

PRIMENA MODELA PROGNOZE UTICAJA EKTRANIZACIJE ROTACIONE SUŠARE NA GUBITAK TOPLOTE USLED SPOLJAŠNJEG RASHLAĐIVANJA

APPLICATION OF PREDICTION MODEL OF INFLUENCE OF ROTARY DRYER SCREENING ON HEAT LOSSES DUE OUTER COOLING

Sanja Marković¹
Snežana Mijailović¹

Rezime: Mnogobrojnim eksperimentalnim istraživanjima prilikom određivanja toplotnih i materijalnih bilansa rotacionih sušara utvrđeno je da toplotni gubici kroz plašt sušare mogu iznositi i do 30% od ukupne, gorivom unešene, toplotne energije. Toplotni gubici usled spoljašnjeg rashlađivanja se mogu smanjiti postavljanjem ekranskih površina. U izloženom radu na primeru rotacione sušare za sušenje magnezitne rude će biti analizirane mogućnosti primene modela prognoze uticaja ektranizacije rotacione sušare na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja. Teorijski rezultati dobijeni na osnovu predpostavljenog modela pokazuju da se toplotni gubici mogu smanjiti i do 70%, za zadatu temperaturu plašta sušare. Razvijen je model prognoze za procenu budućeg uticaja ektranizacije površina rotacione sušare na gubitak toplote usled spoljašnjeg rashlađivanja. Metodom sume najmanjih kvadrata odstupanja empirijskih podataka od procenjenih modelom je proverena reprezentativnost modela.

Ključne reči: Rotaciona sušara, toplotni bilans, plašt sušare

Abstract: Numerous experimental studies in determining heat and material balance of a rotary dryer, were defined, and they founded that heat losses through the drum shell of the dryer can amount to up to 30% of the total, entered fuel, heat energy. Heat losses due to external cooling could be reduced by setting screen surface. In the exposed paper on the example of rotary dryer for drying magnetite mineral possibilities of applying the model forecasts the impact screening rotary dryer to heat loss due to external cooling will be analyzed. The theoretical results obtained on the basis of the suppositional models show that heat losses can be reduced up to 70%, for a given temperature of a drum shell. Prediction models for assessing the impact of the future adaptation of rotary dryer heat loss due to external cooling was developed. Using the method of sum of least deviation squares of empirical data of the estimated model representativeness of model is tested.

Key words: Rotary dryer, heat balance, drum shell

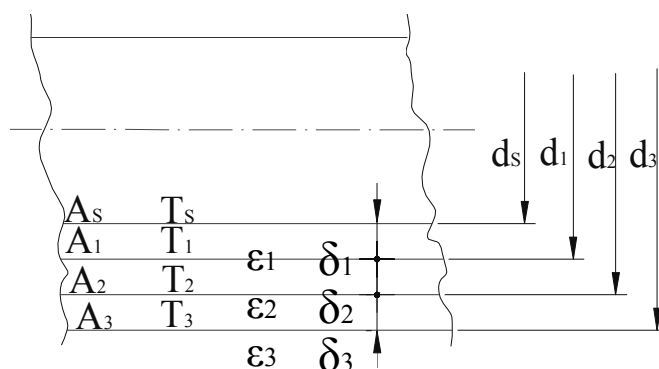
1. UVOD

Uzimajući u obzir činjenicu, da je mnogobrojnim eksperimentalnim istraživanjima dokazano da toplotni gubici sa plašta rotacionih, cilindričnih, površina mogu iznositi i do 89,13% od ukupne gorivom unešene energije (rotacioni hladnjaci klinkera), istraživana je mogućnost smanjenja toplotnih gubitaka-segmentnom ektranizacijom rotacione sušare. U radu je prikazana primena modela prognoze uticaja segmentne ektranizacije rotacione sušare (troslojni ekranski zid) za sušenje magnezitne rude (početne vlažnosti 8-10% do potrebnih 4%) na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja.

