ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1968

Seria: ENERGETYKA z. 29 Nr kol. 223

ANDRZEJ PIOTROWICZ
Katedra Energetyki Cieplnej

OPTYMALNY PAROWACZ BEZPALENISKOWY

Streszczenie. W oparciu o ogólne zasady optymalizacji urządzeń usprawniających gospodarkę cieplną [2] autor wyprowadza wzory na obliczanie optymalnej wydajności pary i optymalnej temperatury nasycenia w parowaczu bezpaleniskowym.

1. Wstęp

Omawiany parowacz bezpaleniskowy jest szczególnym przypadkiem kotła bezpaleniskowego, tj. rurowego wymiennika ciepła wykorzystującego entalpię fizyczną spalin wylotowych do produkcji pary. Składa się on z dwóch elementów - ogniw: podgrzewacza wody zasilającej i właściwego parowacza. Stosuje się go przede wszystkim w hutnictwie, zabudowując za piecami martenowskimi lub grzejnymi oraz w przemyśle chemicznym.

Para produkowana w kotle bezpaleniskowym zastępuje parę technologiczną lub grzejną, produkowaną w razie braku kotła w elektrociepłowni przemysłowej. Jeżeli kocioł bezpaleniskowy nie wpływa na wydajność pieca przemysłowego, to optymalizację ekonomiczną kotła można zgodnie z [1] i [2] przeprowadzić za pomocą warunku:

$$\frac{1}{6}\, b\, z\, \Delta I + \Delta K_e = \min \qquad (1)$$

gdzie:

ΔI, ΔK_e - nakłady inwestycyjne poniesione na budowę kotła i przyrost rocznych kosztów eksploatacji wywołany jego zastosowaniem,

b, z - mnożniki korekcyjne uwzględniające czas użytkowania kotła i zamrożenia nakładów w czasie jego budowy [1].

Mnożnik 1/6 wynika z przyjęcia 6-letniego okresu za graniczny czas zwrotu nakładów [1].

Zgodnie z założeniem, że zainstalowanie kotła bezpaleniskowego nie wpływa w sposób istotny na wydajność procesu podstawowego, przyjmuje się, że piec zużywa stałą ilość $\dot{P}$ paliwa stałej jakości. Strumień i temperatura spalin odpływających z komory pieca mają więc stałą wartość

$$\dot{P}\,S = \dot{S} = \text{idem} \tag{2}$$

$$T_s = \text{idem} \tag{3}$$

Na odcinku między komorą grzejną pieca a kotłem następuje zazwyczaj spadek temperatury δT_s spalin wywołany ich ostyganiem i przyssaniem powietrza szkodliwego. Zjawiska te przebiegają w sposób ustalony, zatem

$$\dot{P}\,\dot{S}_k = \dot{S}_k = \text{idem} \tag{4}$$

$$T_{sk} = \text{idem} \tag{5}$$

gdzie:

S, S_k, T_s, T_{sk} – pojemności cieplne i temperatury spalin przy wypływie z komory grzejnej pieca i dopływie do kotła.

Przy rozpatrywaniu parowacza bezpaleniskowego zdefiniowanego jak na wstępie – nakłady inwestycyjne ΔI i koszty eksploatacji ΔK_e są funkcjami dwóch zmiennych niezależnych: wydajności brutto $\dot{G}$ parowacza i temperatury nasycenia T_n.

2. Nakłady inwestycyjne

Nakłady inwestycyjne określa funkcja liniowa

$$\Delta I = I_o + j_{pw}\,W_{pw} + j_{pa}\,W_{pa} \tag{6}$$

gdzie:

I_o - nakłady jałowe, niezależne od wielkości powierzchni przepływu ciepła,

j_{pw}, j_{pa} - koszt jednostkowy powierzchni podgrzewacza wody i parowacza,

W_{pw}, W_{pa} - wielkość powierzchni przepływu ciepła podgrzewacza i parowacza.

