenim zavrtnjima 45 za drvene komade 46, koji su sastav-

ni deo spoljnog (krajnjeg) rebra glavne konstrukcije krila, koja ima još i flanšu 47 od trostrukog drveta ili tome sl., koja leži odmah ispod vodeće oplata 28. Omot 36 od tkiva nošen je od strane članova 28, 24 (sl. 11), dok su ivice 44 članova 24 utvrđene preko tkiva. Uzdužna motka 27 ima na svom kraju čep 48, koji se završava u rukavcu 49, za koji su utvrđeni pretezi 52 pomoću navrtke 50 i podmetača 51. Rukavac prolazi kroz otvor u kanalastom pojačivaču 42, a pretezi 52 stoje van pojačivača, čime se ovaj utvrđuje za kraj uzdužne motke 27, kada se navrtka zategne. Ovo je još jedna veza za član 24 pored zavrtnjeva 45.

Kraj 24 ima rupu 53 za prijem delova 50, 51, 52. Ova rupa može dobiti i otklonjivi poklopac (koji nije pokazan).

Sl. 12 i 13 pokazuju izmenjeni oblik izvođenja krila koje se izvodi u metalu. Za cevastu uzdužnu motku 272 utvrđene su spojke 320 pomoću izlozanih organa 330 i navrtki 331. Za spojke 320 zakivcima utvrđena su rebra 290, čiji je poprečni presek u vidu kanala. Zadnji zakivci 275 kod nazmeničnih rebara utvrđuju krajeve poprečnih vezivnih članova 274, za čije je druge krajeve utvrđena druga uzdužna motka 273, čiji je poprečni presek oblika U ili tome sl. Zadnji krajevi članova 274 mogu se utvrditi za pojase rebra 290, čije su flanše utvrđene za uzdužnu motku 273. Motke 272, 273 i diagonalni član 274 obrazuju na taj način trouglu vezu velike čvrstoće u ravni krila. Vodeća metalna oplata 282 zakivcima je utvrđena za rebra kod 283 i još više potpomaže čvrstoću u ravni krila, dok s druge strane čvrstoća cele konstrukcije u ravni normalnoj na širinu krila nije mnogo veća nego same cevaste motke 272.

Kod oblika izvođenja glavni deo čvrstoće na uvijanje daje cevasta ili sastavljena glavna uzdužna motka.

#### Patentni zahtevi:

1. Aeroplan sa obrtnim krilima, koja se pokreću usled struje vazduha pri letu naznačen time, što se obrtno krilo (20) sastoji iz jedne ili više uzdužnih motki (27, 30, 31, 272, 273, 310), koje daju krilu u horizontalnoj ravni tako veliku čvrstoću savijanja, da naprezanja izazvana u ovoj ravni usled komponenti aerodinamičkih i centrifugalnih sila kao i inercionih sila ne dejstvuju stvarno tako da te motke savijaju u toj ravni, dok je čvrstoća protiv savijanja krila u ravni vertikalnoj na horizontalnu ravan tako mala, da se krilo u toj meri može sabijati u ovoj ravni, da može smanjiti naprezanja izazvana komponenta-



ma aerodinamičkih inercionih i centrifugalnih sila, koje deluju u toj ravni.

2. Aeroplan po zahtevu 1 naznačen time, što je iza glavne uzdužne motke (27) postavljena pomoćna uzdužna motka (30) i što obe motke leže u horizontalnoj ravni krila (20), a koje su motke pomoću vezivnih članova (29, 291, 292, 274) međusobno povezane, tako da ti članovi mogu primati i naprezanja na pritisak i na istezanje.

3. Aeroplan po zahtevu 1 i 2, naznačen time, što se krilo (20) u horizontalnoj ravni sastoji iz jednog dela (21) sa paralelnim uzdužnim ivicama, koji je deo duži od polovine celokupne dužine krila, a čija širina odgovara najvećoj širini krila, pri čem se taj deo završava na onom otstojanju od spoljnog vrha krila, koje ne prelazi dvostrukom najveću širinu krila.

4. Aeroplan po zahtevu 1—3, naznačen time, što površina krila nema ispatke, naročito poprečna rebra, tako da profil svakog poprečnog preseka ma koga krila,

bio uzet taj presek u ma kom kosom pravcu između  $45^\circ$  i  $90^\circ$  prema uzdužnoj osi krila, ima dobar profil za linije strujanja vazduha.