¹ Fakultet za industrijski menadžment, Kruševac

2. EKLANIZACIJA ROTACIONE SUŠARE

Toplotni gubitak na plaštu (dobošu) rotacione sušare, nastao usled temperaturne razlike između doboša sušare i okolnog vazduha, može se smanjiti postavljanjem odgovarajućih, zaštitnih ekranskih površina. Ekranske površine (slika 1) su jednostavne mašinske konstrukcije, koje se najčešće sastoje od metalnih limova. Ne treba izostaviti međutim činjenicu, da preduzimanje naknadnih mera za smanjivanje toplotnih gubitaka na izvedenoj tehnološkoj liniji zahteva kompleksna razmatranja. Naime, smanjenje toplotnog fluksa postavljanjem ekranskih površina će usloviti povećanje temperature agensa sušenja i temperature površine doboša, što će izazvati promenu režima toplotne obrade materijala (magnezitne rude), odnosno režima rada sušare sa odgovarajućim uticajem na kapacitet postrojenja i kvalitet finalnog proizvoda. Usled toga, izvršiće se segmentna ekranizacija rotacione sušare. Na taj način obezbediće se nepromenljivost temperatura u sušari, a prečnici ekranskih površina sušare će biti određeni na osnovu navedenih temperatura.



Slika 1. Ekranske površine rotacione sušare

Ukoliko se pretpostavi da se toplota između spoljne površine ekrana i okolnog vazduha razmenjuje konvekcijom i zračenjem, odnosno kondukcijom i zračenjem, između ekranskih površina, toplotni fluks $\dot{Q}(W)$ se može izraziti preko sledećih jednačina [2]:

$$\dot{Q} = \alpha_0 A_3 (T_3 - T_0) + \varepsilon_{red3} C_c \left[\left(\frac{T_3}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right] A_3 \quad (2.1)$$

$$\dot{Q} = \frac{2\pi\lambda_3 L}{\ln \frac{d_3}{d_2}} (T_2 - T_3) + \varepsilon_{red2} C_c \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_3}{100} \right)^4 \right] A_2 \quad (2.2)$$

$$\dot{Q} = \frac{2\pi\lambda_2 L}{\ln \frac{d_2}{d_1}} (T_1 - T_2) + \varepsilon_{red1} C_c \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] A_1 \quad (2.3)$$

$$\dot{Q} = \frac{2\pi\lambda_1 L}{\ln \frac{d_1}{d_s}} (T_s - T_1) + \varepsilon_{red} C_c \left[\left(\frac{T_s}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] A_s \quad (2.4)$$

gde je: $A_i (m^2)$ - površina i -tog ekrana $A_i = d_i \cdot \pi \cdot L$;

$d_i (m)$ - prečnik i-tog ekrana $d_{i+1} = d_i + 2 \cdot \delta_{i+1}$;

$T_i (K)$ - temperatura na i-tom ekranu sušare,

$T_0 (K)$ - temperatura okoline,

$T_s (K)$ - temperatura na spoljašnjem prečniku doboša sušare,

$L (m)$ - dužina segmenta rotacione sušare,

α_0 - koeficijent prelaza toplote između spoljne površine ekrana i okolnog vazduha

Koeficijent prelaza toplote između spoljne površine ekrana i okolnog vazduha određen je i položajem rotacione sušare (otvoreni, poluotvoreni, zatvoreni), usled čega se analiza uticaja razmenjene toplote konvekcijom na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja vrši za različite vrednosti brzine strujanja okolnog vazduha.

$$\alpha_0 = 0,005779 \frac{\lambda_3}{d_3} (R_e)^{0,905}$$

Nepoznate temperature na ekranskim površinama (T_1, T_2, T_3) se mogu odrediti Njutnovom iterativnom metodom, pri čemu nepoznate funkcije imaju sledeći oblik:

$$F_4 = K_1 T_3 - K_1 T_0 + P_1 T_3^4 - P_1 T_0^4 - K_2 T_2 + K_2 T_3 - P_2 T_2^4 + P_2 T_3^4 \quad (2.5)$$

$$F_5 = K_1 T_3 - K_1 T_0 + P_1 T_3^4 - P_1 T_0^4 - K_3 T_1 + K_3 T_2 - P_3 T_1^4 + P_3 T_2^4 \quad (2.6)$$

$$F_6 = K_1 T_3 - K_1 T_0 + P_1 T_3^4 - P_1 T_0^4 - K_4 T_s + K_4 T_1 - P_4 T_s^4 + P_4 T_1^4 \quad (2.7)$$

