

*М. М. НЕЧУЙВИТЕР*

### ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАРОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ К-120-6,4 БЛОКА ПГУ-345

**АНОТАЦІЯ** Для кліматологічних умов східної частини України досліджувались можливості підвищення ефективності експлуатації паротурбінної установки К-120-6,4 блоку ПГУ-345 шляхом забезпечення річного графіка теплових навантажень та вибору оптимальних варіантів відпуску теплоти. Технічний ефект варіанта відпуску теплоти впродовж опалювального сезону при постійній витраті мережної води – це збільшення виробництва електричної енергії на  $111,7 \cdot 10^3$  МВт – годин/рік.

**Ключові слова:** паротурбінна установка, циліндр високого тиску, циліндр низького тиску, парогазова установка, теплофікаційна установка, тепловий споживач, графік річних витрат теплоти, тепла енергія, електрична потужність, техніко-економічна ефективність.

*М. М. NECHUIVITER*

### INCREASING THE TECHNOECONOMIC OPERATING EFFICIENCY OF STEAM TURBINE PLANT K-120-6.4 OF THE UNIT OF STEAM AND GAS PLANT SGP-345

**ABSTRACT** Consideration is given to the issues of saving energy resources for thermal power engineering branch, in particular thermal power plants that are operated at the present time and are subject to the modernization and reconstruction and are situated at a certain distance from industrial and residential buildings. With regard to the steam-turbine plant K-120-6.4 of the unit of steam and gas plant SGP-345 consideration was given to the possibility of an increase in the efficiency of its operation taking into account the climatological conditions of the East Ukraine, assuring the annual schedule of thermal loads and analyzing heat release options. The technical effect of the heat released by the cogeneration unit for the purposes of heat supply during the year for the proposed option of the heat release of  $Q_T = 105$  MW (90 Gcal/year) at a fixed discharge of the heating-system water in comparison with the option of the heat release of  $Q_T = 105$  MW (90 Gcal/year) at variable discharge of heating – system water can be described as an increase in the electric power production  $\Delta W_e$ , equal to  $111,7 \cdot 10^3$  MW-hour/year.

**Key words:** steam-turbine plant, high pressure cylinder, low pressure cylinder, steam-gas plant, cogeneration plant, thermal consumer, annual heat discharge schedule, heat power, electric power, and the technoeconomic efficiency.

#### Вступ

Проблема заощадження енергетичних ресурсів України є однією з найважливіших проблем. Задачі цієї проблеми в галузі теплоенергетики є комплексними, вимагають пошуку нових шляхів удосконалення енергетично ощадних технологій виробництва теплової та електричної енергії. Для ТЕС, котрі в теперішній час знаходяться в експлуатації, підлягають модернізації, реконструкції та розташовані на визначеній відстані від промислово-житлових комплексів задача цієї проблеми може вирішуватися шляхом оптимізації параметрів систем тепlopостачання з урахуванням графіків теплового та електричного навантаження систем тепlopостачання та енергетичної системи.

#### Аналіз основних досягнень та літератури

За даними інституту енергетичних досліджень РАН [1] на стан 1991 р. енергоємність внутрішнього національного доходу складала в минулому в СРСР 3–5 кг. у.п./р., в Японії та США відповідно 0,5; 0,8.

За даними [2] енергоємність внутрішнього валового продукту на 1\$ складала (дані 2007 р.) в країнах Великобританії – 115 г, Німеччині, Японії

– 140 г, Росії – 350 г. в Україні 414 г палива в нафтовому еквіваленті.

Найбільший показник енергоємності внутрішнього національного доходу припадає на Україну. Так, за даними [3] на стан 2010 р., в Україні на \$1 тисячу виробленої продукції в витрачалось 0,55 т умовного палива.

У цьому зв'язку проблема енергетичного заощадження набуває особливої актуальності. Одним з раціональних шляхів інтенсифікації паливно-енергетичного комплексу, котрий є джерелом енергетичного заощадження, екологічно «чистим» джерелом енергії, теплоти є шлях удосконалення енергетично ощадних технологій виробництва теплової та електричної енергії шляхом оптимізації параметрів систем тепlopостачання – температури прямої мережної води, з урахуванням графіків теплового та електричного навантаження тепlopостачання та енергетичної системи.

Аналіз робіт [4–8] в напрямі підвищення техніко-економічної ефективності експлуатації паротурбінних установок дозволив констатувати наступне: для ТЕС України, котрі в теперішній час знаходяться в експлуатації, модернізації, реконструкції, розташовані на визначеній відстані від промислових житлових комплексів та приймають участь в регулюванні потужності енергосистеми доцільним є відпуск теплоти для цілей тепलो-

стачання з акумуляцією надлишкової кількості теплоти в транзитних трубопроводах систем централізованого теплопостачання.

