

# Ušteda na toplini kod dviju preša naizmjenično zagrijavanih i hlađenih

Dipl. ing. Milan Banský

Dipl. ing. Ondrej Lupták, CSc.

Drevárska fakulta VŠLD, Zvolen, ČSSR,

Prispjelo: 15. rujna 1982.

Prihvaćeno: 11. studenog 1982.

UDK 634.0.862.2/3

Prethodno priopćenje

## Sažetak

U članku je opisan prijedlog spajanja toplinskih sistema dviju preša naizmjenično grijanih i hlađenih. Spajanjem se topla voda iz preše, nakon završetka grijanja, ne ohlađuje beskorisno u hladnjacima, a hladna voda iz preša nakon završetka hlađenja ne odvodi se u akumulator. Time se štedi toplina, smanjuje vršna (maksimalna) potreba pare i smanjuje vrijeme potrebno za hlađenje preše i materijala koji se u njoj nalazi.

Ključne riječi: štednja topline — spajanje toplinskih sistema dviju preša — vršna potreba pare.

## ECONOMY OF HEAT IN TWO PRESSES ALTERNATELY HEATED AND COOLED

### Summary

This paper describes the proposal of interconnection of heat systems of two presses alternately heated and cooled. Due to interconnection the hot water from the press after the end of the heating process does not unnecessarily cool in the coolers and the cold water after the end of the cooling process does not enter the heat accumulator. By this way is possible to save heat, to moderate the peak in steam consumption and to shorten the necessary time for cooling the press and the material inside.

Key words: economy of heat — interconnection of heat systems of two presses — peak in steam consumption.

## UVOD

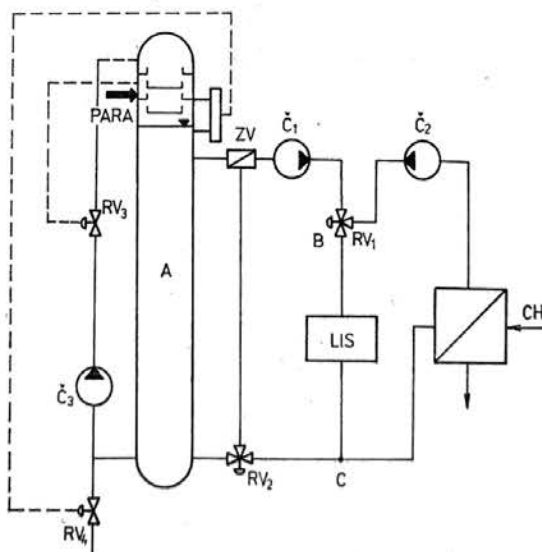
Krajna situacija kod svih vrsti goriva i energija na svijetu prouzrokovala je nužnost maksimalnog ekonomiziranja u korišćenju energetskim izvorima.

Pri površinskoj obradi drvnih ploča (iverice, vlaknatice) upotrebljavaju se preše koje su naizmjenično grijane i hlađene. Njihov toplinski sistem je s gledišta regulacije jedan od najstroženijih sistema, a s gledišta potrebe topline jedan od sistema s najvećim zahtjevima. Cijena topline čini bitni dio proizvodnih troškova.

Ako su u pogonu postavljene dvije jednake preše s istim radnim režimom, njihovi se toplinski sistemi mogu spojiti cijevnim vodovima i tako bolje iskoristiti toplinu dovedena u vidu pare do akumulatora. Sadržaj ovog članka jest prijedlog za spajanje toplinskih sistema dviju preša, što ne iziskuje naročite investicije.

### 1. JEDNA PREŠA, NAIZMJENIČNO GRIJANA I HLAĐENA

Shema njena toplinskog sistema prikazana je na sl. 1. Topla voda pod tlakom priprema se u



Slika 1. Toplinski sistem preše izmjenično zagrijavane i hlađene vodom (ili = preša)  
Fig. 1 Heat system of presses alternately heated and cooled by water.

akumulatoru A kondenziranjem pare na gornjem dijelu, gdje je smješten izmjenjivač s ubrizgivačem. Pumpa Č<sub>3</sub> u tlačnom krugu prepumpava vodu od donjeg dijela akumulatora do izmjenjivača s ubrizgivanjem. Količina optoka vode regulira se ventilom RV<sub>3</sub>, koji se upravlja tlakom pare.