Pri čemu veličine koje figurišu u predhodnim izrazima imaju vrednosti:

$$P_1 = \frac{\varepsilon_3 \cdot c_c \cdot A_3}{100^4}; \quad K_1 = \alpha_0 A_3; \quad P_2 = \frac{c_c \cdot A_2}{\frac{1}{\varepsilon_2} + \left(\frac{1}{\varepsilon_3} - 1\right) \frac{A_2}{A_3}} \cdot \frac{1}{100^4}; \quad K_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda_3 \cdot L}{\ln\left(\frac{d_3}{d_2}\right)};$$

$$P_3 = \frac{c_c A_1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right) \frac{A_1}{A_2}} \cdot \frac{1}{100^4}; \quad K_3 = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda_2 \cdot L}{\ln\left(\frac{d_2}{d_1}\right)}; \quad P_4 = \frac{c_c A_{s1}}{\frac{1}{\varepsilon_s} + \left(\frac{1}{\varepsilon_1} - 1\right) \frac{A_s}{A_1}} \cdot \frac{1}{100^4}; \quad K_4 = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda_1 \cdot L}{\ln\left(\frac{d_1}{d_s}\right)}$$

Iterativna metoda je primenjivana sve dotle dok se dve uzastopne iteracije nisu poklopile u granicama zadate tačnosti.

Koeficijent prelaza toplote između spoljne površine trećeg ekrana rotacione sušare i okolnog vazduha se ne može tačno odrediti, tako da je analiza uticaja razmenjene količine toplote konvekcijom na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja određena za različite predpostavljene vrednosti brzine strujanja vazduha u intervalu od 0,5-4,0 m/s.

Tabela 1: Uticaj promene brzine strujanja okolnog vazduha V na temperature ekrana i toplotni gubitak usled spoljašnjeg hlađenja

Veličina	1	2	3	4	5	6	7	8
$V [m/s]$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
$t_1 [^{\circ}C]$	152,31	151,64	151,3	151,06	150,9	150,79	150,71	150,64
$t_2 [^{\circ}C]$	102,74	99,68	98,01	96,97	96,25	95,72	95,32	95,00
$t_3 [^{\circ}C]$	36,51	28,00	23,20	20,11	17,94	16,34	15,11	14,13
$Q [kW]$	16,32	16,86	17,15	17,33	17,45	17,53	17,60	17,65

Vrednosti dobijene u tabeli 1 su određene za sledeće parametre: $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 0,3$;

$$\varepsilon_s = 0,77; \quad d_s = 1,62m; \quad t_s = 170,2^{\circ}C; \quad \lambda = 0,0247 \frac{W}{mK}; \quad L = 12m; \quad t_0 = 5^{\circ}C; \quad \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 0,15m$$

Analiza pokazuje da sa promenom vrednosti brzine strujanja vazduha u navedenim granicama, a pri temperaturi plašta rotacione sušare od 170,2 °C, procentulni koeficijent uštede toplotnog gubitka usled spoljašnjeg rashlađivanja se menja u granicama od 64 do 70% za troslojni ekranski zid.

Tabela 2: Uticaj koeficijenta emisije ekranskih površina ε na temperature ekrana i toplotni gubitak usled spoljašnjeg hlađenja

Veličina	1	2	3	4	5	6	7
ε	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$t_1 [^{\circ}C]$	150,90	152,94	155,01	157,24	159,71	162,51	165,74

$t_2 [^{\circ}C]$	96,25	99,10	101,86	104,70	107,75	111,12	114,93
$t_3 [^{\circ}C]$	17,94	21,90	25,98	30,25	34,81	39,76	45,25
$Q[kW]$	17,45	23,21	29,06	35,02	41,14	47,45	54,03

$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$; Parametri za određivanje razmenjene količine toplote su nepromenjeni

Analiza uticaja koeficijenata emisije ekrana na vrednost toplotnog gubitka pokazuje da je toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja manji za niže vrednosti koeficijenta emisije ekrana, pri čemu treba istaći da su u radu obrađeni samo podaci za ekranske površine istih termičkih karakteristika $\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$. Postupak varijacije koeficijenata emisije ekranskih površina, zbog obimnosti materije, nije prikazan.

