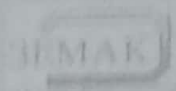


ЗДРУЖЕНИЕ НА ЕНЕРГЕТИЧАРИТЕ НА
МАКЕДОНИЈА
ASSOCIATION OF ENERGY DEPARTMENT ENGINEERS
OF MACEDONIA



МЕЃУНАРОДНО СОВЕТУВАЊЕ
INTERNATIONAL SYMPOSIUM

ЗДРУЖЕНИЕ НА ЕНЕРГЕТИЧАРИТЕ НА МАКЕДОНИЈА
ASSOCIATION OF ENERGY DEPARTMENT ENGINEERS
OF MACEDONIA



МЕЃУНАРОДНО СОВЕТУВАЊЕ
"ЕНЕРГЕТИКА 2012"
INTERNATIONAL SYMPOSIUM
"ENERGETICS 2012"

1

Зборник на реферати - Книга 1
Symposium proceeding - Book 1



ОБРАЗЛОЖЕНИЕ
HOTEL Metropolis - Belvi
04 - 06 Октомври, 2012

Советување: МЕЃУНАРОДНО СОВЕТУВАЊЕ "ЕНЕРГЕТИКА 2012"

Организација: ЗДРУЖЕНИЕ НА ЕНЕРГЕТИЧАРИТЕ
НА МАКЕДОНИЈА

Главен уредник:

Зоран БОЖИНКОЧЕВ

Технички уредник:

Зоран БОЖИНКОЧЕВ

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и Универзитетска библиотека
"Св. Климент Охридски", Скопје

620.9 (062)

МЕЃУНАРОДНО советување "Енергетика 2012" (14 ; 2012 ; Охрид)
Зборник на реферати / XIV Меѓународно советување "Енергетика 2012".
Охрид, 04-06 октомври 2012 = Symposium proceedings / XIV International
symposium "Energetics 2012", Ohrid, 04-06 Oktober, 2012, [главен уредник
Зоран Божинковчев]. - Скопје
Здружение на енергетичарите на МАКЕДОНИЈА ЗЕМАК = Скопје ;
Association of energy department engineers of macedonia, 2012, - 2
св. (1200 стр.) : илустр. ; 24 см

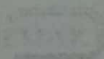
Дел од трудовите на англ. јазик, Библиографија кон одредени трудови

ISBN 978-9989-2612-8-2 (кн. 1)

ISBN 978-9989-2612-9-9 (кн. 2)

I. International symposium "Energetics 2012" (14 ; 2012 ; Охрид)
види Меѓународно советување "Енергетика 2012" (14 ; 2012 ; Охрид)
а) Енергетика - Собири
COBISS.MK-ID 92124933

Печати: "Југореклам" - Скопје



ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР

Ристо Јаневски,
Претседател
Зоран Божинкович, Потпретседател,
Илија Хаџидаовски,
Јасна Иванова-Давидовиќ,
Илија Спиоровски
Магдалена Т. Трпеска
Божин Стојчевски
Георги Велевски
Александар Томоски

ПРОГРАМСКИ ОДБОР

Проф. д-р. С. Арменски, Претседател
Проф. д-р. В. Фуштиќ, Потпретседател
Проф. д-р. А. Чаушевски, Потпретседател
Академик, д-р. Томе Бошевски
Академик, д-р. Глигор Каневче,
Д-р. Димитар Хаџи-Мишев
Д-р. Влатко Чингоски,
Дејан Бошковски,
Проф. д-р Миле Димитровски
Проф. д-р. Арсен Арсенов,
Проф. д-р. Борче Андреевски,
Проф. д-р. Атанас Илиев,
Проф. д-р. Тодор Делипетров,
Проф. д-р. Сотир Пановски,
Проф. д-р. Атанаско Туневски,
Проф. д-р. Георги Тромбев,
Проф. д-р. Доне Тасевски,
Проф. д-р. Ристо Филкоски,
Доц. д-р. Сања П. Василевска,
Асс. м-р Софија Николова
Д-р. Горге Качурков,
Д-р. Радомир Цветановски,
Јасна Иванова-Давидовиќ,
М-р. Магдалена
Трајковска-Трпеска, *Христо Кировски,*
М-р. Божин *Дончо Коевски,*
Стојчевски, *Ице Рикаловски,*
М-р. Даниела *Сашо Салтировски,*
Младеновска, *Радоко Манов,*
Нове Георгиевски, *Миле Шешовски*
Видан Кувлевски, *Трифун Милевски,*
Ацо Антевски, *Љупчо Гаитевски,*
Павле Петровски, *Јован Адамовски,*