5. Aeroplan po zahtevu 1—4, naznačen time, što je krilo potpuno ili delimično pokriveno tkivom i što rebra preko kojih je utvrđeno tkivo, leže razmaknuta na otstojanju, koje nije veće od jedne petine najveće širine krila.

6. Aeroplan po zahtevu 1—5, naznačen time, što su rebra spolja snabdevena žljebovima (293), u koja ulaze kanapi (36) ili druga sretstva za utvrđivanje tkiva (35) za rebra, tako da krilo dobija glatku površinu.

7. Aeroplan po zahtevima 1—6, naznačen slobodno obrtnim krilom sa takvom čvrstoćom protiv upredanja, sa takvom raspodelom masa i položajem aerodinamičkog centra pritiska, da ugao nagiba vrha krila pri normalnom letu raste za  $1^\circ$  do  $3^\circ$  usled elastične promene.





FIG. 1.

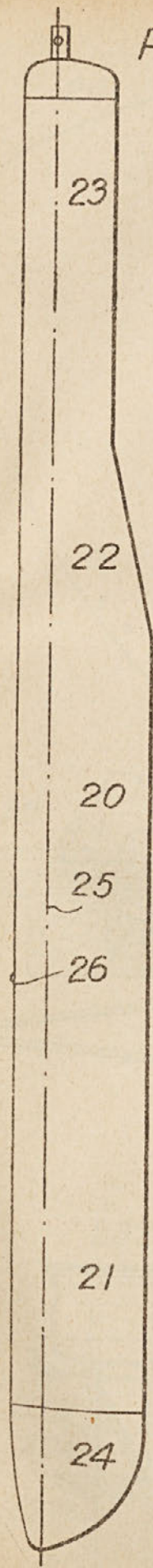


FIG. 2.

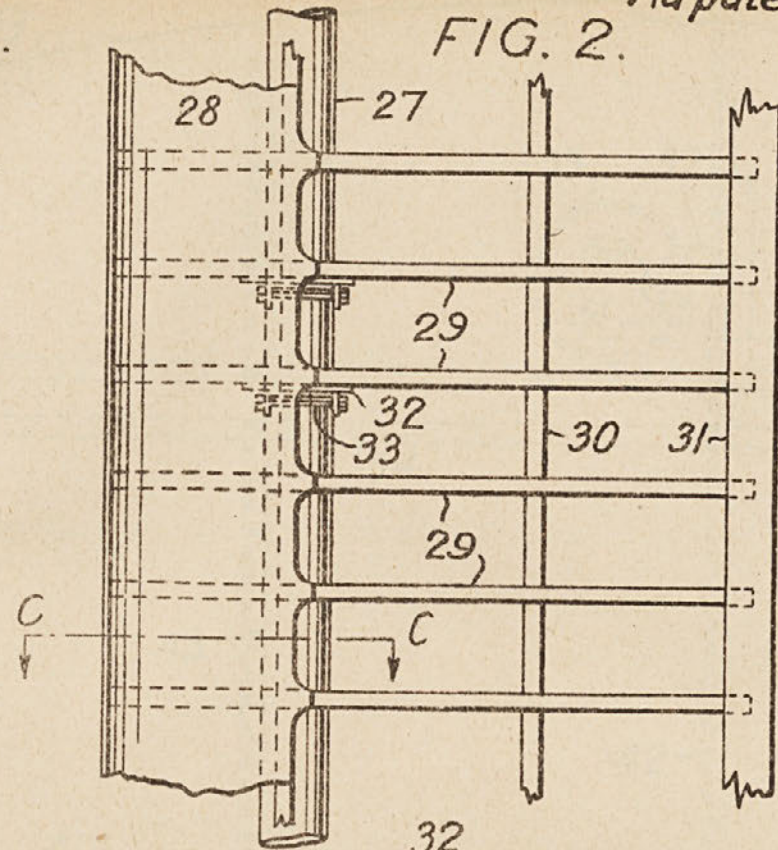


FIG. 6.

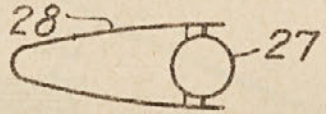


FIG. 8.

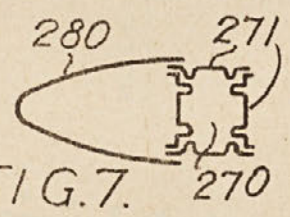


FIG. 3.