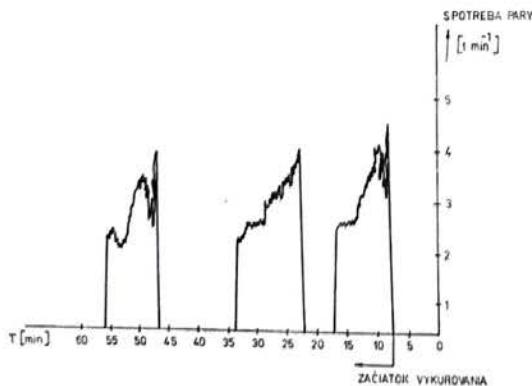
Količina kondenzirane pare ovisi o toplini optočne vode. Pri zagrijavanju preše u pogonu je pumpa Č<sub>1</sub>, koja usisava toplu vodu s gornjeg dijela akumulatora A, tjera je kroz etaže preše i vraća ohlađenu u drugi dio akumulatora. U konačnoj fazi grijanja, kada je potreba topline u preši manja, moguće je djelomično vraćati vodu, koja izlazi iz preše na usisnu stranu pumpe Č<sub>1</sub>, kroz regulacijski ventil RV<sub>2</sub> i ventil za miješanje ZV.

Pri hlađenju se isključuje pumpa Č<sub>1</sub>, uključuje pumpa Č<sub>2</sub>, a preša se hladi vodom iz hladnjaka kroz ventil RV<sub>1</sub>.

U svakom ciklusu prešanja dolazi do toga da je topla voda iz preše i cijevi između točaka B—C nakon grijanja tjerana do hladnjaka u kojem se toplina vode bez korišćenja odvodi sekundarno ohladnoj vodi. U svakom ciklusu prešanja, nakon završetka hlađenja, sadržaj hladne vode u preši i pripadnoj cijevi među točkama B—C potiskuje se u donji dio akumulatora A, čime se prouzroči vršni stupanj potrebe pare (sl. 2). Istovremeno se pogoršaju toplotni odnosi u akumulatoru. Ta nepovoljna pojava je veoma nezgodna, naročito u slučaju ako radi nekoliko preša međusobno neovisno i koriste se zajedničkim izvorom pare. Pri tome može doći do toga da se vršne potrebe faze u dvije, a povremeno u više preša, zbroje.

## 2. DVIJE PREŠE S MEĐUSOBNO SPOJENIM TOPLINSKIM SISTEMIMA

Uvjet za korišćenje takvim spojem jest da bi obje preše bile naizmjenično grijane i hlađene vo-



Slika 2. Podaci paromjera za vrijeme prešanja  
Fig. 2 Steammeter data during pressing  
spotreba pary = potreba pare  
steam requirement  
zaciatak vykurovania = početak grijanja  
heating starting point

dom. Tlak u toplinskim sistemima mora biti isti. Preše rade izmjenično. To znači da, kada je jedna preša grijana, druga preša mora biti hlađena. Grijanje druge preše može početi tek kada se završi grijanje prve.