ORGANIZING BOARD

Risto Janevski,
President
Zoran Bozinkochev, Vice President
Ilija Hadjidaovski,
Jasna Ivanova-Davidovik
Ilija Spirovski,
Magdalena T. Trpeska,
Bozin Stojcevski,
Georgi Velevski,
Aleksandar Tomoski

PROGRAMME BOARD

Prof. d-r Slave Armenski, President
Prof. d-r Vangel Fustik, Vice Prezident
Prof. d-r Anton Causevski, Vice Prezident
Akad. Tome Bosevski,
Akad. Gligor Kanevce,
D-r Dimitar Hadji-Misev,
D-r Vlatko Cingoski,
Dejan Boskovski,
Prof. d-r Mile Dimitrovski,
Prof. d-r Arsen Arsenov,
Prof. d-r Borce Andreevski,
Prof. d-r Atanas Iliev,
Prof. d-r Todor Delipetrov
Prof. d-r Sotir Panovski
Prof. d-r Atanasko Tunevski
Prof. d-r Gorgi Trombev
Doc. d-r Done Tasevski
Prof. d-r Risto Filkoski,
Doc. d-r Sanja P. Vasilevska
Ass. m-r Sofija Nikolova,
D-r Gorge Kacurkov,
D-r Radomir Cvetanovski,
Jasna Ivanova Davidovik,
M-r Magdalena
Trajkovska- Trpeska, *Hristo Kirovski,*
M-r Bozin *Donco Koevski,*
Stojcevski, *Ice Rikalovski,*
M-r Daniela *Saso Saltirovski,*
Mladenovska, *Radko Manov*
Nove Georgievski, *Mile Sosevski,*
Vidan Kulevski, *Trifun Milevski,*
Aco Antevski, *Ljupco Gasteovski,*
Pavle Petrovski, *Jovan Adamovski,*

МОДЕЛ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈА НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА НОСИТЕЛОТ НА ТОПЛИНА ПРИ КОМБИНИРАНО ПРОИЗВОДСТВО НА ЕНЕРГИЈА

Проф. д-р Зоре АНГЕЛЕВСКИ
Проф. д-р Цвете ДИМИТРИЕВСКА
Проф. д-р Силвана АНГЕЛЕВСКА
М-р Иво КУЗМАНОВ
Технички факултет-Битола

АПСТРАКТ

Во трудот е даден модел за пресметка на вкупните годишни трошоци при комбинирано производство на енергија во зависност од температурата на носителот на топлина.

Со минимизирање на вкупните годишни трошоци, добиена е оптималната температура на носителот на топлина и пречникот на топлопроводите на системот за централно снабдување со топлина.

Анализирани се годишните инвестициони трошоци, трошоците поради загуба на топлинска енергија, трошоците за транспорт на носителот на топлина и трошоците поради произведена електрична енергија.

ABSTRACT

This paper related with model for estimation of costs in function with heat medium temperature for district heating.

By minimization of overall year costs the optimal temperature of hot water and diameter of transport heat channel are given.

Yearly investment costs, transportation costs, human resources costs and costs of electrical losses will be analyzed.

1.0 ВОВЕД

Во трудот е анализиран систем за централно снабдување со топлинска енергија при комбинирано производство на електрична и топлинска енергија.

Температурата на носителот на топлина во системот за централно снабдување на енергија има значајно влијание врз цената на топлинската енергија на прагот од потрошувачот.

Со наголемување на температурата на носителот на топлина во системот:

- се намалува количината на вода односно протокот на вода,
- се намалува пречникот на топловодите и арматурата,
- се намалува дебелината на изолацијата,
- се намалуваат трошоците за транспортирање на носителот на топлина
- со наголемување на температурата се намалува произведената електрична енергија односно се зголемуваат трошоците поради непроизведена електрична енергија.

Првите четири фактори ги намалуваат вкупните трошоци односно се намалуваат капиталните вложувања, а последниот фактор ги зголемува вкупните трошоци.