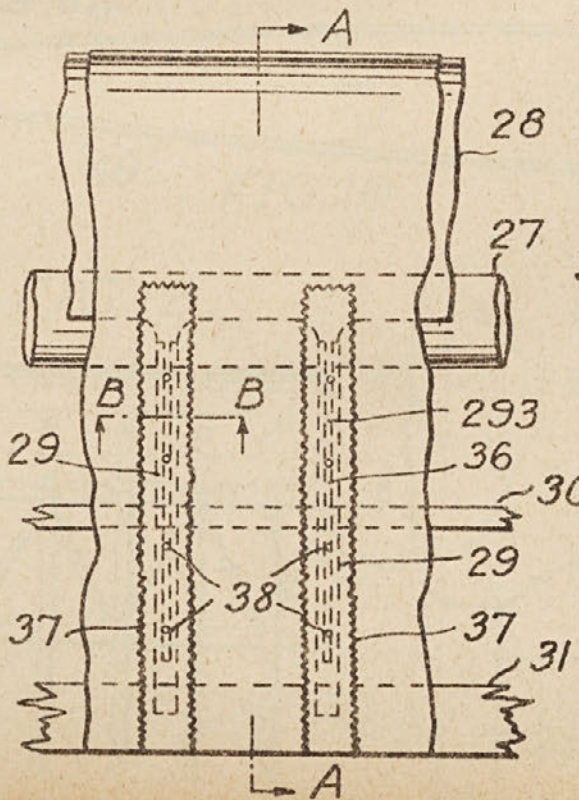


FIG. 4. 37, FIG. 5.

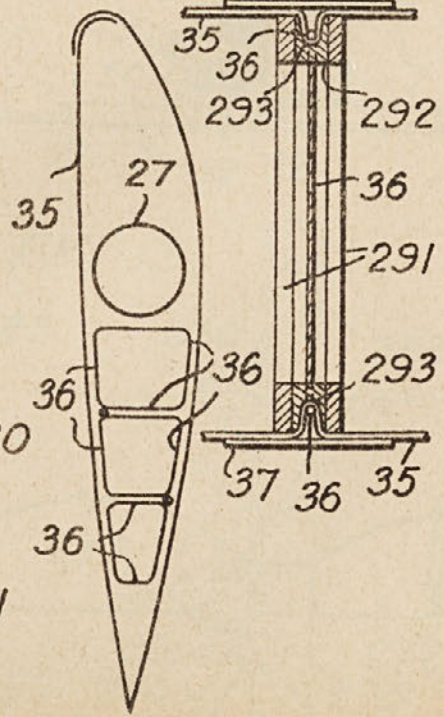








FIG. 9.

