

M>D 621:66.045.1:697.34

**Е.Г. БРАТУТА**, ^-j l\_og . gZnd; ijhn . GLM«OI1 », f . OZjd\  
**А.М. ГАИЖА**, dZg^ . l\_og . gZnd; ħp . GLM«OI1 », f . OZjd\  
**Н.А. МАРЧЕНКО**, dZg^ . l\_og . gZnd; ħp . GLM«OI1 », f . OZjd\  
 \

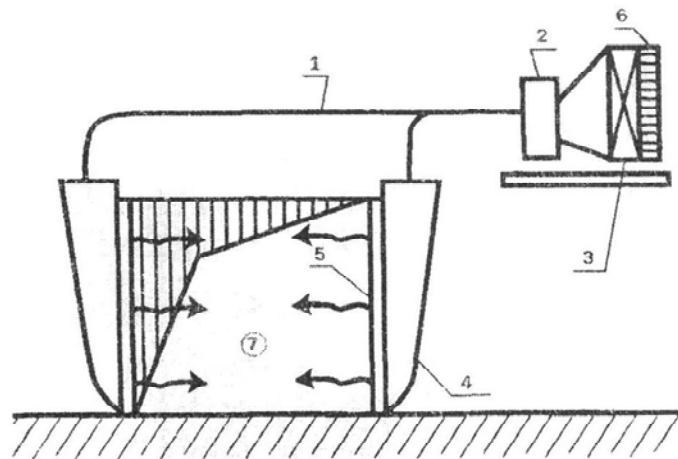
**:G:E1A IHLB IH4LYGH -LPEHBO A:4K AMJOMGGYF**  
**NDLBGHKL1 D:EHBNGH2 MKL:GHDB**

KhaZgZ mlhg\_ggZy f\_lh^ bdZ ey jZkq\_lZ l\_i ehc ijhb a\hb l\_evghklb dZehjbn\_jg uo mklZgh d. F\_lh bdZ mflu\_l qbkeh jy^h\, ohh \ \ dZehjbn\_jZo, ihke\_hZl\_evgh kh\_bg\_gguo k\_dpbc b b kdj\_lg h\_ jZkij\_^e\_gb\_ dhwnnbpb\_glh\ l\_ichi\_j\_Zqb b l\_fi\_jZlmjgu o gZihjh\ . JZaj Z[hZggg\_ f\_lh^ b kj\_ ^kl\ Zih a\heyx l jZkkqblZlv l\_iehmx ijhba\hb l\_evghklv kkl\_f u hlhi\_e\_gby, \glbeyppb b dhgðpbh gbjhZgby gZj Zaebqguo j\_` bfZo k mq\_lhf mkelhc wdkienZlZpbb.

The refined methodic for heat productivity calculation of heater plants is marking. The methodic take into account line number, series connection sections and discrete distribution of heat transfer parameters. The marking methods and means permit to calculation of heat productivity of heating system, ventilation and conditioning in different mode of operation taking into account service conditions.

