

KRALJEVINA SRBA, HRVATA I SLOVENACA

UPRAVA ZA ZAŠTITU

KLASA 88 (1)



INDUSTRIJSKE SVOJINE

IZDAN 1. OKTOBRA 1923.

PATENTNI SPIS BR. 1319.

Dr. ing. Victor Kaplan, profesor, Brno.

Upravljanje tekućih lopata za brzotekuće strojeva na čegrk sa dovodnim uredjenjem (vodene, — parne — ili plinske turbine ili viguje i t. d.)

Prijava od 30. marta 1921.

Važi od 1. januara 1923.

Pravo prvenstva od 7. avgusta 1913. (Austrija).

Poznato je, da stupanj delovanja stroja na čegrk kod jednog odredjenog pada H zavisi od protečene vodene množine Q i od postojećeg broja okretaja N . Za jednu odredjenu vrednost Q i N postizava stupanj delovanja svoju najvišu vrednost i svaka promena ovih povoljnih vrednosti Q i N prouzrokuje opadanje stupnja delovanja. Teoretski se doduše daje zamisliti ovakav idealni mehanizam, koji bi omogućio, da se postigne takodjer i kod kojih mu drago vrednosti Q i N jedan jednako dobar stupanj; delovanja, ipak ne polazi za rukom potpuno praktično ostvarenje s jedne strane zbog nemogućnosti uspostavljanja jedne sa Q i N planomerno deformirajuće dovodne i tekuće lopatne površine, s druge strane zbog različitosti gubitaka trenja tekućina koje se uopšte sa Q i N menjaja. Iz ovog razloga mogu se samo približavajući putovi prekoračiti, i koji će se ovde, koliko je o njima poznato u kralko opisati.

Najjednostavnije će se postignuti upravljanje množine radnog srestva, koje teče kroz turbine ili sisaljke na čegrk ili sa prekidanjem pomoću zapora, poklopca za prekidanje, ventila, pipca ili sličnih ili se primene okretne dovodne lopate (Finkove okretne lopate) koje jasno prolaznu širinu između dve susedne dovodne lopate od jedne izvesne najveće vrednosti do ničice mogu da obore. Premda poslednji način upravljanja premašuje prvašnji ipak ima

upravljanje s okretnim dovodnim lopalama, naročito kod visoko vrednosnih brzoteča tu neprobitačnost, da stepen delovanja naglo pada sa oduzimajućim nadodavanjem (partialna admisija). Nagli pad stepena delovanja osniva se na okolnosti, da se doduše usled preokreta dovodnih kolnih lopata zbiva jedna promena povrečnog reza dovodnog kola i dovodno kolnog uglja, ali da ipak ostaje nepromenjen i poprečni rez tekućeg kola i ugao tekućeg kola. Ako se k tome smanji vodeni prtok k tekućem kolu, to se mora smanjiti i brzina proticaja vode kroz tekuće kolo, jer se ništa ne menja na poprečnim rezovima stanica tekućeg kola. Usled ove okolnosti je ipak slobodna od udara vodena struja smetana od strane tekućeg kola, zbog čega moraju nastupiti u tekućem kolu i u cevi za sisanje vrlozi, koji prouzrokuju pomenuti pad stepena delovanja.

Preporučila se stoga primena takvih uredjenja, koja dopuštaju delimično ili savršeno zatvaranje slobodnog poprečnog reza stanica tekućeg kola, da bi se takodjer omogućilo kod promenljivih nadodavanja zabrzavanje jednake brzine proticanja kroz tekuće kolo. Treba li takvo uredjenje, da u istini ispuni željeni cilj, to na pr. bi trebala da bude kod u pola nadodavanja takodjer zatvorena polovina slobodnog poprečnog reza prolaza stanica

tekućeg kola. Treba k tome, da jakost zida lopata tekućeg kola dokući polovinu slobodnog poprečnog reza stanica. Shvatljivo je to samo po sebi, da kod, na takav način, pojačanih brodova lopata nije moguće jedno uređeno strujanje i da nastupajućubi gubici udaraca i vrtloga prouzrokuju znatni pad stepena delovanja. Ako se gustoća lopata (zatvor poprečnog reza) prenese samo u sredinu stanica tekućeg kola, to se može postići željeni cilj jednake brzine proticanja kod svih nadodavanja samo na suženom mestu, dok u ostalim poprečnim rezovima na početku spomenuti vrtlozi u jednakoj meri nastupaju, kao da se uopšte nije pazilo na zatvaranje poprečnog reza u tekućem kolu.