Останнє дозволяє розширити діапазон регулювання потужності енергосистеми. Найбільш перспективним технічним рішенням з цього питання є визначення раціональних режимів відпуску теплоти ТЕС, ТЕЦ теплофікаційних відборів паротурбінної установки К-120-6,4 ПГУ-345.

### Мета дослідження, постановка задачі

Метою даної статті є підвищення ефективності експлуатації парогазового блоку ПГУ-345 шляхом максимально – можливого відпуску теплоти теплофікаційною установкою впродовж опалювального сезону з акумулюванням теплоти мережної води в системі централізованого теплопостачання.

Задачі дослідження – визначення оптимальних режимних параметрів відпуску теплоти відпуску теплоти теплофікаційною установкою впродовж опалювального сезону.

### Матеріали дослідження

Для побудови графіка річних витрат теплоти від ТЕС з блоком ПГУ-345, котрий представлено на рис. 1, приймалися кліматологічні дані для умов теплопостачання промислово-житлового комплексу східної частини України. При цьому коефіцієнт теплофікації приймався рівним оптимальному значенню  $\alpha_T = 0,6$ , а долі теплового навантаження вентиляційного  $\gamma_v$  та гарячого водопостачання  $\gamma_{гв}$  відповідно приймалися згідно існуючих норм рівними відповідно 0,17 і 0,12. Розрахунковий відпуск теплоти з відборів турбоустановки складав  $Q_T = 105$  МВт або 90 Гкал/год. Розрахунок даних, котрі необхідні для побудови графіка річних витрат теплоти здійснювався за методикою [9].

Для прийнятих умов максимальне теплове навантаження, розрахункове навантаження вентиляції, гарячого водопостачання для зимового та літнього періодів визначалось за відповідними залежностями

$$Q_{T, \max} = \alpha_T Q_{\text{розр. відб}}, \quad (1)$$

де  $Q_{T, \max}$  – максимальне теплове навантаження;  $Q_{\text{розр. відб}}$  – розрахункове навантаження відборів турбіни;

$$Q_{\text{розр. в.}} = \gamma_{v, \text{розр}} Q_{T, \max}, \quad (2)$$

де  $\gamma_{v, \text{розр}}$  – доля розрахункового теплового навантаження вентиляції;  $Q_{\text{розр. в.}}$  – розрахункове навантаження вентиляції.

$$Q_{\text{розр. гв. зм}} = \gamma_{гв, \text{розр. зм}} Q_{T, \max}, \quad (3)$$

де  $\gamma_{гв, \text{розр. зм}}$  – доля розрахункового навантаження гарячого водопостачання для періоду зими;  $Q_{\text{розр. гв. зм}}$  – розрахункове навантаження гарячого водопостачання (середньо тижневе) в опалювальний період.

Для літнього періоду середньо тижневе навантаження гарячого водопостачання визначається за залежністю

$$Q_{\text{розр. гв. літ}} = k Q_{\text{розр. гв. зм}}, \quad (4)$$

де  $k$  – коефіцієнт співвідношення навантаження гарячого водопостачання літнього та зимового періодів. Для даного випадку приймався рівним 0,7.

Розрахункове навантаження опалення визначається за залежністю

$$Q_{\text{розр. опал.}} = Q_{T, \max} - Q_{\text{розр. в.}} - Q_{\text{розр. гв. зм.}} \quad (5)$$

Значення теплового навантаження опалення в залежності від температури зовнішнього повітря мінус 23 °С та розрахункової температури в середині приміщень («плюс» 18 °С) визначались за залежністю

$$Q_{\text{опал.}} = Q_{\text{розр. опал.}} [(t_{\text{прим}} - t_{\text{зп}})/(t_{\text{прим}} - t_{\text{розр. оп}})], \quad (6)$$

де  $t_{\text{розр. оп}}$  – розрахункова температура опалювального періоду (для даних умов прийнята мінус 23 °С, що дорівнює мінімальній температурі регіону сходу України);  $t_{\text{зп}}$  – температура зовнішнього повітря, °С;  $t_{\text{прим}}$  – температура всередині приміщень, (приймається згідно норм проектування та [10]) плюс 18 °С.

Розрахункові значення максимального теплового навантаження, навантаження вентиляції, гарячого водопостачання, середньо тижневе навантаження гарячого водопостачання в літній період, навантаження опалення для мінімальної температури зовнішнього повітря (мінус 23 °С) для прийнятих умов складають відповідно  $Q_{T, \max} = 159$ ;  $Q_{\text{розр. в.}} = 17,85$ ;  $Q_{\text{розр. гв. зм}} = 12,6$ ;  $Q_{\text{розр. гв. літ}} = 8,82$ ;  $Q_{\text{розр. опал.}} = 128,55$  МВт.

