

Natalija Marsenic

Andrej Zdravkovic

LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a, Bgd.

ANALIZA JEDNOG RESENJA UPRAVLJAČKOG ALGORITMA ZA
VIŠESTEPENU OTPARNU STANICU

Multiple Effect Evaporation Station
Control Algorithm Analysis

SAHRŽAJ: U radu je dat predlog algoritma upravljanja višestepenom otparnom stanicom. Upravljački algoritam formiran je prema raspoloživim mernim podacima sa procesa, i na osnovu simulacionog modela koji opisuje petostepenu otparnu stanicu u AIK "Senta". Pored klasičnog PI regulatora za upravljanje količinom grejne pare za otparnu stanicu, predložena je i realizacija specifične forme upravljanja na osnovu simulacionog modela.

ABSTRACT: The paper presents multiple effect evaporation station control algorithm proposal. The proposal is formed using existing sensor information in the sugar refinery AIK "Senta" and multiple effect evaporation station model. The classical PI control algorithm for heating vapour control is followed by the special form of simulation model dependent control algorithm.

1. UVOD

Otparavanje je postupak u procesu dobijanja šećera, koji se nalazi između difuzije i kristalizacije. Otparna stanica preuzima prečišćeni retki šećerni sok čija gustina zavisi od kvaliteta sirovine i rada ostalih delova postrojenja, i ima za zadatak ispuštanje soka tačno definisane gustine. U šećerani "AIK Senta" upravljanje gustinom izlaznog soka se trenutno ne vrši. Na osnovu razvijenog simulacionog modela u radu je predložen jedan način regulacije gustine izlaznog soka.

Simulacija višestepene otparne stanice je radjena u okviru projekta "Automatsko upravljanje rafinerijom i otparnom stanicom -

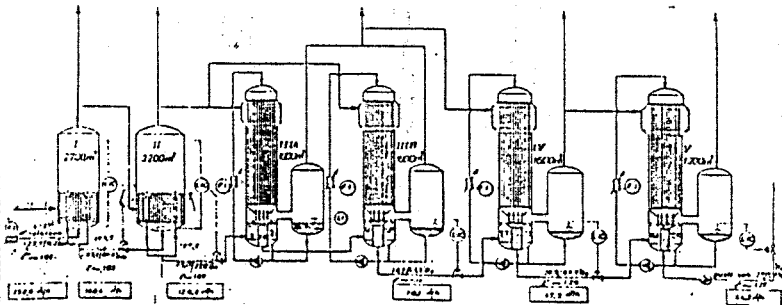
Simulacija rada otparne stanice", koji finansira Fond za tehnoloski razvoj. Ovaj rad predstavlja predlog za realizaciju drugog dela projekta, i oslanja se na simulacioni model opisan u radu "Simulacija višestepene otparne stanice".

U prvom delu rada opisana je petostepena otparna stanica u secerani AIK "Senta". Na osnovu postojećih davača, u drugom delu rada razmatra se mogućnost formiranja upravljačkog algoritma za otparnu stanicu. Treći deo rada daje simulacione rezultate za dve predložene metode upravljanja otparnom stanicom.

2. PETOSTEPENA OTPARNA STANICA

Višestepena otparna stanica sastoji se od nekoliko tela, koja su postavljena jedno za drugim. Sekundarna para iz prethodnog tela koristi se kao grejni fluid narednog, i na taj način se smanjuje utrošak grejne pare na ulazu.

Šema petostepene otparne stanice u AIK "Senta" data je na slici 1, sa brojnim vrednostima za protoke i gustine suve materije u soku u ustaljenom stanju.



Slika 1. Šematski prikaz petostepene otparne stanice u AIK "Senta" sa brojevima vrednosti za protoke i gustine suve materije u soku u ustaljenom stanju.

Gustina izlaznog soka direktno zavisi od količine i gustine ulaznog soka, koja varira u zavisnosti od rada fabrike i količine šećera u šećernoj repi. Takodje zavisi i od količine sekundarne pare koja sa tela stanice odlazi na ostale korisnike pare u postrojenju.

Da bi se izvelo korektno otparavanje, neophodno je da šećerni sok na izlazu iz stanice sadrži željenu koncentraciju čvrste materije, nezavisno od kvaliteta sirovine i rada postrojenja.

Regulacija, koja bi trebalo to da obezbedi, mora da se oslanja na postojeće davače i veličine koje sada možemo meriti.