Вредноста на температурата на носителот на топлина се добива со техно-економска анализа на системот за централно снабдување со топлинска енергија. Оваа анализа е потребна да се направи во случај на:

- Планирање на изградба систем за централно снабдување со топлинска енергија
- Реконструкција на системот за централно снабдување со топлинска енергија

Со техно-економската анализа се стекнува целосен увид на:

- економската оправданост на системот над другите системи за греење
- изработка на идејни решенија и програми за инвестиција
- избор на решение на систем за централно снабдување со топлинска енергија со најмали трошоци од повеќе можни решенија,
- одредување на оптимален специфичен пад на притисок во мрежата, оптимална разлика на температурата на топлата вода, оптимална температура на изолацијата на цевната мрежа и др.

2.0 ВКУПНИ ГОДИШНИ ТРОШОЦИ

2.1 Анализа на трошоците за одредување на температурата на топлата вода во системот за централно снабдување со топлинска енергија

Транспортираната топлинска енергија зависи од количината на транспортирана вода, специфичната топлина и разликата на температурата на мрежната вода и повратната вода и е дадена со равенката:

$$Q = G_m \cdot c_p \cdot \Delta t \quad \Delta t = (t_1 - t_2) \quad (1)$$

Со зголемување на температурата на мрежната вода се намалува количината на топла вода, а со тоа се намалува пречникот на топловодот односно се намалуваат инвестиционите трошоци на топловодот и арматурата, се намалуваат трошоците на транспортираната енергија и се намалуваат трошоците за загуби на топлинска енергија, а се наголемуваат трошоците за произведена електрична енергија.

Трошоци кои влијаат за одредување на температура на носителот на топлина се:

- трошоци за инвестициони вложувања
- трошоци за транспорт на топлинската енергија
- трошоци за загуба на топлинска енергија во системот
- трошоци поради загуби за произведена електрична енергија

$$Z_{\tau} = r_a \cdot k_c + J_{\tau} + J_{\tau\tau} + J_{\tau e} \quad (2)$$

каде

$$k_c = a \cdot \sum_{i=1}^n L_i + b \sum_{i=1}^n (d_i \cdot L_i) \quad (3)$$

претставува вкупни инвестициони вложувања.

Вкупните годишни трошоци за инвестиционите вложувања се изразени преку

$$r_a = [m^N \cdot (m - 1) \cdot (m^N - 1)] \quad m = 1 + \frac{p}{100} \quad (4)$$

Падот на притисокот по единица должина на цевната мрежа е даден со равенката:

$$R_g = 0.0892 \cdot \left(\frac{k^{0.25} \cdot q_m^2}{\rho \cdot d^{5.25}} \right) \quad (5)$$

Од равенка (5) се добива пречникот на цевоводот

$$d = 0.63 \cdot \frac{k^{0.0476} \cdot q_m^{0.321}}{\rho^{0.19} \cdot R_g^{0.19}} \quad (6)$$

Со замена на рав. (6) во рав. (3) се добива материјалната карактеристика која има константна вредност

$$M_g \cdot R_g^{0.19} = 0.63 \cdot \left(\frac{k^{0.0476}}{\rho^{0.19}} \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n q_{mi}^{0.321} \cdot L_i \right) = \text{const} \quad (7)$$

Равенка (3) може да се напише

$$k_c = a \cdot \sum_{i=1}^n L_i + b \frac{M_g \cdot R_g^{0.19}}{R_g^{0.19}} \quad (8)$$

Со замена на рав. (7) и (4) во рав. (2) се добиваат вкупните годишни трошоци поради инвестициони вложувања, дадени со равенката:

$$k_a = r_a \cdot k_c = r_a \cdot a \cdot \sum_{i=1}^n L_i + 0.63 \cdot r_a \cdot b \left(\frac{k^{0.0476}}{\rho^{0.19}} \right) \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^n q_{mi}^{0.28} \cdot L_i}{R_p^{0.19}} \right) \quad (9)$$

Годишни трошоци поради транспорт на топлинска енергија изнесува

$$I_t = P_e \cdot c_e \cdot n_p \quad (10)$$

Моќта на пумпата изнесува

$$P_e = \frac{q_m \cdot R_e \cdot (1 + a)}{10^3 \cdot \rho \cdot \eta_p} \quad (11)$$