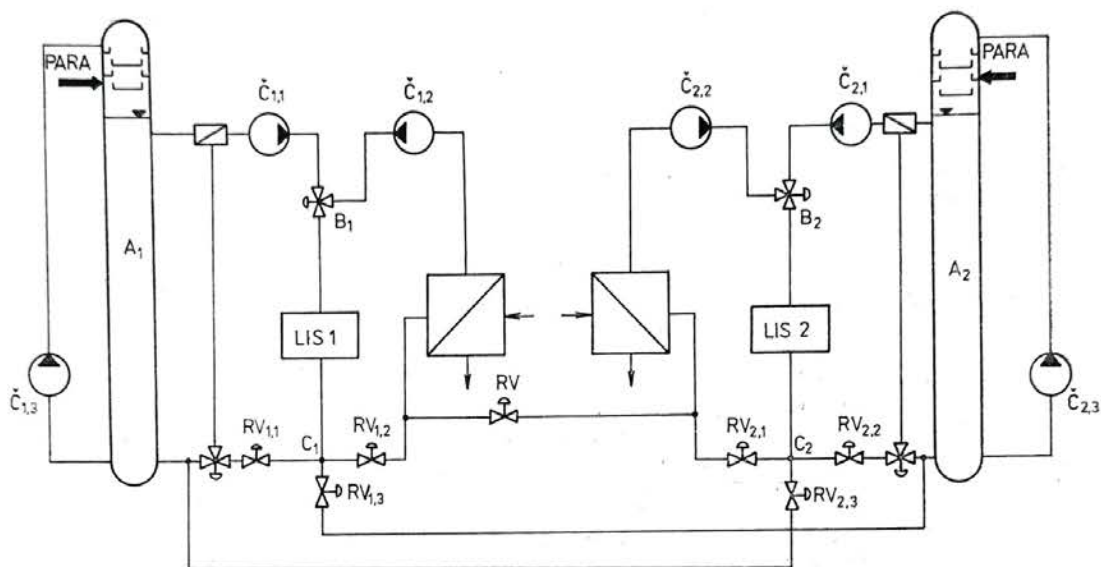
Način spoja toplinskih sistema dviju preša prikazan je na sl. 3. Hidraulički toplinski sistemi dopunjeni su ventilima. Preša 1 ventilom RV<sub>1,1</sub>, RV<sub>1,2</sub>, a preša 2 ventilom RV<sub>2,1</sub> i RV<sub>2,2</sub>. Cjevovodi 1, 2, 3 s elektropneumatskim ventilima omogućuju da se nakon završetka grijanja jedne preše nadomjesti količina tople vode u njoj istom količinom hladne vode iz druge preše. Pri tome se vruća voda iz prve preše doprema u donji dio toplinskog akumulatora druge preše. Nakon izmjene toplinskih sredstava (vode) prespojenjem ventila, toplinski sistemi se osamostale sve do završetka grijanja druge preše, kada se završi hlađenje prve preše. Tada se prespojenjem ventila spoje toplinski sistemi obiju preša, čime se omogućuje da se hladna voda iz prve preše privede drugoj preši, a topla voda iz druge preše se dovodi u donji dio toplinskog akumulatora prve preše. Nakon izmjene sistemi se prespojenjem ventila osamostale. Izmjena količine vode u prešama ostvaruje se za svaki ciklus prešanja dva puta.

Fazu u kojoj se u jednoj preši koristi topla voda iz druge preše nazivamo predgrijanjem, a fazu u kojoj se koristi u jednoj preši ohlađena voda druge preše nazivamo prethlađenjem.

## 3. UPRAVLJAČKI SISTEM REGULACIJSKIH VENTILA

Izmjena sadržaja vode u prešama ostvaruje se regulacijskim ventilima. Na sl. 3 prikazana je shema spajanja toplinskih sistema dviju preša. Cjevovodom prolazi voda koja izlazi iz preše 2 do ulazne cijevi toplinskog akumulatora A<sub>1</sub>. Cjevovod 2 spaja izlaz iz preše 1 s ulaznom cijevi akumulatora A, a cjevovod 3 omogućuje uzajamno prespajanje ohladnih sistema obiju preša.

Na početku grijanja preše 1 otvaraju se ventili RV<sub>1,2</sub>, RV<sub>2,3</sub> i RV, a hladna voda iz preše 1 i cjevovoda među točkama B<sub>1</sub>—C<sub>1</sub> tlačena je do usisnog ušća pumpe Č<sub>2,2</sub>, uz istodobno istiskivanje tople vode iz preše 2 i odgovarajućeg cjevovoda između točaka B<sub>2</sub>—C<sub>2</sub> do donjeg dijela akumulatora A<sub>2</sub>. Ventili RV<sub>1,2</sub>, RV<sub>2,3</sub> i RV ostaju otvoreni dotle dok se ne izmijene sadržaji preša i odgovarajućih cijevi. Ako bi trebalo između sistema koristiti se također i akumuliranom toplinom u preši 2 i niskom toplinom preše 1, potrebno je produžiti vrijeme otvaranja spomenutih ventila.