<klmi . M hklZgge qZk ma\`yadma fZkhpf m\_ ^gggyf m\_dkie nZlZp\_ \ebdbo lhj]h\evgbo , hnkgb o p\_glj\_ • kdeZkvdbo ijbfs\_gv rbjhdh ihrbj\_ggy gZ[meh ðdhjbklZggy ihj ygh-l\_iehbo aZk (ð\ . jbk . 1). Ih\_ lj ygh-l\_ieh\_ aZkb ðdhjbklhmxlvky ey g\_him s\_ggy jadhjh ijhgbdg\_ggy ihjy , sh agZohðlvky aahg\_ ijbfs\_ggy , q\_j\_a ðjbl\_ ijhjab (Xj\_ , hjhZ ) , Z lZdh` – ey aZobklm\_ i\_j\_lZggy ihjy a hgh]h ijbfs\_ggy m gr\_ . AZkb lZdh` fh` mlv ðdhjbklhmxlvky e y hZldh]h hiZe\_ggy ijbfs\_gv [1]. Hgbf a hkghgbo \_e\_f\_gl\_ m ihjygh -l\_ieh\_ aZk\_ } ihjhi\_jgbd (dZehjbn\_jgZ mklZgh\dZ), ydbc fh\_ [mlb \_e\_dljbgbf qb hfgb f . GZ\_lZi\_ jhah[d b kkl\_f hiZe\_ggy, \glbeyp\_ • dhgðphgm Zggy bgbdZ} aZZqZ ð[ hjm dZehjbn\_j\_ a kgnxq bo fhðndZpe , m lhf m qbke\_ c klZgZjlgbo . M ijhp\_k\_ h[kl\_ggy c\_g\_j]\_lbqgh]h Zrðlm hiZexZevgh \_\glbeypegbo kkl\_f , kkl\_f dhgðphgm \Zggy ihjy bgbdZ} aZZqZ mbagZq\_gg\_ l\_ieh\_€ \_n\_dlbghkl\_ dZehjbn\_j\_ a mjZomZggyf hkh[eb\ hkl\_c € \_dkie nZlZp\_€ <\_ € kgh\_€ l\_ieh\_€ ijhm dlbghkl\_ lZ klZgm ih\jog\_ dZehjbn\_j\_ aZe\_blv \_n\_dlbghklv jh[hlb k\_ € kkl\_fb hiZe\_ggy, \glbeyp\_ lZ dhgðphgm \Zggy ihjy . I\_ ^ qZk fh\_ jgaZp\_ € kgnxqbo kkl\_f lZ bh[e\_g\_g\_ j\_dhf\_gZpe a ihs\_ggy € \_n\_dlbghkl\_ lZdh` g\_h[o\_gh agZlv l\_ieh\_ ijhm dlbghklv dZehjbn\_j\_ ijb\_jagbo j\_bfZo •mfh\Zo jh[hlb .

IhklZghdZ aZZq . M Zg\_c jh[ hl\_ ihklZe\_gZ aZZqZ: jhah[blb mlhg\_g\_ aZe\_ghkl\_ ey bagZq\_ggy l\_ieh\_€ ijhm dlbghkl\_ , sh ihbgg\_ jZoh\ m\_Zlv hkh[ebhkl\_ dhgkljmdp\_€ dhfihg mZggy hfgbo dZehjbn\_j\_ \ mklZgh\p\_ mfh\b\_ € \_dkie nZlZp\_€ m kkl\_f\_ ihjygh -l\_iehbo aZk\_ . < aZe\_ghkl\_ \_ l\_fi\_jZl mj b ahgrgvh]h ihjy lZ aZZgh]h aZdhgnj\_]mexZggy ð ljZlv f\_j\_gh\_€ hð mkbkl\_f\_ l\_iehikhZqZggy ih\_j\_anevlmxq\_e l\_ieh\_ ijhm dlbghkl\_ dZehjbn\_jgh\_€ mklZghðb bagZqZ]vky nZdlbqgZ l\_fi\_jZl mjZ ihjy , sh i\_ •jjZ]vky , lZ ahjhlgh\_€ f\_j\_gh\_ € hð . Klh\_j\_gZ f\_lh^ bdZ ihbggZ fZlv fhèbklv ifhj m aZdhgnj\_]mexZggy ðljZlv f\_j\_gh\_€ hð , sh[ ðdhgm Zebky ijh\_dlg\_ agZq\_ggy l\_fi\_jZl mj b ihjy aZkb .



1 – итїїїїїїї ; 2 – \g l beylhj ; 3 – dZehjbn\_j ;  
 4 – итїїїїїїї j ğhfjgh jh jh ai h^ em  
 5 – sebggZ gZkZdZ; 6 – ne vlj; 7 – i j hj^ a

Жбк. 1. Ко\_f Zih їjygh -l\_i ehї€ aZkb

<bjr\_ggy . Ih kh€ dhgkljmdp€ dZehjbn\_jb [mZ xlv hġhohfı İZ [Z]Zlhoħfı . ;Z]Zlhoħfı dZehjbn\_jb klZghęxxl vky, yd ijZbēh , a ]hjbahglZevgbf jhalZr nZg gyf ljm[ hd. DZehjbn\_jg• mkZgh\ db dhfihgm x lvky a ^devdho hġhıbigbo dZehjbn\_jı . Ih l\_iehghkx dZehjbn\_jb a'ġ mxlv f• kh[hx ihkeħgh , qb iZjZe\_evgh aZ afrZghx ko\_fhx , m yde } devdZ lj mi ihkeħgh a'ġZgbo dZehjbn\_jı . Dhgkljmdl b\gh dZehjbn\_jb bđhgm xlvky \ hkghghfm lj m[qZklh-j\_jbklfbf qb ieZkl bgqZlh-j\_jbklfbf . M klZgZjl gbo dZehjbn\_jZo (DNK, DN; , DAIİ , MQII , DNKH, DN;H , DFK , DF; , DA<I , DQ<I , KL> , D< , D<F , D<K), k\_dpıyo iġı mD^ • [Zahıo l\_iehh[fġgbdZo dhgđphġjı Dl ihıjy ihi\_j\_qgh hfbZ} hđ g, Z , ljb qb [evr\_ jyđ hj\_lj\_gbo ljm[ . <hZ l\_q\_ mk\_j\_đg• ljm[ , hđg jy^ ljm[ dexqZ} devdZ ohı (h 8) \ hġhfm oh^ agZchđlvky devdZ jyı ljm[ [2].