Tabela 3: Uticaj prečnika ekrana d_1 na toplotni gubitak usled spoljašnjeg hlađenja i na temperature ekranskih površina

Veličina	1	2	3	4	5	6
$d_1 [m]$	1,724	1,824	1,924	2,024	2,124	2,224
$t_1 [^{\circ}C]$	143,22	141,86	141,16	140,63	140,16	139,73
$t_2 [^{\circ}C]$	90,21	89,49	89,21	89,04	88,90	88,77
$t_3 [^{\circ}C]$	16,64	16,58	16,60	16,63	16,66	16,69
$Q[kW]$	14,45	14,97	15,59	16,23	16,88	17,52

Analiza uticaja prečnika ekranskih površina na vrednost toplotnog gubitka usled spoljašnjeg rashlađivanja izvršena je za sve tri ekranske površine, pri čemu je prečnik unutrašnjeg ekrana d_1 najuticajniji parametar toplotnog gubitka. Analiza uticaja prečnika d_2 i d_3 u radu nije prikazana, zbog obimnosti rada. Analiza parametara uticaja ekranizacije rotacionih sušara na toplotne gubitke usled spoljašnjeg rashlađivanja zahteva automatizaciju da bi se obuhvatila sva merenja, testirali podaci i implementirali rezultati.

3. ILUSTRATIVNA PRIMENA MODELA PROGNOZE

Vrednosti uticaja ekranizacije rotacionih sušara na toplotne gubitke usled spoljašnjeg rashlađivanja su merene mesečno i mogu se sa visokim koeficijentom korelacije, predstaviti linearnim modelom, polinomom drugog stepena, izraz:

$$Y_t = a + bx_t + cx_t^2 = f(t) \quad (3.1)$$

gde su: Y_t – toplotni gubici usled spoljašnjeg rashlađivanja (endogena promenljiva)

X_t – uticaj brzine vetra, (egzogena promenljiva) i

a , b i c – parametri modela su izračunati *metodom sume najmanjih kvadrata*.

Primenom *metode najmanjih kvadrata* određena su rešenja za parametre a , b i c iz kvadratne jednačine $Y_t = a + bx_t + cx_t^2$. Proračun je izvršen na osnovu izraza [3]:

$$\begin{aligned} aN + b \sum_{t=1}^N x_t + c \sum_{t=1}^N x_t^2 - \sum_{t=1}^N Y_t &= 0 \\ a \sum_{t=1}^N x_t + b \sum_{t=1}^N x_t^2 + c \sum_{t=1}^N x_t^3 - \sum_{t=1}^N x_t Y_t &= 0 \\ a \sum_{t=1}^N x_t^2 + b \sum_{t=1}^N x_t^3 + c \sum_{t=1}^N x_t^4 - \sum_{t=1}^N x_t^2 Y_t &= 0 \end{aligned} \quad (3.2)$$

Rešenjem sistema jednačina (3.2) metodom zamene dobija se vrednosti za parametre a , b i c . Korelaciona jednačina koja opisuje zavisnost uticaj brzine vetra, koeficijenta emisije ekranskih

površina ε na temperature ekrana i prečnike ekrana d_1 , d_2 , i d_3 na toplotni gubitak usled spoljašnjeg hlađenja. Standardna greška modela (standardna devijacija $\hat{\sigma}_y$) je apsolutni pokazatelj reprezentativnost modela i predstavlja prosečni stepen varijacije stvarnih vrednosti zavisne promenljive u odnosu na očekivani trend vrednosti, izraz [3]

$$\hat{\sigma}_y = \sqrt{\frac{\varepsilon}{N}} \quad (3.3)$$

gde su: $\varepsilon_i = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$ - ocena suma kvadrata rezidualnih odstupanja

N – razmatrani period vremenske serije.

Standardna greška modela $\hat{\sigma}_y$ uzima vrednost u intervalu [0-1]. Ukoliko su vrednosti bliže 0 bolja je reprezentativnost modela. Analiza toplotnih gubitaka usled spoljašnjeg rashlađivanja je sprovedena na osnovu rezultata provere prognostičkog modela.