Wielkość powierzchni przepływu ciepła wynika z równań:

$$W_{pw} = \frac{\dot{G}(i' - i_{wz})}{k_{pw}\ \Delta T_{pw}} \tag{7}$$

$$W_{pa} = \frac{\dot{G}\ r}{k_{pa}\Delta T_{pa}} \tag{8}$$

gdzie:

i', i_{wz}, r - entalpia wody w punkcie pęcherzyków, wody zasilającej oraz entalpia parowania,

k_{pw}, k_{pa} - współczynniki przenikania ciepła w podgrzewaczu, przyjmowane w przybliżeniu jako stałe,

ΔT_{pw}, ΔT_{pa} - średnie logarytmiczne różnice temperatur czynników w podgrzewaczu i parowaczu określone jak dla wymienników przeciwprądowych równaniami

$$\Delta T_{pw} = \frac{(T_{sw} - T_{wz}) - (T'_{sk} - T_n)}{\ln \frac{T_{sw} - T_{wz}}{T'_{sk} - T_n}} \tag{9}$$

$$\Delta T_{pa} = \frac{T_{sk} - T'_{sk}}{\ln \frac{T_{sk} - T_n}{T_{sk}' - T_n}} \tag{10}$$

gdzie: T_{wz} - stała temperatura wody zasilającej.

Temperatura spalin T_{sw} przy wypływie z podgrzewacza wody i temperatura T'_{sk} przy wypływie z parowacza i dopływie do podgrzewacza związane są z wydajnością brutto parowacza bezpaleniskowego, równaniem bilansu energetycznego podgrzewacza wody

$$\dot{S}_k\,(T'_{sk} - T_{sw}) = \dot{G}\,(i' - i_{wz}) \tag{11}$$

Łączny bilans energetyczny całego parowacza bezpaleniskowego ujmuje równanie

$$\dot{S}_k\,(T_{sk} - T_{sw}) = \dot{G}\,(i'' - i_{wz}) \tag{12}$$

gdzie: i" - entalpia pary nasyconej przy wypływie z parowacza.

Obliczając T_{sw} z równania (12) oraz T'_{sk} z równania (11) i podstawiając do równań (9) i (10) otrzymuje się

$$\Delta T_{pw} = \frac{1}{\dot{S}_k}\,\frac{\dot{S}_k\,(T_n - T_{wz}) - \dot{G}\,(i' - i_{wz})}{\ln\dfrac{\dot{S}_k(T_{sk} - T_{wz}) - \dot{G}(i' - i_{wz})}{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n) - \dot{G}(i' - i')}} \tag{9a}$$

$$\Delta T_{pa} = \frac{1}{\dot{S}_k}\,\frac{\dot{G}(i'' - i')}{\ln\dfrac{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n)}{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n) - \dot{G}(i - i)}} \tag{10a}$$

Z kolei przez podstawienie równań (9a) i (10a) do równań (7) i (8) uzyskuje się zależności funkcyjne wielkości powierzchni grzejnych od wydajności brutto i temperatury nasycenia

$$W_{pw} = \frac{\dot{S}_k\,\dot{G}\,(i' - i_{wz})}{k_{pw}\,[\dot{S}_k(T_n - T_{wz}) - \dot{G}(i - i_{wz})]}\,\ln\frac{\dot{S}_k(T_{sk} - T_{wz}) - \dot{G}(i' - i_{wz})}{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n) - \dot{G}(i' - i)} \tag{14}$$

$$W_{pa} = \frac{\dot{S}_k}{k_{pa}}\,\ln\frac{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n)}{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n) - \dot{G}(i'' - i)} \tag{15}$$

Zależność wielkości W_{pw} i W_{pa} od temperatury nasycenia wynika z zależności entalpii i'' oraz i' od tej temperatury. Tę ostatnią zależność można wyrazić przy pomocy przybliżeń ustalonych dla rozpatrywanego zakresu ciśnień nasycenia

$$i'' = \alpha'' + \beta'' T_n + \gamma'' T_n^2 \tag{16}$$

$$i' = \alpha' T_n \tag{17}$$

Przyrosty względne nakładu inwestycyjnego j_{pw} i j_{pa} zależą również od temperatury T_n. Wielkości j_{pw} i j_{pa} są bowiem w przybliżeniu liniowymi funkcjami grubości δ ścianki rury, a ta dla danej średnicy zależy od ciśnienia, które w warunkach nasycenia związane jest funkcyjnie z temperaturą:

$$j_{pw} = j_{o\,pw} + \dot{c}_{pw}\, p_n \tag{18}$$

$$j_{pa} = j_{o\,pa} + \dot{c}_{pa}\, p_n \tag{19}$$

przy czym

$$p_n = f(T_n) = \alpha_p + \beta_p T_n + \gamma_p T_n^2 \tag{20}$$

Wartości j_o i $\dot{c}$ dla przyjętej średnicy rury można wyznaczyć na podstawie cennika rur kotłowych i prostych wzorów z wytrzymałości materiałów.

Podstawiając (14) ÷ (17) do (6) oraz ujmując entalpię wody zasilającej zależnością

$$i_{wz} = \alpha T_{wz} = \text{idem} \tag{21}$$

gdzie:

$$\alpha = \alpha' = \text{idem}$$

otrzymujemy wielkość nakładów inwestycyjnych w funkcji T_n i $\dot{G}$:

$$\Delta I = I_o + \frac{j_{pw}}{k_{pw}} \dot{S}_k \frac{\dot{G}}{\dot{S}_k} \ln \frac{\dot{S}_k(T_{sk}-T_{wz}) - \dot{G}(\alpha'+\beta' T_n+\gamma' T_n^2-\alpha T_{wz})}{\dot{S}_k(T_{sk}-T_n) - \dot{G}(\alpha'+\beta' T_n+\gamma' T_n^2-\alpha T_n)} +$$

$$+ \frac{j_{pa}}{k_{pa}} \dot{S}_k \ln \frac{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n)}{\dot{S}_k(T_{sk}-T_n) - \dot{G}(\alpha'+\beta' T_n+\gamma' T_n^2-\alpha T_n)} \tag{22}$$

Współczynniki liczbowe $\alpha, \alpha', \beta', \gamma'$ oraz $\alpha_p, \beta_p, \gamma_p$ wyznacza się na podstawie tablic parowych dla rozpatrywanego zakresu ciśnień.

3. Koszty eksploatacji

Zastosowanie parowacza bezpaleniskowego przynosi oszczędność rocznych kosztów eksploatacji wyrażoną równaniem

$$-\Delta K_e = -\Delta K_p - \Delta K_{el} - \Delta K_w - \Delta K_o - \Delta K_r \tag{23}$$

gdzie:

- $-\Delta K_p$ – koszt zaoszczędzonej pary,
- $\Delta K_{el}, \Delta K_w, \Delta K_o, \Delta K_r$ – poniesione koszty energii elektrycznej, wody uzupełniającej, obsługi i remontów.

3.1. Koszt zaoszczędzonej pary

Koszt zaoszczędzonej pary zależy od jej przydatności energetycznej (egzergii), zatem

$$-\Delta K_p = (1 - \varphi_p)\, \dot{G}\, \Delta b_g\, \tau_n\, e_{E\,g} \tag{24}$$

gdzie:

- φ_p – wskaźnik zużycia pary na potrzeby własne (odgazowanie),

Δb_g - przyrost egzergii czynnika grzejnego w parowaczu bezpaleniskowym,

τ_n - roczny czas wykorzystania znamionowej wydajności parowacza,

$e_{E\,g}$ - wskaźnik efektywności ekonomicznej egzergii pary grzejnej produkowanej w zastępczej EC, obliczony zmodyfikowaną metodą Wagnera [3].

Przyrost egzergii czynnika grzejnego można wyrazić równaniem

$$\Delta b_g = b'' - b_{wz} = r\,\frac{T_n - T_{ot}}{T_n} + (i'' - i_{wz})\,\frac{T_m - T_{ot}}{T_m} \tag{25}$$

gdzie:

b'', b_{wz} - egzergia właściwa pary nasyconej i wody zasilającej,

T_m - średnia termodynamiczna temperatura czynnika grzejnego w podgrzewaczu.