3. UPRAVLJACKI ALGORITMI

Na osnovu postavljenih zahteva koje otparna stanica treba da ispuni, može da se formira osnovni algoritam upravljanja, kojim bi se zatvorila povratna sprega po gustini izlaznog soka, upravljanjem količinom grejne pare na ulazu. Kako sistem ima kašnjenje od oko 3 minute po stanici, znači da izlazna gustina reaguje sa kašnjenjem od oko 18 minuta posle promene ulaza. Zbog toga je izabran PI regulator, sa malim vrednostima za proporcionalno i integralno dejstvo, jer za neke velike vrednosti sistem zbog kašnjenja postaje nestabilan. PI regulator je realizovan na sledeći način:

$$Mdu[1] = Mdu (1 + P_p \cdot (w_{ref} - w_{izl}) + P_i \cdot \Sigma (w_{ref} - w_{izl})), \quad (1)$$

gde je w_{ref} željena gustina izlaznog šećernog soka, w_{izl} ostvarena gustina izlaznog soka, Mdu količina grejne pare potrebna da se ostvari željena gustina soka pri određenim vrednostima potrošača, i $Mdu[1]$ količina grejne pare koja ulazi u prvo telo. Za izbor konstanti PI regulatora korišćena je Ziegler-Nicholsova metoda. Detaljna analiza stabilnosti sistema nije radjena. Vidi se da u slučaju kada neki potrošač povuče više ili manje sekundarne pare (brida) regulator menja potrebnu količinu grejne pare na ulazu.

Kako u sistemu postoji kašnjenje, osnovni problem je sporost

reagovanja sistema na promene bridove pare u poslednjim stepenima stanice /8/.

Da bi se ovo sprečilo, moguće je uvesti i unutrašnju petlju po pari, koja bi brže reagovala na promene potrošnje pare na korisnicima. To se uvodi na sledeći način:

$$M_{du} = F_s(M_p[i], w_{ref}). \quad (2)$$

$M_p[i]$ je protok pare na potrošačima, $i=1,5$, a funkcija F_s je definisana prema simulacionom modelu. Kada se ubaci i unutrašnja petlja u kojoj se M_{du} menja zajedno sa promenom pare i referentnom vrednošću za gustinu čvrste materije na izlazu, sistem brže reaguje.

4. REZULTATI SIMULACIJE

Za testiranje predloženih regulacionih algoritama korišćen je simulacioni model petostepene otparne stanice prikazan u radu "Simulacija višestepene otparne stanice".

Na osnovu dobijenih simulacionih rezultata predloženi upravljački algoritmi su implementirani u petostepenu otparnu stanicu, i zatim tako postavljeni sistemi simulirani na digitalnom računaru.

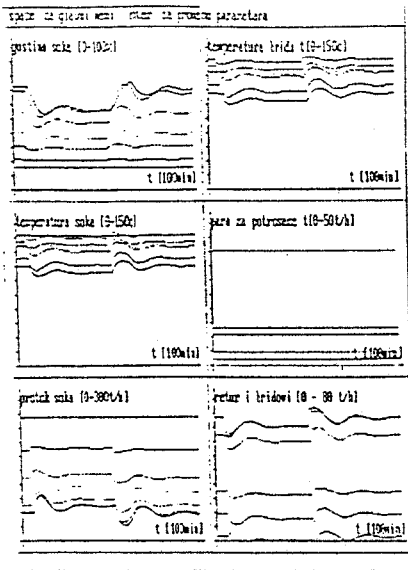
Prikazani su rezultati simulacije za sledeće vrednosti parametara regulatora (1) : $P_p=0.008$ i $P_i=0.00008$.

Rezultati simulacije pokazuju da je na osnovu raspoloživih mernih podataka sa procesa moguće formirati upravljački algoritam zatvaranjem povratne sprege po gustini izlaznog soka (1). Na slici 2 prikazan je odziv sistema, sa tako formiranim upravljačkim algoritmom, na promenu referentne vrednosti za gustinu čvrste materije u izlaznom soku sa 68Bx na 50Bx, i nazad na 68Bx (pri konstantnoj potrošnji pare na potrošačima). Na slici 3 prikazan je slučaj promene potrošnje pare na III potrošaču sa 38t/h na 20t/h, i potrošnje pare na IV potrošaču sa 12.64t/h na 10t/h. Vidi se da takav algoritam sporo reaguje na promene potrošnje bridove pare na

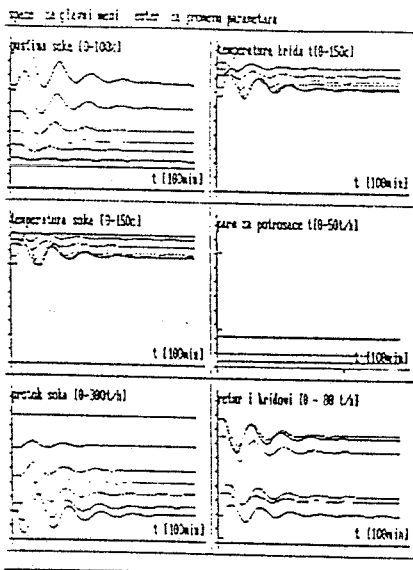
telima otparne stanice.

Na slikama 4 i 5 upravljački algoritam se sastoji od spoljašnje povratne sprege po gustini izlaznog soka, i unutrašnje petlje po pari (2). Slika 4 prikazuje odziv na promenu referentne vrednosti za gustinu čvrste materije u izlaznom soku sa 68Ex na 50Ex, i nazad na 68Ex (pri konstantnoj potrošnji pare na potrošačima). Na slici 5 promenjene su vrednosti za potrošnju pare na III potrošaču sa 38t/h na 20t/h, i IV 12.64t/h na 10t/h (kao na slici 3). U odnosu na sliku 3, u slučaju ovako formiranog algoritma odziv znatno brži.