Ijb jhajZomgdm l\_iehh€ ijhımdlbgħkl• dZehjbn\_jg h]h iġı m abqZcg h bđhjıbklhımxlv İZdmaZe\_g• klv [2, 3]:

$$Q = \varepsilon \cdot W_f \cdot \nabla, \quad (1)$$

^ Q – l\_iehZ ijhımdlbgħklv ZiZjZl m d<l; W\_fı – f\_gr\_ agZq\_ggy hġgh]h \_dZe\_glm k\_j\_hıps , sh h[f• gxxlvky l\_iehlx , d<l/° ; ∇ – fZdkbfZevgZ jagbpy l\_fi\_jZl mj f• k\_j^hıpsZfb (l\_iehghkf • ihıjyf gZ ph^ ), ° ; ε – [ajhafġZ iblhfZ l\_iehZ ijhımdlbgħklv ZiZjZlZ, sh ljZbpegh bāgZqZlvky ih\_fıjıbqge nhjfme• / .Y. Khdeh\Z[3].

dZehjbn\_jı \ebqbgZ dh\_npġlZ l\_iehi\_j^ Zq• k bāgZqZlvky ih maZ]Zevg\_genhjfme• [2, 3]:

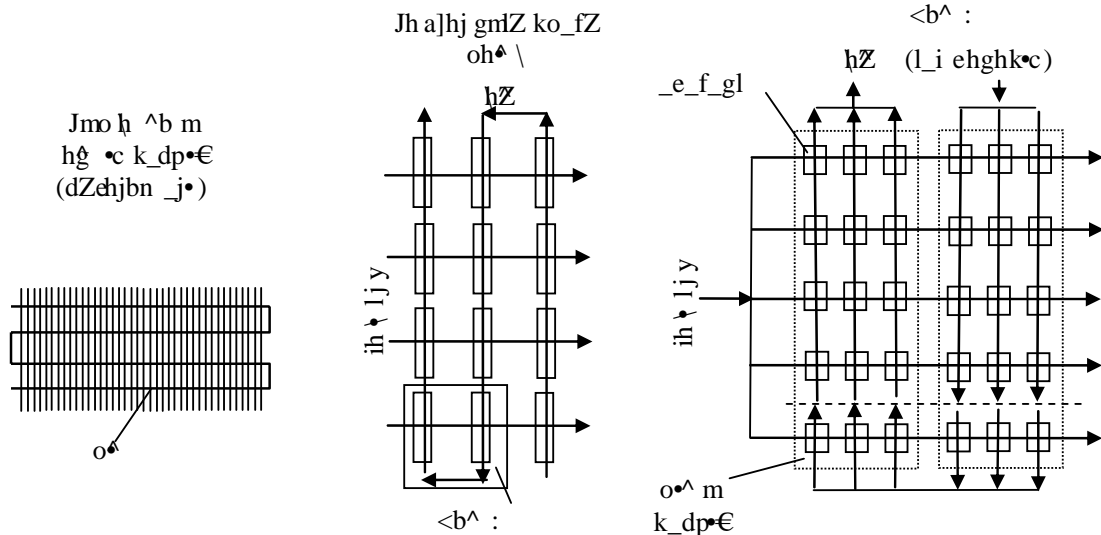
$$k = C \cdot (v_p)_i^{m_1} \cdot w_1^{m_2}, \quad (2)$$

^ (v\_p) – fZkhZ rđdklv ihıjy \ bħfm i\_j\_lbg• , d]/(f^2·k); w\_1 – rđdklv l\_iehghky (hđ ) mljm[ Zq f /k.