Nie popełni się wielkiego błędu, jeśli przyjmie się założenie

$$T_m \cong \frac{1}{2}\,(T_n + T_{wz}) \tag{26}$$

Wykorzystując równania (16), (21), (26) i podstawiając (25) do (24) otrzymamy koszt zaoszczędzonej pary w funkcji $\dot{G}$ i T_n

$$-\Delta K_p = (1 - \varphi_p)\,\dot{G}\left[(\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_n)\,\frac{T_n - T_{ot}}{T_n} + \right.$$

$$\left. + \alpha (T_n - T_{wz})\left(1 - 2\,\frac{T_{ot}}{T_n + T_{wz}}\right)\right]\tau_n\, e_{E\,g} \tag{27}$$

Wskaźnik efektywności ekonomicznej egzergii pary grzejnej oblicza się ze wzoru

$$e_{E\,g} = \frac{B\,e_{E\,b} - E_{el}\,e_{E\,el}}{B_g} \tag{28}$$

gdzie:

B, B_g, E_{el} – roczna produkcja łącznej egzergii, egzergii grzejnej i energii elektrycznej w EC ($B = B_g + E_{el}$),

$e_{E\,b}$, $e_{E\,el}$ – wskaźniki efektywności ekonomicznej egzergii produkowanej w EC i energii elektrycznej produkowanej w budowanej równocześnie z EC elektrowni zawodowej.

3.2. Koszt energii elektrycznej

Parowacz bezpaleniskowy zużywa znaczną ilość energii elektrycznej głównie do napędu ekshaustora spalin. Koszt tej energii można obliczyć z zależności

$$\Delta K_{el} = \varphi_{el}\,\dot{G}(i'' - i_{wz})\,\tau_n\,e_{E\,el} \tag{29}$$

Po wykorzystaniu zależności (16) i (21) można równanie (29) zapisać w postaci

$$\Delta K_{el} = \varphi_{el}\,\dot{G}(\alpha'' + \beta'' T_n + \gamma'' T_n^2 - \alpha T_{wz})\,\tau_n\,e_{E\,el} \tag{30}$$

gdzie:

φ_{el} – wskaźnik zużycia energii elektrycznej na jednostkę wydajności cieplnej brutto parowacza bezpaleniskowego.

3.3. Koszt wody uzupełniającej

Koszt ten wyraża zależność analogiczna do (30). Wynika on z nieuniknionych strat obiegu parowego i konieczności odmulania parowacza

$$\Delta K_w = \varphi_w \dot{G}(\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_{wz}) \tau_n e_{E\,w} \tag{31}$$

gdzie:

φ_w, $e_{E\,w}$ – wskaźniki zużycia i efektywności ekonomicznej wody uzupełniającej.

3.4. Koszt obsługi

Oblicza się go z równania

$$\Delta K_o = \dot{G}(\alpha'' + \beta'' T_n + \gamma'' T_n^2 - \alpha T_{wz})\, n\, k_p \tag{32}$$

gdzie:

n, k_p – liczba pracowników obsługi bezpośredniej przypadająca na jednostkę wydajności cieplnej brutto parowacza i przeciętna roczna płaca pracownika wraz z narzutami.

3.5. Koszt remontów

Koszt ten oblicza się przy założeniu stałego stosunku φ_r do pozostałych kosztów eksploatacji

$$\Delta K_r = \varphi_r(\Delta K_{el} + \Delta K_w + \Delta K_o) \tag{33}$$

3.6. Efektywnie zaoszczędzone koszty eksploatacji

Efektywnie zaoszczędzone koszty eksploatacji są sumą wszystkich wymienionych kosztów składowych zgodnie z równaniem (23)

$$-\Delta K_e = \dot{G}\left\{(1-\varphi_p)\tau_n\, e_{E\,g}\left[(\alpha''+\beta'T_n+\gamma''T_n^2-\alpha T_n)\frac{T_n-T_{ot}}{T_n}+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\alpha(T_n-T_{wz})\left(1-2\frac{T_{ot}}{T_n+T_{wz}}\right)\right]-(\alpha''+\beta'T_n+\gamma''T_n^2-\alpha T_{wz})\nu\right\} \tag{34}$$

gdzie:

$$\nu = (1+\varphi_r)(\varphi_{el}\tau_n\, e_{E\,el}+\varphi_w\tau_n\, e_{E\,w}+n\,k_p) = \text{idem} \tag{35}$$

Wskaźniki φ_r, φ_{el} i n wyznacza się na podstawie statystyki i traktuje jak wielkości stałe, a wskaźniki φ_p i φ_w oblicza się z bilansu odgazowywacza przy założonym udziale zwracanego kondensatu.