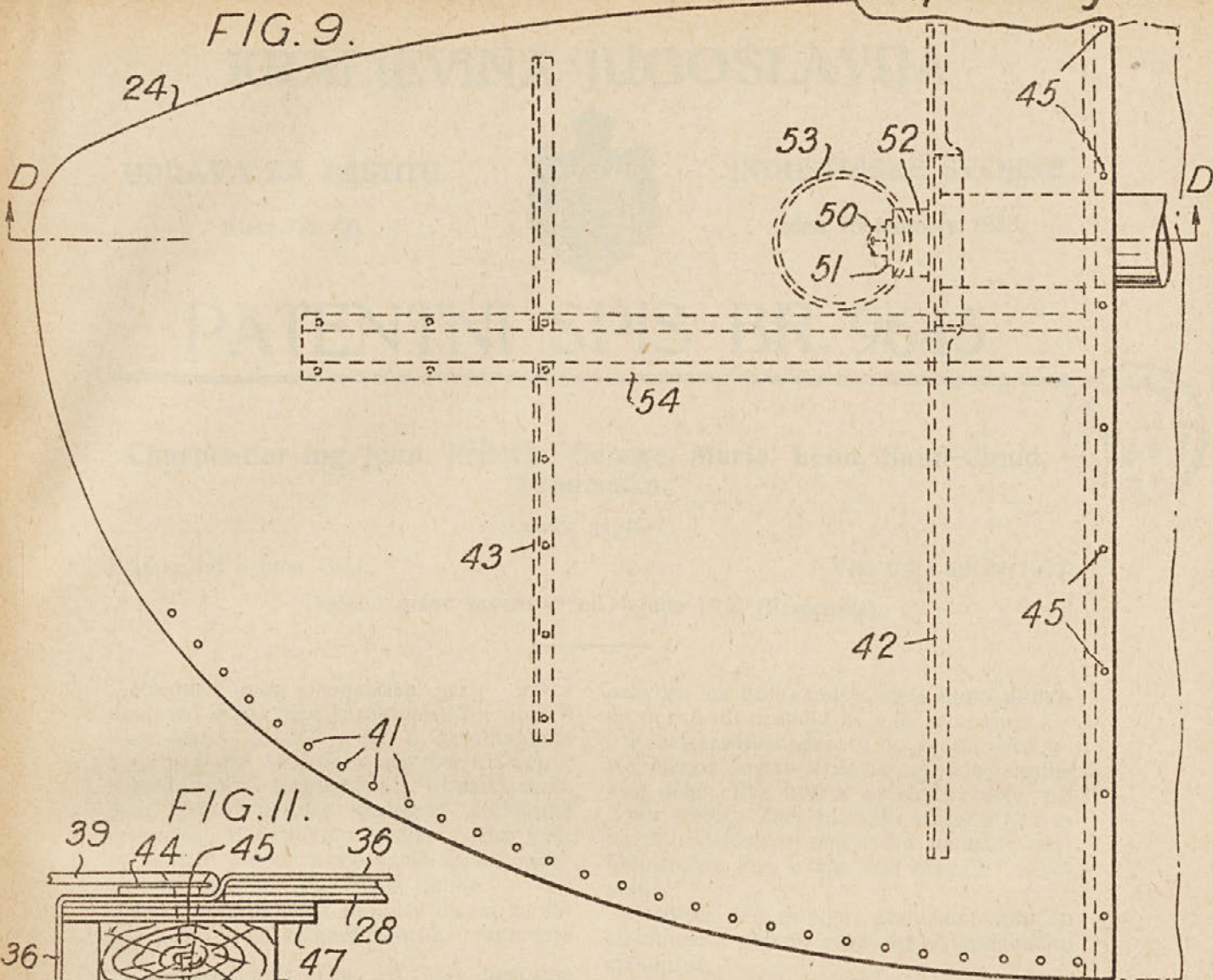


FIG. II.

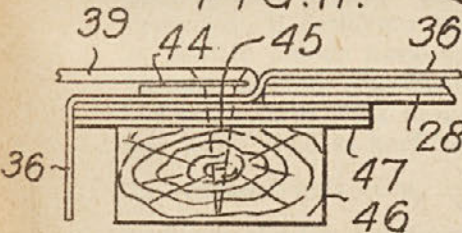


FIG. 10.

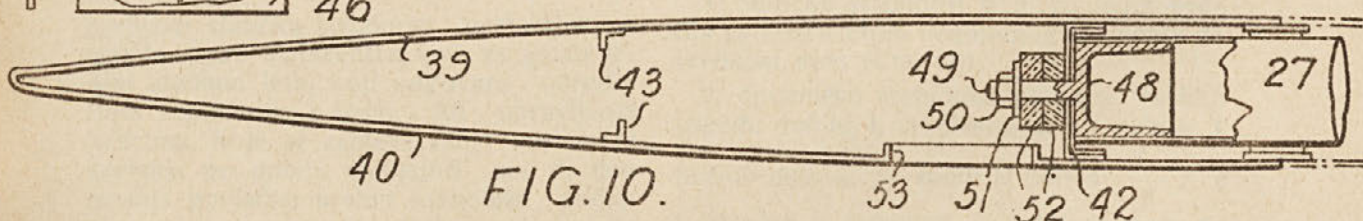


FIG. 12.

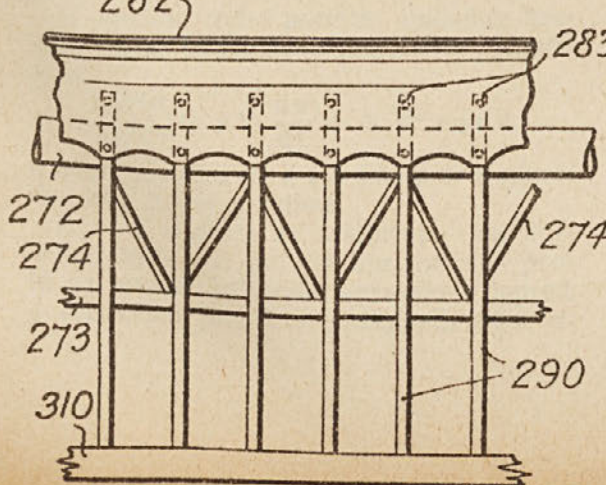


FIG. 13.