3.1. Analiza rezultata

Analizom rezultata na osnovu provere prognostičkih modela mogu se izdvojiti sledeće :

1. uticaj brzine vetra na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja je predstavljen izveštajem:

MODEL PROGNOZE

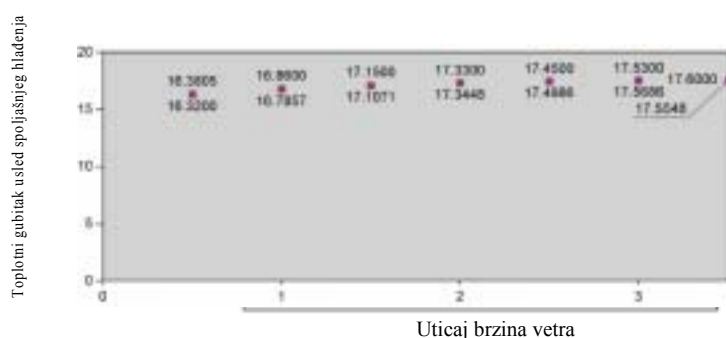
God.	Xt	Yt	Xt ²	Xt ³	Xt ⁴	Yt	Xt * Yt	Xt ² * Yt
1	0.9	2.8000	0.8100	0.7290	0.6561	28.22	2.5380	2.2448
2	1	3.8000	1.0000	1.0000	1.0000	35.86	3.8000	3.5800
3	1.9	3.8000	3.6100	6.8590	13.0241	37.23	7.0638	13.3857
4	3	2.0000	4.0000	8.0000	16.0000	37.33	7.4990	29.3200
5	3.5	2.8000	12.2500	42.8750	150.0625	37.46	13.1110	46.4425
6	3	3.8000	9.0000	27.0000	81.0000	37.52	11.2560	33.7700
7	3.5	3.5000	12.2500	42.8750	150.0625	37.6	13.1100	22.5000
Σ	14.0000	14.0000	35.0000	98.0000	282.2500	130.3400	243.2300	611.2000

Jednačina modela: $Y_t = 15.8914 + 1.0619 \cdot X_t - 0.1676 \cdot X_t^2$

Provera modela

God.	Xt	Yt	Yt ²	Yt - Yt ²	(Yt - Yt ²) ²
1	0.9000	16.3800	26.8360	-0.0000	0.0000
2	1.0000	16.7800	28.1600	-0.0000	0.0000
3	1.9000	17.1071	29.1730	-0.0000	0.0000
4	2.0000	17.3448	29.9990	-0.0000	0.0000
5	2.8000	17.4988	30.5340	-0.0000	0.0000
6	3.0000	17.5600	30.7360	-0.0000	0.0000
7	3.5000	17.5948	30.7620	-0.0000	0.0000
Σ	14.0000	128.2400	120.2400	0.0000	0.0000

Grafik modela prognoze



Standardna greška modela (standardna devijacija $\hat{\sigma}_y$) je apsolutni pokazatelj reprezentativnost modela, koji pokazuje odnos sume najmanjih kvadrata odstupanja empirijskih podataka od procenjenih modelom $\varepsilon_i = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$ i N razmatrani period vremenske serije, izraz:

$$\hat{\sigma}_y = \sqrt{\frac{\varepsilon}{N}} = \sqrt{\frac{0.0171}{7}} = 0.002$$

Procena uticaj brzine vetra na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja za vrednosti $X_t = 4.0$ na osnovu jednačine modela $\hat{Y}_t = 15.8914 + 1.0619X_t - 0.1676X_t^2$ je izraz $Y_t = 15.8914 + 1.0619 \cdot 4.0 - 0.1676 \cdot 16.0 = 17.46$ i za parametre:

- očekivan porast utacaj brzine vetra na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja 15.8914 kW i
- prosečan mesečni rast utacaja brzine vetra na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja 1.0619 kW.

1. Uticaj kefcijenta emisije ekranskih površina ε na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja je predstavljena narednim izveštajem.