4. Optymalizacja

Równania (22) i (34) uzależniają wielkości ΔI i $-\Delta K_e$ od dwóch zmiennych niezależnych $\dot{G}$ i T_n, w związku z czym funkcja celu będzie zoptymalizowana tj. spełni warunek (1) jeżeli:

$$\frac{1}{6}\,b\,z\,\frac{\partial(\Delta I)}{\partial\dot{G}}-\frac{\partial(-K_e)}{\partial\dot{G}}=0 \tag{36}$$

$$\frac{1}{6}\,b\,z\,\frac{\partial(\Delta I)}{\partial T_n}-\frac{\partial(-\Delta K_e)}{\partial T_n}=0 \tag{37}$$

Pochodne cząstkowe kosztów inwestycyjnych wynikają z równania (22)

$$\frac{\partial(\Delta I)}{\partial\dot{G}}=\frac{j_{pw}}{k_{pw}}\frac{\alpha\dot{S}_k^2}{\dot{S}_k-\alpha\dot{G}}\left\{\frac{1}{\dot{S}_k-\alpha G}\ln\frac{\dot{S}_k(T_{sk}-T_{wz})-\dot{G}(\alpha''+\beta'T_n+\gamma''T_n^2-\alpha T_{wz})}{\dot{S}_k(T_{sk}-T_n)-\dot{G}(\alpha''+\beta'T_n+\gamma''T_n^2-\alpha T_n)}+\right.$$

$$\left.+\dot{G}\frac{(T_n-T_{wz})(\alpha''+\beta'T_n+\gamma''T_n^2-\alpha T_{sk})}{\left[\dot{S}_k(T_{sk}-T_{wz})-\dot{G}(\alpha''+\beta'T_n+\gamma''T_n^2-\alpha T_{wz})\right]\left[\dot{S}_k(T_{sk}-T_n)-\dot{G}(\alpha''+\beta'T_n+\gamma''T_n^2-\alpha T_n)\right]}\right\}+$$

$$+\frac{j_{pa}}{k_{pa}}\frac{\dot{S}_k(\alpha''+\beta'T_n+\gamma''T_n^2-\alpha T_n)}{\dot{S}_k(T_{sk}-T_n)-\dot{G}(\alpha''+\beta'T_n+\gamma''T_n^2-\alpha T_n)} \tag{38}$$

$$\frac{\partial(\Delta I)}{\partial T_n} = \frac{1}{k_{pw}} \frac{\alpha \dot{S}_k \dot{G}}{\dot{S}_k - \alpha \dot{G}} \left\{ j'_{pw} \ln \frac{\dot{S}_k(T_{sk} - T_{wz}) - \dot{G}(\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_{wz})}{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n) - \dot{G}(\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_n)} + \right.$$

$$+ j_{pw}(\dot{S}_k - \alpha \dot{G}) \frac{\dot{G}\left[(\beta' + 2\gamma' T_n)(T_n - T_{wz}) + \alpha T_{wz} - (\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2)\right] + \dot{S}_k(T_{sk} - T_{wz})}{\left[\dot{S}_k(T_{sk} - T_{wz}) - \dot{G}(\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_{wz})\right]\left[\dot{S}_k(T_{sk} - T_n) - \dot{G}(\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha'\right.}$$

$$+ \frac{1}{k_{pa}} \dot{S}_k \left\{ j'_{pa} \ln \frac{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n)}{\dot{S}_k(T_{sk} - T_n) - \dot{G}(\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_n)} + \right.$$

$$\left. + j_{pa} \frac{\dot{G}\left[(\beta' + 2\gamma' T_n - \alpha)(T_{sk} - T_n) + (\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_n)\right]}{(T_{sk} - T_n)\left[\dot{S}_k(T_{sk} - T_n) - \dot{G}(\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_n)\right]} \right\} \tag{39}$$

gdzie:

j'_{pw}, j'_{pa} – pochodne kosztów jednostkowych podgrzewacza i parowacza względem T_n.