>ey klZgZjlgbo ZiZjZl\ iehs• l\_iehi\_j\_Zq• F, C, m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>, b\ i\_j\_lbgb • ijhog• iehs• éy hñ ijbhylvky \ hñbdZo lZ dZlZeh]Zo[2] lZ g .

Ke• aZagZqblñ, sh [\_ajhafjgZ iblh fZl\_iehZ ijhm dlbqklv ih\_fijb qge nhjfme• / .Y. Khdeh\Zg\_}Zohm} nZdlhjb dhfihghdb (qbkeh jy\ ljm[, qbkeh oh\ \ hñhfm dZehjbn\_j• , ko\_fm a'Zggy dZehjbn\_j• , g\_j\ ghfjgklv jhahem ih\ l\_j y• hñ , aZ[jm^g\_ggy) lZ } gZ[eb`ghx .

<bohñqb a• kdZaZgñh bs\_ , jhajh[e\_gh mlhgq\_gm fZl\_fZlbggm fh^e v, f\_lhñd mlZ Ze]hjblfb éy jhajZomgdm[\_ajhafjgh€ iblhfh€ l\_iehh€ ijhm dlbqkl• dZehjbn\_j• . >ey ZiZjZl\ ihñjygh]h hoheh^ggy (:IH ) , ihñjhhoheh^ nZq\ dhfij\_khj\ , dZehjbn\_j• kbkl\_f \glbeyp€ ihñgZ jhajZomgdhZ ko\_fZ, fZl\_fZlbggZ fh^ev • f\_lhñdZ ijb\^g• \ jh[h]Zo [4] lZ g . Klñj\_gh maZ]Zeg\_gmjhajZomgdh\m ko\_fm éy dZehjbn\_jg h€mkZgh\ db (ñ . jbk . 2), sh } [•evr kdeZ^ghx, qbf m:IH , ihñjhhoheh^ nZqZo dhfij\_kh j• . <ñññ ñ hkh[ebñkl\_c dhfihgm \Zggy dZehjbn\_j• lZ mlkZgh\ db \ pehf m jmo l\_ieh ghk€ - kdeZ^gbc afr Zgbc [Z]Zlhoñhñc aZ]Zevgbf ijhlblhdhf .



Jbk . 2. Ko\_f ZdZehjbn\_jg h€mkZgh\ b

K\_j\_hñs\_ , sh jmoZ]vk y nk\_j\_`bg• ljm[ (h^Z), i\_j\_fr ñlvky \ f\_Zo hñh]h jyñ ljm[, f• ohZfb lZ dZehjbn\_jZfb . Ahñrg} k\_j\_h \ bs\_ (ihñjy ) i\_j\_fr ñlvky ijb jmk• f• j\_ljZfb (ñ . jbk . 2). LZdbf qbghf , yd ihñjy , lZd • hZ jmoZxlvky hdj\_fbf klj mf\_gy fb , qbkeh ydbo dgp\\_ . :lhjZfb aZijhghZgh , sh \_e\_f\_glZfb , a ydbo kdhfihghZgbc l\_iehh[fggbd , } gZcijhkl• ko\_fb hñhdjZlgh]h i\_j\_oj\_kgh]h iebgm a ihñbf i\_j\_fr nZggyf h[ho l\_iehghk€ ih ohñ . Ke• aZagZqblñ, sh [evrklv ljZðpegbo iohñ ñ ðkdj\_lgh]h jhajZomgdm l\_iehh[fggbd\ i\_j\_{ZqZ} jha[bñ mih\_jog• gZ\\_ebd\_ qbkeh \_e\_f\_gl\ (dgp\_ño jaghkl\_c) , ^ , yd ijZbeh , g\_}Zohm x lvky hkh[ebñkl• jmomk\_j\_hñs\_ \ \_e\_f\_glZo . MaZijhghZge ZlhjZfb f\_lhñp• \_n\_dlbqklv dhñh]h i\_j\_oj\_kghiebggh]h \_e\_f\_glZ a jbk . 2 lZ l\_fi\_jZl mj b l\_iehghk€ gZboh• a\_e\_f\_gl\ [mñ lv bjZZlby lZdbf qbghf [4, 5]:

$$P_- = \frac{1}{\frac{1}{1 - e^{-NTU_2}} + \frac{R}{1 - e^{-R \cdot NTU_2}} - \frac{1}{NTU_2}}; \quad (3)$$

$$t_{i_2} = t_{i_1} + P_-(t_{1_1} - t_{i_1}) \cdot t_{1_2} = t_{1_1} - P_- R (t_{1_1} - t_{i_1}), \quad (4)$$