Со замена на рав. (11) во рав. (10) се добиват годишните трошоци за транспорт на топлинската енергија

$$I_t = \frac{q_m \cdot R_e \cdot (1 + a) \cdot c_e \cdot n}{10^3 \cdot \rho \cdot \eta_p} \quad (12)$$

Трошоците поради загуби на топлинска енергија во мрежата се дадени со рав. 13

$$I_{zt} = 0.95 \cdot k_v \cdot \pi \cdot (\tau_{zr} - t_0)(1 + \beta) \cdot n \cdot M_0 \cdot R_0^{0.19} \cdot \frac{c_t}{R_0^{0.19}} \quad (13)$$

Трошоците поради намалено производство на електрична енергија изнесуваат

$$I_{ze} = \Delta E_{el} \cdot c_e \quad (14)$$

Во зависност од типот на турбината и температурата и притисокот на пареата на одземањето се пресметуваат загубите поради намалено производство на електрична енергија земајќи го предвид топлинското оптоварување на потрошувачот.

2.2 Оптимален специфичен пад на притисок во мрежата

Трошоци кои влијаат на специфичниот пад на притисок се:

- трошоци за инвестициони вложувања
- трошоци за транспорт на топлинската енергија
- трошоци за загуба на топлинска енергија во системот

Со замена на равенките (9,12,13) во (2) се добиваат трошоците кои влијаат на специфичниот топлински пад

$$k^{0.0476} \quad (15)$$

Равенката (15) претставува равенка на вкупните годишни трошоци во зависност од

$$\bar{Z}_p = Z(R_p, \Delta t) \quad (16)$$

Оптimalен специфичен пад на притисок равенката 16 ќе има ако е задоволен условот

$$\bar{Z}_{opt} = \min\{Z(R_p, \Delta t)\} \quad (17)$$

Условот на рав. (17) може да се добие со диференцирање на рав. (15) каде разликата на температурата има константна вредност:

$$\frac{\partial \bar{Z}_p}{\partial R_p} = 0 \quad \frac{\partial^2 \bar{Z}_p}{\partial R_p^2} > 0 \quad (18)$$

Оптimalниот специфичен пад на притисок изнесува:

$$\bar{R}_{opt} = 35.667 \cdot \rho^{0.68} \cdot c_p^{0.52} \cdot \lambda^{0.0199} \cdot \mu^{0.24} \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^n Q_i^{0.38} \cdot L_i}{R_p^{0.19} \cdot \Delta t^{0.38}} \right)^{0.24} \cdot \Delta t^{0.32}$$

Како што

$$\bar{F} = \eta_p \cdot \frac{\tau_0 \cdot b + 0.95 \cdot k_g \cdot \pi \cdot (\tau_{pr} - \tau_0) \cdot (1 + \beta) \cdot n \cdot 10^{-3} \cdot c_e}{(1 + \alpha) \cdot \pi \cdot c_g} \quad (19)$$

Со замена на $R_p = R_{opt}$ се добива:

$$k^5 \quad (20)$$

Равенката (20) претставува равенка на вкупните годишни трошоци за производство на топлинска енергија и е функција од оптimalниот пад на притисок и разликата на температурата.

$$\bar{Z} = Z(\bar{R}_{opt}, \Delta t) \quad (21)$$

3.0 МОДЕЛ ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА ОПТИМАЛНАТА ТЕМПЕРАТУРА НА НОСИТЕЛОТ НА ТОПЛИНА

Со замена на равенка (19) во равенка (20) се добива:

$$\bar{F}^{0.24} \quad (22)$$

При што

$$\bar{F} = \eta_p \cdot \frac{\tau_0 \cdot b + 0.95 \cdot k_g \cdot \pi \cdot (\tau_{pr} - \tau_0) \cdot (1 + \beta) \cdot n \cdot 10^{-3} \cdot c_e}{(1 + \alpha) \cdot \pi \cdot c_g}$$

При што

$$F = \eta_p \cdot \frac{r_a \cdot b + 0.95 \cdot k_{tr} \cdot \pi \cdot (r_{gr} - r_o) \cdot (1 + \beta) \cdot \pi \cdot 10^{-3} \cdot c_p}{(1 + \alpha) \cdot m \cdot c_p}$$

Равенката (22) претставува модел за одредување на вкупните годишни трошоци во зависност од температурата на носителот на топлина.