Poznata su takodjer tekuća kola sa čvrstim lopatama tekućeg kola, na kojima su postavljeni zaklopci jezičastog oblika na taj način okretno, da se pomoću njihovog preokretanja postizava zatvaranje izlazno-poprečnog reza tekućeg kola. Ako su k tome prave lopate tekućeg kola nepokretne, to ostaje takodjer poprečni rez ulaza stanice tekućeg kola kod kojeg mu drago položaja zaklopca nepromenjen. Iz ovog razloga mora rad brzine, koji nastupa ovde sa oduzimajućim nadodavanjem prouzrokovati spomenute gubitke udaraca i vrtloga.

Prema pronalasku unapred se odustaje od zadržavanja jednake brzine proticanja kod promenljivog nadodavanja i omogućuje se jedna promena poprečnog reza stanica tekućeg kola ne pomoću njenih zatvaranja, nego pomoću preokretanja svih lopata tekućeg kola.

U nacrtu je objašnjen postupak upravljanja, koji sačinjava predmet pronalaska i pokazano je primerno nekoliko izvedbenih forma tekućih kola za vodene turbine sa okretnim lopatama tekućeg kola. Fig. 1. pokazuje promene brzine i ugla kod promenljivog nadodavanja. Fig. 2. pokazuje nacrt tekućeg kola kod čega je nacrtana glavčina u rezu i dve lopate tekućeg kola u pogledu. Fig. 4. opisuje slikovitu lopatu zajedno sa okretnom osovinom i pripadajućom glavčinom. U fig. 2., 3. i 4. opisana tekuća kola pokazuju u bitnosti aksijalno nadodavanje lopata tekućeg kola. Fig. 5. i 6. upoznavanju nas sa mogućnoću primene upravljanja tekućeg lopastog kola prema pronalasku na radialne i Francis-turbine.

Da bi se predmet pronalaska oštro istakao, to je razdeoba brzina vode šematično naznačena pomoću fig. 1, kako se ona kod proticanja vode uzduž jednog sa 1, 1—2 nacrtnog nacrtu lopate bez ob-

zira na otpor pokazuje kod toga je za ulaznu tačku tekućeg kola 1 apsolutna ulazna brzina vode u tekuće kolo sa c_1 , obuhvatna brzina kola sa u_1 i relatiivna brzina vode sa w_1 označena, dok su sa c_2 , u_2 i w_2 označene odrovarajuće veličine za izlaz vode u tački 2. Konačno je u fig. 1. dovodno kolni odnosno tekuće kolni izlazni ugao sa α odnosno δ , a tekuće kolni-izlazni ugao sa β označen.

Kod redovne radne i redovnog nadodavanja pokazuje se sa u_1 i w_1 odnosno u_2 i w_2 , kako je poznato, sastavljeni paralelogram brzine, koji je u fig. 1. nacrtan sa punim linijama i zahteva određeni ugao lopata α , β i δ . Menja li se dakle kod jednakih padova i jednakog broja oktetaja odnosno obuhvatne brzine tekućeg kola vodena množina, koja kroz njega teče, to bi trebali da meridijanske brzine koje su nacrtane u fig. 1. i 2. sa cm_1 , cm_2 i cm pretrpe jednu promenu, ako se, kako se to prema pronalasku shvata, ne pazi na zatvaranja slobodnog poprečnog reza proticanja, koje šteti stupanj delovanja. Ako k tome treba da bude stupanj delovanja kod delimičnog nadodavanja dobar, to se mora vodi pružiti mogućnost, da takodjer stvarno postigne nove brzine (cm_1), (w_1), (cm_2), i (w_2) ili drugim rečima treba da bude moguće naznačeno stvaranje paralelograma brzine, koji je začinjen u fig. 1. sa (u_1) i (w_1) odnosno (u_2) i (w_2), što zahteva kako se to vidi iz fig. 1. jednu promenu ugla α , β i δ na (α), (β) i (δ).

U tu svrhu su prema pronalasku lopate tekućeg kola tako pokretno poredjene oko osovine, da se tražene promene kutova od β na (β) odnosno δ na (δ) mogu postignuti za praktične svrhe dovoljno tačnim približenjem. U fig. 1. je sa 0 naznačena okretnatačka i oko kuta je nacrtan zaokrenuti nacrt lopate (1) 0—(2), čiji novi kutovi lopate (β) i (δ) od prilike odgovaraju željenim uslovima. Izlaz okretno tačke upravlja se prema zahtevanim promenama kuta i obzirima čvrstoće tekućeg kola. Ona može ležati u površini lopate ili izvan nje.

Kako proizlazi iz malog ulaznog kuta tekućeg kola (β) ima nacrtani nacrt lopate (fig. 1.) jedan profil brzoteče. Isto tak sledi iz nacrtnog paralelograma brzine, da se kod uzimajućeg nadodavanja mora smaniti ne samo ulazni kut, nego takodjer izlazni kut tekućeg kola. Ovo zahtevano istovremeno smanjivanje kod profila brzoteča oba kuta tekućeg kola može se postignuti, kako to takodjer proizlazi iz fig. 1,

pod svim okolnostima pomoću opisanog zaokretanja cele površine lopate.