$\Delta t_{\text{ср}}$  – среднее значение температур,  $t_{1_1}$  и  $t_{i_1}$  – температуры в начале и в конце теплообмена; "1" – температура теплоносителя, "2" – температура охлаждающей среды; "i" – температура теплоносителя в начале теплообмена;  $R = \frac{W_1}{W_2}$ ,  $NTU_2 = \frac{K \cdot F}{W_1}$ .

Используя формулы (3)–(4), можно определить температуры теплоносителя и охлаждающей среды в начале и в конце теплообмена. Для этого необходимо знать температуры теплоносителя и охлаждающей среды в начале теплообмена, коэффициент теплопередачи, площадь теплообмена и расход теплоносителя. Если известны температуры теплоносителя и охлаждающей среды в начале теплообмена, то можно определить температуры теплоносителя и охлаждающей среды в конце теплообмена. Если известны температуры теплоносителя и охлаждающей среды в конце теплообмена, то можно определить температуры теплоносителя и охлаждающей среды в начале теплообмена.

Можно также определить температуры теплоносителя и охлаждающей среды в начале и в конце теплообмена, если известны температуры теплоносителя и охлаждающей среды в начале теплообмена, коэффициент теплопередачи, площадь теплообмена и расход теплоносителя.

$$\varepsilon = \frac{\tau_{h_1} - \tau_{h_2}}{\Delta t_{\text{ср}}}, \text{ ydsh } W_f = W_{\text{т}} \cdot \varepsilon = \frac{\tau_{h_1} - \tau_{h_2}}{R \cdot \Delta t_{\text{ср}}}, \text{ ydsh } W_f = W_{\text{т}}, \quad (5)$$

$\tau_{h_1}$  – температура теплоносителя в начале теплообмена;  $\tau_{h_2}$  – температура теплоносителя в конце теплообмена;  $\Delta t_{\text{ср}}$  – среднее значение температур;  $n_1$  – количество теплообменников;  $t_{1_{2ei}}$  – температура теплоносителя в начале теплообмена;  $t_{1_{2ei}}$  – температура теплоносителя в конце теплообмена;  $t_{1_{2ei}}$  – температура теплоносителя в начале теплообмена;  $t_{1_{2ei}}$  – температура теплоносителя в конце теплообмена.

Анализ результатов расчета показывает, что при изменении расхода теплоносителя температура теплоносителя в начале теплообмена увеличивается, а температура теплоносителя в конце теплообмена уменьшается. Это связано с тем, что при увеличении расхода теплоносителя увеличивается количество теплообменников, что приводит к увеличению температуры теплоносителя в начале теплообмена и уменьшению температуры теплоносителя в конце теплообмена.

(jhajZomgdhZ lhqdZ) bagZqZeZky ih nhj f me• (1), ^ [ajhafjgZ iblhFZ l\_iehZ ijhm dlbqklv ZiZjZlZjZomZeZkv ih fijbqge nhjfme• / .Y. KhdhehZ [2, 3].