Решението на равенка (22) треба да го задоволи условот:

$$T_{opt} = \min\{T(\Delta t)\} \quad (23)$$

Температурата на носителот на топлина при која вкупните годишни трошоци имаат минимална вредност се нарекува оптимална температура на носителот на топлина при комбинирано производство на енергија.

Оптималната температура на носителот на топлина, рав.(23), се добива со примена на познатите математички методи за оптимирање. Која метода ќе се примени зависи од последниот член на равенка (22), односно, дали последниот член може да се изрази како функција од температурата на носителот на топлина. Тоа зависи од видот на турбината, начинот на одземање на парца и др. Колкава е количината на произведена електрична енергија поради одземање на парца од турбината зависи и од годишните потреби за топлинска енергија на потрошувачот.

4.0 ЗАКЛУЧОК

Во трудот се разледани вкупните годишни трошоци на систем за интегрирано снабдување со топлинска енергија при комбинирано производство на електрична и топлинска енергија.

Трошоци кои влијаат за одредување на температура на носителот на топлина се: Трошоци за инвестициони вложувања, трошоци за транспорт на топлинската енергија, трошоци за загуба на топлинска енергија во системот и трошоци поради загуби за произведена електрична енергија.

Димензиите на цевната мрежа зависат од оптималниот пад на притисок во цевната мрежа. Вредности на оптималниот пад на притисок е добиена со анализа на се трошоците кои влијаат на падот на притисок.

Со примена на оптималниот пад на притисок во вкупните годишни трошоци е добиена зависноста на вкупните годишни трошоци од температурата на носителот на топлина при комбинирано производство на енергија.

Со оптимирање на равенката на минималните годишни трошоци се добива најевтина топлинска енергија на прагот од потрошувачот и оптимални пречници на цевната мрежа, заштеда на енергија и зголемување на степенот на корисно дејство на целата постројка.

5.0 УПОТРЕБЕНИ ОЗНАКИ

- a - дефини - коефициент на единична цена
- b - дефини - коефициент на единична мера

β	-	- коефициент на локални загуби на топлинската енергија
c_p	kJ/kgK	- специфична топлина на водата
c_e	den/kWh	- цена на електричната енергија
c_i	den/kWh	- цена на топлинската енергија на пратот од потрошувачот
d	m	- пречник на топловодот
d_i	m	- пречник на i делница од топловодот
J_i	den/god	- годишни трошоци за транспорт на носителот на топлина
J_{z1}	den/god	- годишни трошоци поради загуби на топлина
J_{z2}	den/god	- годишни трошоци поради намалено производство на ел. енергија
k_c	W/m ² K	- коефициент на премин на топлина
k_e	den	- инвестициони вложувања во цевната мрежа
k	m	- условна рамномерна раваност на внатрешната страна од цевката
L	m	- вкупна должина на цевната мрежа
L_i	m	- вкупна должина на i дел од цевната мрежа
N	god	- време на отплата на инвестицијата
n	h	- часови на работа на системот во годината
η	-	- коефициент на полезно дејство на пумпата
p	%	- каматна стапка на заемот
Q	kW	- топлинска моќ на постројката
Q_i	kW	- топлинско оптоварување во i делница
Q_{tot}	kW	- вкупно топлинско оптоварување при надворешна проектна температура
q_m	kg/s	- масен проток на вода
R_c	Pa/m	- пад на притисок по единица должина
r_s	l/god	- ануетски фактор
ρ	kg/m ³	- специфична густина на водата
Δt	K	- температурна разлика
t_i	K	- температура на мрежната вода
t_p	K	- температура на повратната вода
Z	den/god	- вкупни годишни трошоци за добивање и транспорт на топлинската енергија
Z_{opt}	den/god	- најмали вкупни годишни трошоци за добивање и транспорт на топлинската енергија

6.0 ЛИТЕРАТУРА

1. З. Ангелевски, Оптимирање на температурата на носителот на топлина при комбинирано производство на енергија, магистерска работа, Машински факултет Скопје 1987
2. Љ. Вујовиќ, Р. Ѓурковиќ, Далјинско грејање, Београд 1984
3. Техничка документација од РЕК Битола
4. Reknagel, Sprenger, Sramek, Ceperkovic, Grejanje i klimatizacija, Interklima, Vrnjaska Banja, 2002