Pochodne cząstkowe kosztów eksploatacji wynikają z równania (34)

$$\frac{\partial(-\Delta K_e)}{\partial \dot{G}} = (1 - \varphi_p)\tau_n e_E g \left[(\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_n) \frac{T_n - T_{ot}}{T_n} + \right.$$

$$\left. + \alpha(T_n - T_{wz})\left(1 - 2\frac{T_{ot}}{T_n + T_{wz}}\right)\right] - (\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_{wz})\nu \tag{40}$$

$$\frac{\partial(-\Delta K_e)}{\partial T_n} = \dot{G}(1 - \varphi_p)\tau_n e_E g \left\{ (\beta' + 2\gamma' T_n - \alpha) \frac{T_n - T_{ot}}{T_n} + \right.$$

$$\left. + (\alpha' + \beta' T_n + \gamma' T_n^2 - \alpha T_n) \frac{T_{ot}}{T_n^2} + \alpha\left[1 - 4\frac{T_{wz} \cdot T_{ot}}{(T_n - T_{wz})^2}\right] \right\} -$$

$$- \dot{G}(\beta' + 2\gamma' T_n)\nu \tag{41}$$

Przez podstawienie równań (38) i (40) do (36) oraz (39) i (41) do (37) uzyskuje się układ dwóch równań z dwiema niewiadomymi $\dot{G}$ i T_n. Niewiadome te można stosunkowo najprościej znaleźć graficznie, przyjmując kolejne wartości T_n i kreśląc wykresy funkcyjne każdego z równań układu. Wartości $\dot{G}$ i T_n dla których nastąpi zerowanie się funkcji, będą poszukiwanymi wartościami optymalnymi.

5. Wnioski

Optymalizacja ekonomiczna parowacza bezpaleniskowego przeprowadzona sposobem analitycznym jest bardzo żmudna, lecz całkowicie wykonalna. Należy jednak podkreślić, że jest to optymalizacja cząstkowa. Optymalizację pełną należy przeprowadzać dla zespołu parowacza i współpracujących z nim odbiorników.

Na zakończenie autor dziękuje Panu Profesorowi dr inż. J. Szargutowi za wskazanie tematu i cenną pomoc okazaną przy opracowaniu zagadnienia.

LITERATURA

[1] INSTRUKCJA OGÓLNA w sprawie metodyki badań ekonomicznej efektywności inwestycji - Komisja Planowania przy R.M., PWE Warszawa 1962.

[2] SZARGUT J.: Optymalizacja zakresu inwestycji usprawniających gospodarkę energetyczną. Gospodarka Paliwami i Energią (w druku).

[3] WAGNER J.: Metoda podziału kosztów własnych elektrociepłowni między oddawaną z niej energią elektryczną i cieplną. PAN, Łódź - Warszawa 1962.

ОПТИМАЛЬНЫЙ ИСПАРИТЕЛЬ-УТИЛИЗАТОР

Р е з ю м е

На основании общих экономических принципов [2] автор разработал метод определения оптимальной температуры насыщенного пара и оптимальной паропроизводительности испарителя - утилизатора. При оптимальном значении параметров локальное время возврата капиталовложений равное предельному (6 лет). Для расчета оптимальных параметров автор получил систему сложных уравнений. Следует из этого, что аналитический метод оптимизации возможен но не удобен даже в довольно простом случае исларителя - утилизатора.

OPTIMIZATION OF WASTE-HEAT BOILER

S u m m a r y

In the article the calculation method for determining the best economical steam point and steaming rate of waste-heat boiler (without superheater), is described. Presented method is based on the general partial principles of the optimization of heat processes. One shoud take into consideration the total co-operation of waste-heat boiler and all steam receivers.