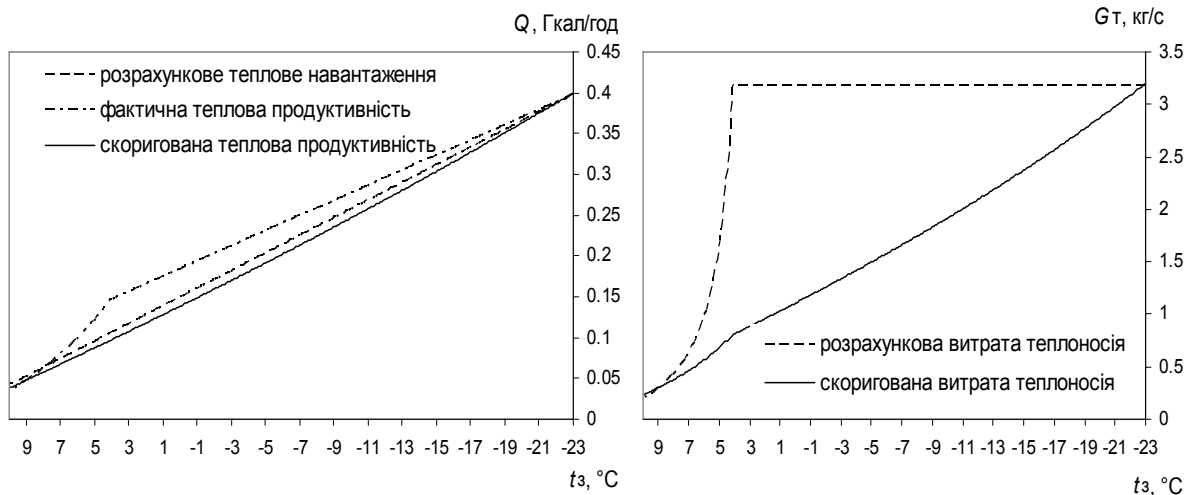
G\_h[oqZ l\_fi\_jZl mjZihjy aZkb bagZqZlvky jgygyf [1]:

$$t_{aZ} = t_a + \frac{t_{af} - t_a}{q \cdot (1 - Q)}, \quad (6)$$

^ t\_af - l\_fi\_jZl mjZihjy m^jblhfm ijha• (ghjfZlbgZ ey jag bo b^ nmgdphgm\Zggyijbfs\_ggy ; ijbcfZlvky jghx 14°); q - ghr\_ggy bljZl b ihjy aZkb h bljZl q\_j\_a ^jblbc ijha (ey [hdhpo aZk 0,6-0,7; gb^ o - 1; ijbcfZlvky 0,7);

Q - ghr\_ggy devdhkl• l\_iehZ, sh ljZqZlvky a ihjyf, sh bohblv q\_j\_a ^ jblbc ijha gZahg•, h l\_iehZ ihlmghkl• dZehjbn\_j^ aZkb (bagZqZlvky ih ghfh] jZfZf [1]; ijbcfZlvky 0,12).

GZ jbk.3 ij\_klZe\_g• j\_amevlZl ajh[e\_gh]h ZgZeam ijb aZ^Zghfm aZdhg• j\_mexZgg y bljZl l\_iehghky lZ kdjh\_dlhZghfm aZdhg• a mfh\b, sh[ l\_fi\_jZl mjZ ihjy, sh ihZlvky h aZkb, [meZ ijh\_dlghx m hghkl• h l\_fi\_jZl mj b ahgrgvh]h ihjy (aZe\_gklv (6).



Jbk . 3. L\_ie hZ ijhmdlbqklv lZ bl jZlZl\_i ehghky mdZehjbn\_jg °c mklZgh•

GZ jbk.4 ij\_klZe\_g• jhajZomgdh^ l\_fi\_jZl mj b l\_iehghky • ihjy dZehjbn\_j^, sh ihZ}lvky h aZkb, ijb aZ^Zghfm aZdhg• j\_mexZgg y bljZl h^ nZdlbqgbo l\_fi\_jZl mj ihjy • ahjhlgh€ f\_j\_gh€ h ^b ijb kdjh]hZghfm aZdhg• j\_mexZgg y, ZlZdh` - ijb km lghkl• j\_mexZgg y €bljZl .

<bkghdb . Yd bgh a ij\_klZe\_gh]h gZ jbk.3 ZgZeam \_ndlbghkl• dZehjbn\_jg h€mklZgh\db, ijZdlbqgh mkvghfm ZiZahg • l\_fi\_jZl mj ahg• r gv]h ihj y kg m} i\_j\_bs\_ggy nZdlbqgh€ b l\_jZl b l\_iehZ gZ^ jhajZomgdh^f . >ey lh]h, sh[ l\_fi\_jZl mjZ ihjy, sh ihZlvky h aZkb, [meZ gZ jg• ijh\_dlgh€, g\_h[oqh kdjh\_lmZl b aZdhg j\_mexZgg y bljZl f\_j\_gh€ h^ boh yqb a \_ndlbghkl• dZehjbn\_j^ (b\ . jbk.3, 4). Ijb pvghfm bljZlZ l\_iehZ [m^ gZlv ljhob f\_gr \_ jhajZomgdhh€, q\_j\_a l, sh \ jhajh[e\_ge f\_lhdp• jZoh\ m}lvky af °gZl\_iehnabqgbo eZklb^kl\_c ihjy lZ h^ . HljbfZg• j\_amevlZl fhmlv [mlb hkghx ey jhajh[db