Slika 3. Dvije preše izmjenično grijanje i hlađenje (lis = preša)

Fig. 3 Two presses alternately heated and cooled

Nakon izmjene sadržaja vode, toplinski sistemi preša postaju nezavisni. To se postiže zatvaranjem ventila RV<sub>1,2</sub>, RV<sub>2,3</sub> i RV i otvaranjem ventila RV<sub>1,1</sub> i RV<sub>2,1</sub>. Nakon završetka grijanja preše 1 i hlađenja preše 2, toplinski sistemi se spajaju zatvaranjem ventila RV<sub>1,1</sub> i otvaranjem RV<sub>1,3</sub>. Ventil RV<sub>2,1</sub> ostaje otvoren. Nakon izmjene sadržaja vode, sistemi su osamostaljeni (nezavisni). Podešavanje novo postavljenih ventila daje se u tablici I.

4. DOPRINOS SPAJANJA TOPLINSKIH SISTEMA

Spajanjem se postiže:

- a) Hladna voda iz preše 1 s temperaturom t<sub>1</sub> na kraju hlađenja ne dovodi se u akumulator A<sub>1</sub>, gdje bi se trebala zagrijati parom na temperaturu t<sub>2</sub>, nego se upotrebljava za prethlađenje preše 2.

Ušteda topline izračunava se:

$$Q_1 = V \cdot q_1 (h_2 - h_1) \dots \text{kJ/ciklus} \dots (1)$$

V [m<sup>3</sup>] — volumen hladne vode u preši 1

q<sub>1</sub> [kgm<sup>-3</sup>] — gustoća vode pri temperaturi t<sub>1</sub>

h<sub>1</sub> [kJkg<sup>-1</sup>] — entalpija vode pri temperaturi t<sub>1</sub> i tlaku p

h<sub>2</sub> [kJkg<sup>-1</sup>] — entalpija vode pri temperaturi t<sub>2</sub> i tlaku p

- b) Topla voda iz preše 2 po završetku zagrijavanja ne ohlađuje se beskorisno u hladnjacima s temperature t<sub>3</sub> na temperaturu t<sub>4</sub>, nego se dovodi u donji dio akumulatora A<sub>1</sub>. Ušteda topline jest:

$$Q_2 = V \cdot q_3 (h_3 - h_4) \dots \text{kJ/ciklus} \dots (2)$$

q<sub>3</sub> [kgm<sup>-3</sup>] — gustoća vode pri temperaturi t<sub>3</sub>

h<sub>3</sub> [kJkg<sup>-1</sup>] — entalpija vode pri temperaturi t<sub>3</sub> i tlaku p

h<sub>4</sub> [kJkg<sup>-1</sup>] — entalpija vode pri temperaturi t<sub>4</sub> i tlaku p

Ušteda na toplini Q' u preši 1:

$$Q' = Q_1 + Q_2 \dots \text{kJ/ciklus} \dots (3)$$

Položaji ventila za vrijeme prešanja  
Positions of valves during pressing

Tabl. 1

Table 1.

Faza / Ventil	Pred-grijanje	Gri-janje	Pret-hlađenje	Hla-đenje
PRESA 1	RV <sub>1,1</sub>	Z	O	Z
	RV <sub>1,2</sub>	O	Z	Z
	RV <sub>1,3</sub>	Z	Z	O
	RV	O	Z	O
PRESA 2	RV <sub>2,1</sub>	Z	O	O
	RV <sub>2,2</sub>	Z	Z	Z
	RV <sub>2,3</sub>	O	Z	Z
Ventil / Faza	Pret-hlađenje	Hla-đenje	Pred-gri-janje	Gri-janje
O — otvoreni ventil		Z — zatvoreni ventil		

Isto je tolika ušteda u preši 2.

Ukupna ušteda  $Q$ , nastala spajanjem toplinskih sistema, dana je izrazom:

$$Q = 2 Q' \dots \text{kJ/ciklus} \dots (4)$$

Temperature tople i hladne vode  $t_1, t_4$  naznačene su na sl. 4. Ukupna godišnja ušteda

$$Q_r = Q \cdot n \dots (5)$$

$n$  = godišnji broj prešanja

Ušteda topline ovisi o sadržaju vode u preši, pripadajućim cjevovodima i o broju prešanja u godini. Povećanjem sadržaja vode i broja prešanja na godinu raste ušteda. Na pr. 20-etažna preša tvrtke Pagnoni, Monza, s toplinskim sistemom tvrtke Cliqua, Milano, izrađujući površinski usmjerene ploče iverice ima etažne ploče dimenzija 2850 x 1880 x 70 mm. Sadržaj vode jedne etažne ploče jest 0,057 m<sup>3</sup>, što za cijelu prešu predstavlja volu-