Standardna greška modela (standardna devijacija $\hat{\sigma}_y$) je apsolutni pokazatelj reprezentativnost modela, koji pokazuje odnos sume najmanjih kvadrata odstupanja empirijskih podataka od procenjenih modelom $\varepsilon_t = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$ i N razmatrani period vremenske serije, izraz :

$$\hat{\sigma}_y = \sqrt{\frac{\varepsilon_t}{N}} = \sqrt{\frac{0.0114}{7}} = 0.0016$$

Procena uticaj kefcijenta emisije ekranskih površina ε na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja za vrednosti $X_t = 0.10$ na osnovu jednačine modela $\hat{Y}_t = 1.4042 + 51.2219X_t + 7.9996X_t^2$ je izraz $Y_t = 1.4042 + 51.2219 \cdot 0.10 + 7.9996 \cdot 0.10^2 = 6.6064$ kW i za parametre:

- očekivan porast utacaj kefcijenta emisije ekranskih površina ε na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja 1.4042 kW i
- prosečan mesečni rast koeficijenta emisije ekranskih površina ε na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja je 51.2219 kW.

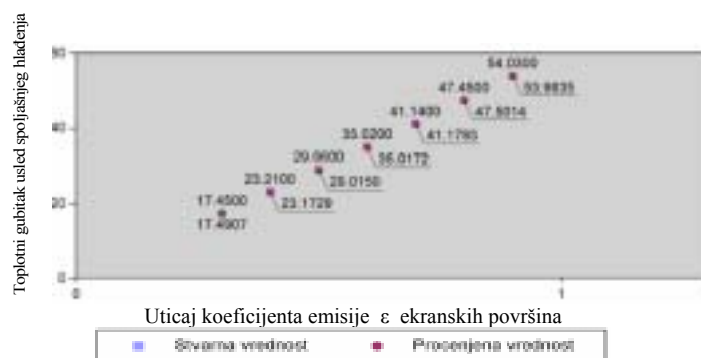
MODEL PROGNOZE

Step	WT	WT ²	WT ³	WT ⁴	WT ⁵	WT	WT ²	WT ³	WT ⁴	WT ⁵
1	0.5	0.2500	0.1250	0.0625	0.0312	17.45	3.1300	1.5625	0.7812	0.3906
2	0.4	0.1600	0.0640	0.0256	0.0102	23.31	5.4321	2.5937	1.2709	0.6299
3	0.3	0.0900	0.0270	0.0081	0.0027	28.08	7.8852	2.2193	0.9830	0.4783
4	0.2	0.0400	0.0080	0.0016	0.0004	35.02	12.3652	4.3485	1.5346	0.5408
5	0.1	0.0100	0.0003	0.0001	0.0000	41.14	16.9230	7.0023	2.8329	1.1181
6	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	47.45	22.5150	10.7183	5.0625	2.3006
7	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	54.02	29.3816	15.8424	8.5876	4.5938
Σ	4.3000	0.5500	0.2350	0.0980	0.0395	247.5653	100.6503	40.6472	17.6472	7.9996

Jednačina modela: $Y_t = 1.4042 + 51.2219 \cdot X_t + 7.9996 \cdot X_t^2$

Step	WT	WT ²	WT ³	WT ⁴	WT ⁵	(Y _t - Y _t) ²
1	0.5000	0.2500	0.1250	0.0625	0.0312	0.0017
2	0.4000	0.1600	0.0640	0.0256	0.0102	0.0014
3	0.3000	0.0900	0.0270	0.0081	0.0027	0.0020
4	0.2000	0.0400	0.0080	0.0016	0.0004	0.0000
5	0.1000	0.0100	0.0003	0.0001	0.0000	0.0010
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023
Σ	4.3000	0.5500	0.2350	0.0980	0.0395	0.0114

Grafik modela prognoze



2. Uticaj prečnika ekrana d_1 na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja je predstavljena narednim izveštajem.