Графік теплового навантаження теплофікаційної установки в залежності від температури зовнішнього повітря та графік річного відпуску теплоти теплофікаційною установкою блоку представлено на рис. 1 та 2.

Для графіка річних витрат теплоти теплофікаційною установкою блоку ПГУ-345 для умов сходу України досліджувались наступні варіанти відпуску теплоти:

– початковий (порівнювальний) з відпуском теплоти  $Q_T = 105$  МВт з наступним зниженням теплового навантаження у відповідності з графіком річного відпуску теплоти в діапазоні температур зовнішнього повітря від мінус 23 °С до плюс 8 °С.

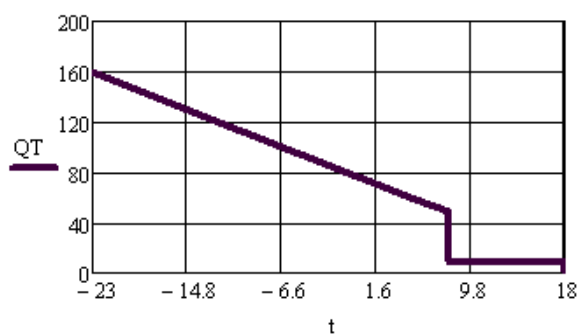


Рис. 1 – Графік теплового навантаження теплофікаційної установки в залежності від температури зовнішнього повітря:  $QT$  – теплове навантаження, МВт;  $t$  – температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}C$

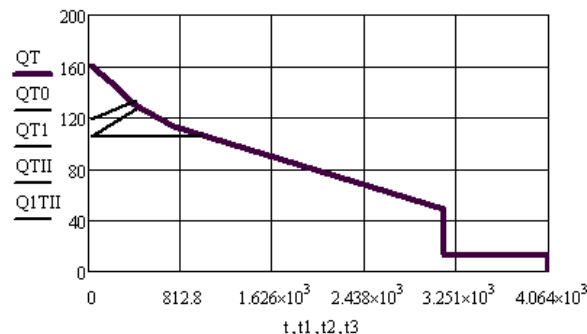


Рис. 3 – Графік річного та додаткового відпуску теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійних температур прямої мережної води  $t_{11} = 156$  та  $t_{12} = 168$   $^{\circ}C$ :  $QTII$  – теплове навантаження додаткового відпуску теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійної температури прямої мережної води  $t_{11} = 156$   $^{\circ}C$ ;  $QTIII$  – теплове навантаження додаткового відпуску теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійної температури прямої мережної води  $t_{12} = 168$   $^{\circ}C$

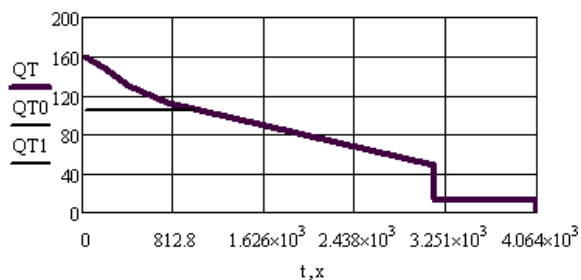


Рис. 2 – Графік річного відпуску теплоти теплофікаційною установкою в залежності від числа годин стояння температури зовнішнього повітря:  $QT$  – теплове навантаження, МВт;  $QT0$  – теплове навантаження початкового (порівнювального) варіанту з відпуском теплоти  $Q_m = 105$  МВт з наступним зниженням теплового навантаження у відповідності з графіком річного відпуску теплоти в діапазоні температур зовнішнього повітря від мінус 23 до плюс 8  $^{\circ}C$  при постійному нагріві  $\Delta t$  та змінній витраті  $G_{мв}$  мережної води;  $QT0I$  – теплове навантаження першого варіанту з відпуском теплоти  $Q_m = 105$  МВт (90 Гкал/год) та наступним зниженням у відповідності з графіком річних витрат теплоти в діапазоні температур зовнішнього повітря від мінус 23 до плюс 8  $^{\circ}C$  при постійних температурі прямої мережної води  $t_1$  та витраті  $G_{мв}$  мережної води