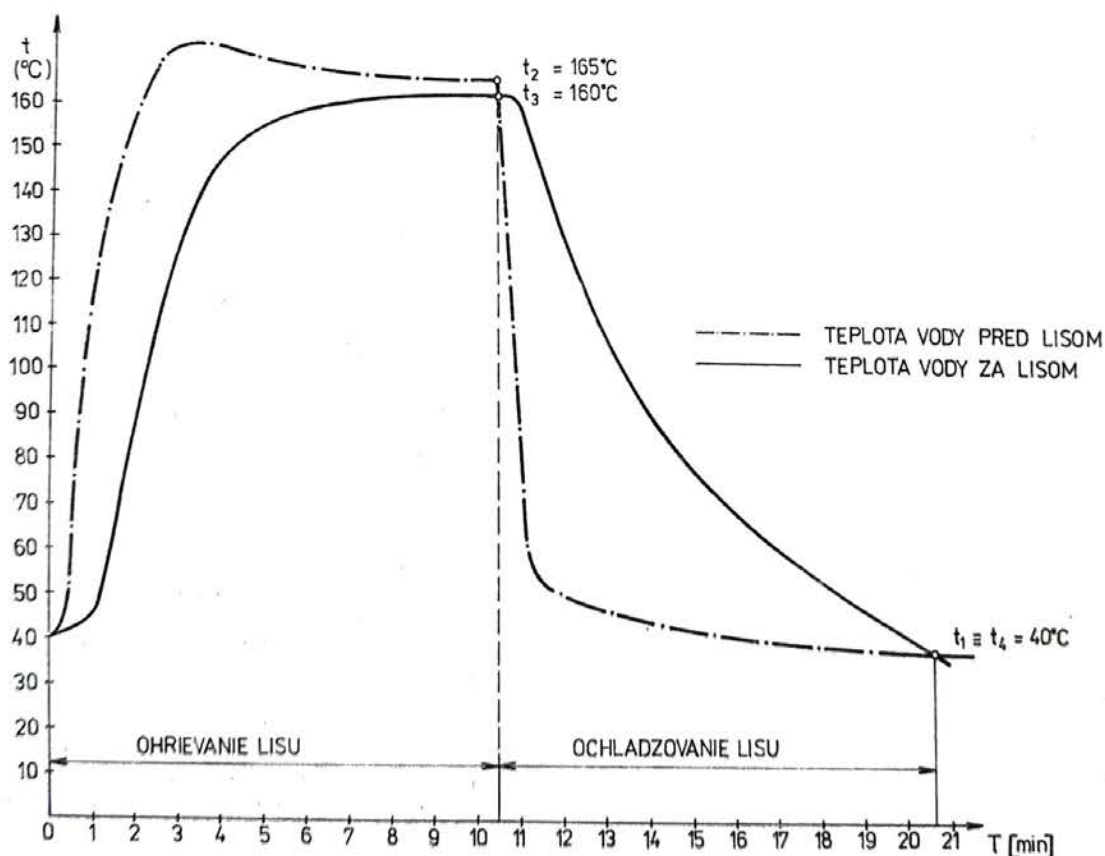
men  $V_1 = 1,197 \text{ m}^3$ . Tome obujmu potrebno je dodati obujam vode u dovodnim i odvodnim cijevima između točaka B-C (sl. 1) i razvodnim cijevima za pojedine etažne ploče. Za spomenutu prešu  $V_2 = 1,919 \text{ m}^3$ , ukupan sadržaj vode, koji se može koristiti u drugoj preši, jest

$$V = V_1 + V_2 = 1,197 + 1,919 = 3,116 \text{ m}^3$$

Tok temperatura na sl. 4. odgovara stvarnim ustanovljenim vrijednostima za vrijeme jednoga kruga (ciklusa) prešanja.