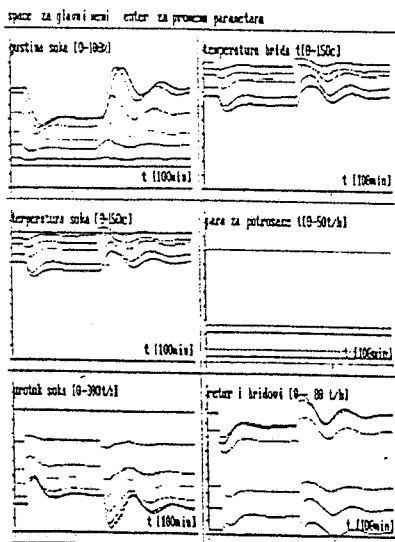
Vidi se da zatvaranjem unutrašnje povratne sprege po pari može kvalitetno da se reguliše gustina izlaznog šećernog soka, jer sistem pare brže reaguje od sistema soka, tako da je odziv na promene potrošnje pare na telima otparne stanice brži.



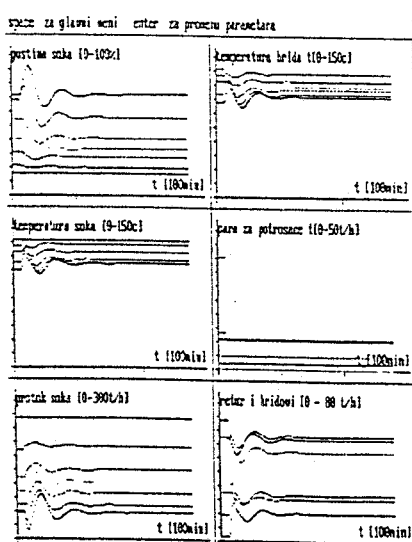
Slika 2: Promena w_{ref} sa 68-50%
(samo spoljašnji PI reg)



Slika 3: Promena potrosnje
pare za potrosace



Slika 4: Promena w_{ref} sa 68-50%
(dodata petlja po pari)



Slika 5: Promena potrosnje
pare za potrosace

U radu je dat predlog algoritma upravljanja višestepenom otparnom stanicom. Upravljački algoritam formiran je prema raspoloživim mernim podacima sa procesa. Osnovni algoritam upravljanja podrazumeva zatvaranje povratne sprege po gustini izlaznog soka, upravljanjem količine grejne pare na ulazu. Osnovni problem ovog algoritma je sporost reagovanja sistema na promene potrošnje bridove pare na krajnjim stepenima otparne stanice.

Drugi algoritam zasniva se na upravljanju gustinom izlaznog soka preko posrednih informacija o potrošnji grejne pare. On se u potpunosti oslanja na simulacioni model otparne stanice, i zavisi od tačnosti modela.

Sinteza dva predložena algoritma daje upravljanje koje kvalitetno reguliše gustinu izlaznog soka, i koje brzo reaguje na promene potrošnje bridove pare.

U sklopu projekta "Automatsko upravljanje rafinerijom i otparnom stanicom" predviđena je realizacija računarskog upravljačkog sistema za višestepenu otparnu stanicu u AIK "Senta". Realizacija projekta regulacije procenta šećera u gustom soku na izlazu otparne stanice je u toku.

8. LITERATURA

/1/ F. Rousset, Y. Saincir, M. Daclin: "Automatic Process Control of Multiple-Effect Evaporation", Zuckerind 114 (1983), Nr.4, pp.323-328, Nr.6, pp.470-476.

/2/ M. Makela: "Mathematisches Formulieren und digitales Simulieren einer Verdampfstation in der Rubenzuckerindustrie", Zuckerind 106 (1981), Nr.11, pp.989-992.

/3/ A. Lebert, F. Rousset, A. Duquenoy, P. Bonnenfant: "Simulation sur ordinateur d'un evapourateur de sucrerie a multiple effets", Industries Alimentaires et Agricoles (1980), pp.691-698.

/4/ K. Urbaniec, M. Szczeniowski: "Nachbildung einer mehrstufigen Verdampfanlage unter Verwendung des CSMP-Systems", Zuckerind 105 (1980), Nr.7, pp.628-631.

/5/ J.-C. Giorgi: "Automatisation de l'evaporation", Sucrierie Francaise - Aout-Septembre 1987.

/6/ K. Urbaniec: "Developments in computer-aided monitoring of

sugar factory energy balances", Zuckerind 116 (1991), Nr.6, pp.509-512.

/7/ T. Balch: "Warmeatlas für die Zuckerindustrie", Hannover 1975.

/8/ K. Astrom, B. Wittenmark: "Computer Controlled Systems", Prentice-Hall.