Ovo hidralično zahleivanje jednog istovremenog smanjivanja oba kuta lopate kod oduzimajućeg nadodavanja neće se ipak ispuniti kod upotrebljivog uredjenja za upravljanje brzotečnih strojeva na čegrk, što se dade lako protumačiti kod do sada postignutih zlih rezultata radne kod nestašice vode. Tako nije retko, da je kod primena ovakvih brzotečnih kola sa uobičajenim uredjenjem upravljanja kod oduzimajućeg nadodavanja tako velik stepen opadanja delovanja, da nije moguća gradnja ovakvih kola iz gospodarskih razloga. Radi toga će se usposobiti jedno prema pronalasku stvoreno upravljanje tekućih lopata naročito probitačno za brzotečne strojeve na čegrk, ako se položi važnost na postignuće dobrog stepena delovanja kod promenjive množine vode ili kolebajuće potrebe snage. Ovakva tekuća kola koja rade sa visokim specifičnim brojem okretaja mogu pokazati kod aksijalnog nadodavanja na profile lopata, koji su blizu osovine tekućeg kola s obzirom na uredjeno dovadanje radnog sredstva, takodjer jedan normalni žrvanj ili jedan profil polaganog žrvnja. Sa zaokretanjem ovakvih lopata trpi uredno strujanje na spomenutim mestima tekućeg kola, no ovo nije od nikakvog praktičnog značaja s obzirom na mali zaokretni kut (fig. 3.) i na razmerno mali deo celokupne vodene množine, koja struji kroz ova mesta tekućeg kola.

Kod tekućeg kola opisanog u fig. 2 vodene turbine sa aksijalnim proticanem vode su pokazane primerno dve izvedbene forme polaganja lopata tekućeg kola. Levo osnačena lopata S ima samo na njezinoj unutarnjoj čeonnoj površini jedan položajni klin A, koji je pokretno namešten u glavčini N kola, dok se na polovini figure 2 pokazuje jedno dvostrano polaganje lopata S pomoću klina A i Z. Glavčina može da ima kuglasti oblik, da bi se mogao postići dobar priključak na glavčinu N u svakom oktetnom položaju lopate S.

Zaokretanje lopate može uslediti pomoću zato sposobnih strojnih elemenata, poluge, kotača na zubce i slično. U pogledu sa strane (fig. 3) i u slikovitom opisu (fig. 4) je na okretnom klinu A koji je položen u glavčini N smeštena ručka poluge K, koju hvata jedna motka B. Kod delovanja ove motke okreće se ručka poluge K zajedno s klinom A i lopatom S.

Upravljujivost lopata tekućeg kola opisana za aksijalne turbine može se primeniti za radialne i Francis-turbine, kao i za sjedinjene aksijalne i Francis-turbine prvo nazračene vrste u fig. 5 i 6. Ovde označuju opet A okretnu osovinu lopata, koja je položena ili

u gornjem i doljnom ograničenju tekućeg kola L_1 i L_2 ili samo u gornjem (L_1) ili samo u doljnom (L_2).

U izvedbenim primerima opisanim u fig. 2, 3 i 4 aksijalno nadodavanja tekućih kola može da se dogodi pomoću dovodnog uzdjenja uticano dovadanje radnog srestva u bilo kojem smeru. Usledi li ovo dovadanje na pr. u aksijalnom smeru, to se tekućem kolu naredi takvo dovodno uredjenje, koje se primjenjuje u sličnim izvedbama kod poznatih aksijalnih turbina. Može se ipak postignuti takodjer zahtevano aksijalno nadodavanje tekućeg kola kod radialnog ulaza vode u dovodno uredjenje, ako se radno srestvo odvrti u dovodnom uredjenju iz radialnog smera u aksijalni smer. U jednom takvom slučaju usledi nadodavanje tekućeg kola pomoću dovodnog uredjenja, koje se bitno ne razlikuje od onog Francis-turbina. Primena takvog dovodnog uredjenja pruža znatne probitačnosti, jer je u slučaju okretljivosti lopata tekućeg kola lako izvedivo jedno zajedničko postavljanje dovodnih i tekuće kolnih lopata, dok kod aksijalnih turbina zaokretanje dovodnih lopata nailazi na velike nadevne poteškoće.