Standardna greška modela (standardna devijacija $\hat{\sigma}_y$) je apsolutni pokazatelj reprezentativnost modela, koji pokazuje odnos sume najmanjih kvadrata odstupanja empirijskih podataka od procenjenih modelom $\varepsilon_t = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$ i N razmatrani period vremenske serije, izraz

$$\hat{\sigma}_y = \sqrt{\frac{\varepsilon_t}{N}} = \sqrt{\frac{0.0021}{7}} = 0.0003$$

Procena uticaj prečnika ekrana d_i na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja za vrednosti $X_i = 2.324$ na osnovu jednačine modela $\hat{Y}_i = 9.1899 + 0.5893X_i + 1.4234X_i^2$ je izraz $Y_i = 9.1899 + 0.5893 \cdot 2.324 + 1.4231 \cdot 2.324^2 = 18.2455$ i za parametre:

- očekivan porast uticaj prečnika ekrana d_i na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja 9.1899 kW i
- prosečan mesečni rast uticaja prečnika ekrana d_i na toplotni gubitak usled spoljašnjeg rashlađivanja 0.5893 kW.

MODEL PROGNOZE

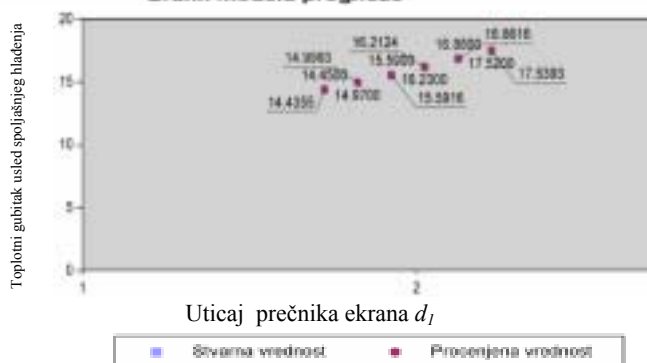
Godi.	Xi	Xi ²	Xi ³	Xi ⁴	Yi	Xi * Yi	Xi ² * Yi
1	1.724	1.7240	2.9722	5.1240	0.8336	14.45	24.9110
2	1.824	1.8240	3.3270	6.0684	11.2688	24.87	48.8248
3	1.924	1.8240	3.7028	7.1222	13.7031	28.58	57.7107
4	2.024	2.0240	4.0966	8.2915	16.7019	36.23	66.4674
5	2.124	2.1240	4.5114	9.5822	20.3525	46.88	98.8821
6	2.224	2.2240	4.9462	11.0003	24.4647	57.52	126.6570
Σ	11.8440	11.8440	21.5881	47.1888	95.2249	95.6820	189.8794

Jednačina modela: $Y_i = 9.1899 + 0.5893 \cdot X_i + 1.4231 \cdot X_i^2$

Provera modela

Godi.	Xi	Yi	Yi0	Yi - Yi0	(Yi - Yi0) ²
1	1.7240	14.4388	14.4900	-0.0512	0.0003
2	1.8240	14.9993	14.9700	0.0293	0.0009
3	1.9240	15.8816	15.8900	-0.0084	0.0000
4	2.0240	16.2124	16.2300	-0.0176	0.0003
5	2.1240	16.8816	16.8800	0.0016	0.0000
6	2.2240	17.5293	17.5200	0.0093	0.0004
Σ	11.8440	95.6306	95.6400	-0.0094	0.0021

Grafik modela prognoze



4. ZAKLJUČAK

U izloženom radu je prikazan postupak segmentne ekranizacije rotacione sušare, kojom bi se smanjili toplotni gubici. Na osnovu analize izmerenih vrednosti temperatura doboša rotacione sušare i teorijskih rezultata može se izvući zaključak da se procentualni koeficijent uštede toplotnog gubitka usled spoljašnjeg rashlađivanja nalazi u granicama od 64 do 70% za troslojni ekranski zid.

LITERATURA

- [1] Yliniemi, L., „Advanced control of a rotary dryer“, Oulu University Library, Oulu 1999
- [2] Gašić, M., Karamarković, V., Ćirić, S., „Korišćenje otpadne toplote sa plašta rotacionih cilindričnih površina“, naučno stručni skup: Racionalno korišćenje toplotne energije, Mašinski fakultet Kraljevo, 1995.
- [3] Kovačević Z. J., „Analiza vremenskih Serija“, Izdavački centar ekonomskog fakulteta, Beograd, 1998.
- [4] Topić, M.R., „Osnove projektovanja, proračuna i konstruisanja sušara“, Naučna knjiga, Beograd, 1989.