Контроль температуры подачи и обратного теплоносителя в зависимости от температуры теплоносителя в системе. Исходные данные: температура подачи  $t_{\text{п}} = 110^\circ\text{C}$ , температура обратного теплоносителя  $t_{\text{об}} = 70^\circ\text{C}$ , температура теплоносителя в системе  $t_{\text{с}} = 20^\circ\text{C}$ . Расчетные значения: температура подачи  $t_{\text{п}} = 110^\circ\text{C}$ , температура обратного теплоносителя  $t_{\text{об}} = 70^\circ\text{C}$ , температура теплоносителя в системе  $t_{\text{с}} = 20^\circ\text{C}$ .

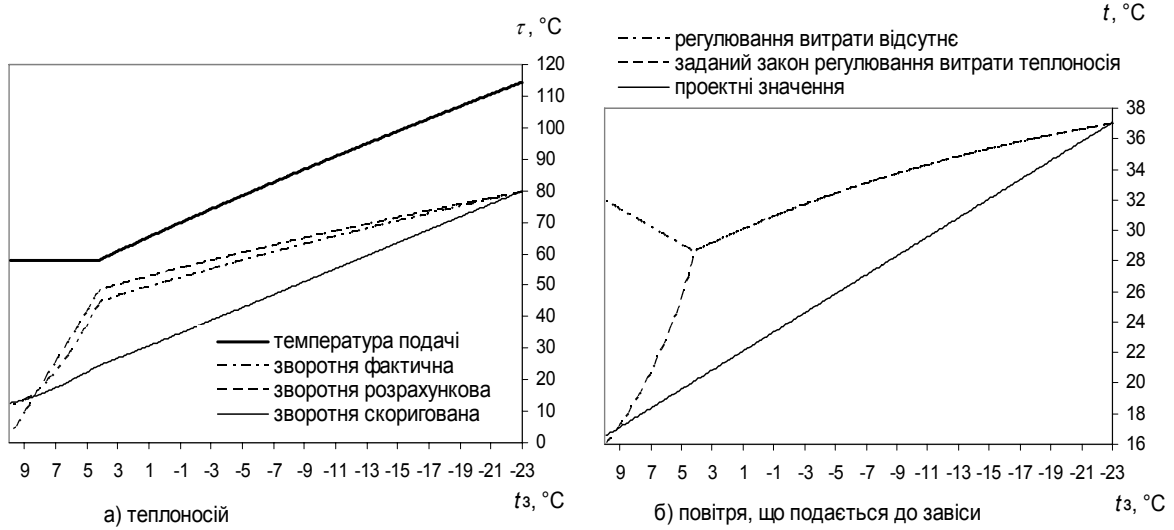


Рис. 4. Зависимость температуры подачи и обратного теплоносителя от температуры теплоносителя в системе.

Исходные данные: температура подачи  $t_{\text{п}} = 110^\circ\text{C}$ , температура обратного теплоносителя  $t_{\text{об}} = 70^\circ\text{C}$ , температура теплоносителя в системе  $t_{\text{с}} = 20^\circ\text{C}$ . Расчетные значения: температура подачи  $t_{\text{п}} = 110^\circ\text{C}$ , температура обратного теплоносителя  $t_{\text{об}} = 70^\circ\text{C}$ , температура теплоносителя в системе  $t_{\text{с}} = 20^\circ\text{C}$ .

Кибкидзе Г.И. : 1. Стомахина Г.И. // ИИЭТ, 2003. - № 1. - С. 10-12. 2. Манюк В.И. // Энергетика, 1988. - № 1. - С. 10-12. 3. Юренев В.И. // ИИЭТ, 1975. - № 1. - С. 10-12. 4. Братуца Э.И. // ИИЭТ, 2008. - № 1. - С. 10-12. 5. Петухов Б.С. // ИИЭТ, 1987. - № 1. - С. 10-12. 6. ДЛФ 204 МДЖЗ. - Д.: ИИЭТ, 2001. - С. 10-12.

© : j ZlmZ? ., =ZgZ : .F ., FZj q\_gdh G.: ., 2010  
Надійшла до редколегії 12.02.10