Entalpija vode pri tlaku 1,18 MPa iznosi prema K. Ražnjeviću [1] kako slijedi:

za $t_1 = 40^\circ\text{C}$	$h_1 = 168,3 \text{ kJkg}^{-1}$
$t_2 = 165^\circ\text{C}$	$h_2 = 697,1 \text{ kJkg}^{-1}$
$t_3 = 160^\circ\text{C}$	$h_3 = 675,3 \text{ kJkg}^{-1}$
$t_4 = 40^\circ\text{C}$	$h_4 = 168,3 \text{ kJkg}^{-1}$



Slika 4. Temperatura vode koja ulazi i izlazi iz preše za vrijeme prešanja

Fig. 4 Temperature of the water entering and going out from the press during pressing

ohrievanje lisu = zagrijavanje preše — heating of the press. Ochladzovanie lisu = hlađenje preše — cooling of the press.

Temperatura vode iza preše = temperature of the water after the press

Temperatura vode pred prešom = temperature of the water before the press

gustoća vode:

$$\begin{aligned} \text{za } t_1 = 40^\circ\text{C} & \quad \rho_1 = 992,65 \text{ kgm}^{-3} \\ t_3 = 160^\circ\text{C} & \quad \rho_3 = 907,69 \text{ kgm}^{-3} \end{aligned}$$

Prema tome ušteda topline, prema (1), iznosi:

$$Q_1 = 3,116 \cdot 992,65 \cdot (697,1 - 168,3) = 1,64 \cdot 10^6 \text{ kJ/ciklus}$$

prema (2):

$$Q_2 = 3,116 \cdot 907,69 (675,3 - 168,3) = 1,43 \cdot 10^6 \text{ kJ/ciklus}$$

Ušteda na toplini u jednoj preši prema (3):

$$Q' = 1,64 \cdot 10^6 + 1,43 \cdot 10^6 = 3,07 \cdot 10^6 \text{ kJ/ciklus}$$

Ukupna štednja spajanjem toplinskih sistema dviju preša, prema (4), iznosi:

$$Q = 2 \cdot 3,07 \cdot 10^6 = 6,14 \cdot 10^6 \text{ kJ/ciklus}$$

Pri 283 radna dana godišnje i 22 radna sata dnevno po 3 prešanja na sat, godišnji broj prešanja iznosi:

$$n = 3 \cdot 22 \cdot 283 = 18\,678$$

Ukupna godišnja ušteda, prema (5):

$$Q_r = 18\,678 \cdot 6,14 \cdot 10^6 = 11,47 \cdot 10^{10} \text{ kJ/god}$$

Ako para ima temperaturu 210 °C, a tlak 1,18 MPa, spajanje bi donijelo 40% uštede na pari.

c) Budući da se toplinskom akumulatoru ne dovodi hladna voda na početku grijanja i istodobno se koristi toplinom iz kruga preše, potreba za parom ne samo da se smanjuje nego se također ot-

klanja veoma neugodna vršna potreba. Tim spajanjem se postiže da voda, koja je dovedena iz akumulatora u prešu za vrijeme grijanja, postiže brže maksimalnu temperaturu, i stoga je dostignuto sniženje temperature manje. Time se skraćuje cijela faza zagrijavanja.

d) S time što se predloženim sistemom topla voda iz preše ne ohlađuje od temperature  $t_3$ , skraćuje se ciklus hlađenja za

$$T = \frac{Q_2}{P_{ch}} \dots (\text{s})$$

Za spomenuti uređaj tvrtke Pagnoni proizvođač daje za učin hlađenja  $P_{ch} = 15\,111 \text{ kW}$ . Odatle

$$T = \frac{1,43 \cdot 10^6}{15\,000} = 95,3 \text{ s/ciklus}$$

e) Pravilnim postavljanjem vremena predgrijavanja (prethlađenja) moguće je također još iskoristiti toplinu i hladnoću akumulirane u etažnim pločama preše.

## 5. ZAKLJUČAK

Kako je proračunom potvrđeno, s uspjehom se može sniziti potreba topline kod dviju preša pri površinski usmjerenim pločama ivericama i vlaknaticama prešanim u prešama koje su izmjenično grijane i hladene pripajanjem njihovih toplinskih sistema. Spajanje se može ostvariti pomoću dodatnih i regulacijskih ventila.

## LITERATURA

- [1] K. RAZNJEVIC: Toplinske tablice i dijagrami, ALFA Bratislava, 1969, str. 162.

Prijevod i recenzija: prof. Đuro Hamm, dipl. ing.