Kod aksijalnih tekućih kola ne podleži nikakvim poteškoćama ako se približno po volji vretenu tekućeg kola izlazni bridovi dovodnih kolnih lopata jednog dovodnog uredjenja primenjenog kod Francis-turbina, kod čega voda može oticati takodjer uzduž jednog dela čeonih bridova ovih lopata. Ako se ove dovodne lopate zaokrenu, to ne usledi skladna promena kutova uzduž čeonih bridova. Ona je u blizini izlaznog brida dovodnih lopata znatno veća nego u blizini okretnog klina dovodne lopate. Zato će se kod zahtevanog zaokretanja dovodnih lopata sa obuzimajućim nadodavanjem jače suziti postojeći poprečni rez izlaza, koji se nalazi u blizini izlaznog brida dovodni lopata na čeonom bridu, nego onaj poprečni rez koji je zbližen okretnom klinu. Tekuće kolo opremljeno sa čvrstim lopatama biće zbog ove okolnosti nepravilno nadodavano, jer će radno srestvo radi dovodnokolih lopata biti prisiljeno, da pretežno struji u blizini zida cevi za sisanje. Nastupaju k tomu u okolini vretena tekućeg kola strujni vrtlozi, koji nepovoljno deluju na stupanj djelovanja. Ako se ipak budu izvodila ovakva tekuća kola sa okretljivim lopatama tekućeg kola prema pronalasku, to će njihovo zaokretanje u aksijalnom prostoru lopata prouzokovati protivno delovanje, jer moraju obuzeti ulaznim kutovima tekućeg kola svrhu postignuća jednog redovnog (od udarca slobodnog) prolaza struje prema zidu cevi za sisanje. Njihova ništavna vrednost i tome najmanji poprečni rez proticanja predstavi se kod jednog za

okretanja lopate tek na zidu cevi za sisanje. Glavna struja biće odvrćena bez dovodnog uredjenja prema vretenu tekućeg kola. Sjedinjenje oba spomenuta protivna delovanja, dakle zajedničko delovanje okretljivih dovodnih lopata sa okretljivim lopatama tekućeg kola donosi opet srednje željenu uredjenju struju u cevi za sisanje i time postignuće dobrog stepena delovanja takodjer ko delimičnog nadodavanja.

Pošto s jedne strane u fig. 3 i 4 naznačena poluga k i polaganje lopate ize obzira čvrstoće traže mnogo prostora, a s druge strane promer glavčine zbog opasnosti zatvaranja poprečnog reza ne sme biti velik, to je kod predmeta pronalaska željno, da se po mogućnosti umanju koliko broj lopata, toliko takodjer dužina lopata, da se dobije željeni prostor za smeštenje okretnog uredjenja. Biće zato naročito probitačne tanke lopate oblika poput krila, jer pomoću takvih oblika je osigurano jednostavno postavljanje površina lopata i tekućih kola i pristojna veza okretnih klinova lopata sa površinama lopata.

Upravljanje lopata tekućeg kola može se učiniti ili samo delotvorno u koliko se na pr. pomoću promene nadodavanja prouzrokovana promena stanja stupnja radnog srestva ili broj okretaja odnosno promena moment okretaja zato iskoristi ili u koliko upravljanje tekućih lopata je sjedinjeno sa upravljanjem dovodnih lopata na taj način, da usled zajedničkog vodjenja zaokretanje dovodnih lopata usledi usled zaokretanja tekućih lopata. Konačno

može upravljanje tekućih lopata uslediti pod neposrednim djelovanjem.

Ovde opisano upravljanje tekućih lopata za vodene turbine je takoder za svako drugo radno srestvo (para, plin i clično) sposobno u parnim i plinskim i sličnim turbinama i može se primeniti kod zahtjeva kapljevitih ili plinovitih tekućih tela u sisaljka na čegrk, turbokompresiorima i slično.

Patentni zahtevi:

1). Upravljanje tekućih lopata za brzo okretno strojeve na čegrk sa dovodnim uredjenjem (vodene — parne ili plinske turbine, sisaljke na čegrk ili vignji) time naznačeno, da su lopate tekućeg kola položene tako okreljivo, da kod uzimajućeg nadodavanja traženo zaokretanje lopata tekućeg kola umanjuje ne samo poprečni rez izlaza odnosno kut izlaza, nego takodjer poprečni rez ulaza odnosno kut ulaza.

2). Upravljanje lopata tekućeg kola za stvorenje na čegrk po zahtevu 1). time naznačeno, da su lopate tekućeg kola (S) pojožene okreljivo ili u glavčini (N) odnosno u unutarnjem vencu (L) ili u vanjskom vencu (L_1) ili u vanjskom vencu (L_2) ili kako u vanjskom, tako isto i u unutarnjem vencu (L_1 L_2) odnosno u glavčini (N).

3). Upravljanje tekućih lopata za strojeve na čegrk po zahtevu 1). sa dovodnim uredjenjem time naznačeno, da zaokretanje lopata tekućeg kola usledi zajednički sa premeštanjem dovodnokolnih lopata.