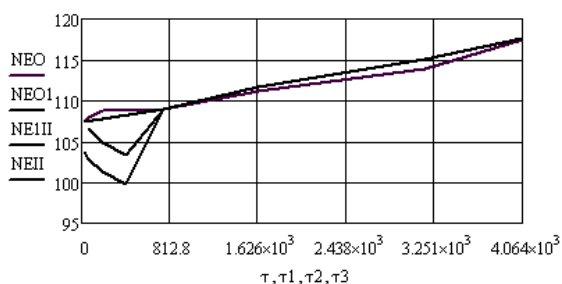


Рис. 4 – Графіки виробництва електричної енергії для досліджуваних варіантів відпуску теплоти теплофікаційною установкою в період опалювального періоду:  $NEO$  – електричне навантаження початкового (порівнювального) варіанту з відпуском теплоти  $Q_m = 105$  МВт з наступним зниженням теплового навантаження у відповідності з графіком річного відпуску теплоти в діапазоні температур зовнішнього повітря від мінус 23 до плюс 8  $^{\circ}C$  при постійному нагріві  $\Delta t$  та змінній витраті  $G_{мв}$  мережної води;  $NEO1$  – електричне навантаження першого варіанту з відпуском теплоти  $Q_m = 105$  МВт (90 Гкал/год) та наступним зниженням у відповідності з графіком річних витрат теплоти в діапазоні температур зовнішнього повітря від мінус 23 до плюс 8  $^{\circ}C$  при постійних температурі прямої мережної води  $t_1$  та витраті  $G_{мв}$  мережної води;  $NEOII$  – електричне навантаження додаткового відпуску теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійної температури прямої мережної води  $t_{11} = 156$   $^{\circ}C$ ;  $NEOIII$  – електричне навантаження додаткового відпуску теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійної температури прямої мережної води  $t_{12} = 168$   $^{\circ}C$

Витрата мережної води має змінний характер. Нагрів води в теплофікаційній установці постійний;

– перший з відпуском теплоти  $Q_T = 105$  МВт (90 Гкал/год) та наступним зниженням у відповідності з графіком річних витрат теплоти в діапазоні температур зовнішнього повітря від мінус 23 до плюс 8 °С при постійній витраті мережної води в останній;

– другий – додатковий відпуск теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійних температур прямої мережної води  $t_{11} = 156$  та  $t_{12} = 168$  °С.

В табл. 1 представлені значення режимно-термодинамічних параметрів блоку ПГУ-345: температури води охолодження,  $t_{охл.в.}$ ; тиску пари на вході в ЦВТ,  $p_0$ ; витрати пари в ЦВТ,  $G_{вт.}$ ; температури пари, що поступає в ЦВТ,  $t_{0,вт.}$ ; витрати пари в, що поступає в ЦНТ,  $G_{нт.}$ ; температури пари, що поступає в ЦНТ,  $t_{нт.}$ ; ентальпії пари на вході в ЦНТ,  $h_{нт.}$ ; кількість теплоти, що знімається повітряно-паровим теплоохолоджувачем  $Q_{п-п тохл.}$ , в залежності від температури зовнішнього повітря в діапазоні температур від мінус 23 до плюс 8 °С.

### Результати дослідження

Графік річного та додаткового відпуску теплоти теплофікаційною установкою з забезпечен-

ням постійних температур прямої мережної води  $t_{11} = 156$  та  $t_{12} = 168$  °С представлено на рис. 3.

Графіки виробництва електричної енергії для досліджуваних варіантів відпуску теплоти теплофікаційною установкою в опалювальний період представлені на рис. 4.

В табл. 2 представлені техніко-економічні показники блоку ПГУ-345 при різних варіантах відпуску теплоти): початковому (порівнювальному) з відпуском теплоти  $Q_T = 105$  МВт (90 Гкал/год) при постійному нагріві води в теплофікаційній установці; пропонуваному з відпуском теплоти  $Q_T = 105$  МВт (90 Гкал/год) при постійній витраті мережної води,  $G_{мв.}$ ; додатковий відпуск теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійних температур прямої мережної води  $t_{11} = 156$  та  $t_{12} = 168$  °С.

Аналіз даних залежності зміни електричної потужності блоку ПГУ-345 впродовж року дозволяє констатувати збільшення виробництва електричної енергії в діапазоні температур «мінус 4,3 – плюс 8 °С». В діапазоні температур зовнішнього повітря «мінус 23 – мінус 4,3 °С» виробництво електричної енергії практично залишається постійним, так як нагрів води мережної води в теплофікаційній установці залишається постійним, та дорівнює 90 °С.

В табл. 3 представлені результати технічної ефективності досліджуваних варіантів відпуску теплоти ПГУ-345 впродовж року.

Таблиця 1 – Значення параметрів  $t_{охл.в.}$ ,  $p_0$ ,  $G_{вт.}$ ,  $t_{0,вт.}$ ,  $G_{нт.}$ ,  $t_{нт.}$ ,  $h_{нт.}$ ,  $Q_{п-п тохл.}$ , в залежності від температури зовнішнього повітря,  $t_{зп}$

Температура зовнішнього повітря $t_{зп}$ , °С	$t_{охл.в.}$ , °С	$p_0$ , кгс/см <sup>2</sup>	$G_{вт.}$ , тн/год	$t_{0,вт.}$ , °С	$G_{нт.}$ , тн/год	$t_{нт.}$ , °С	$h_{нт.}$ , кДж/кг	$Q_{п-п тохл.}$ , Гкал/год (МВт)
Мінус 23	6,0	79,59	353,0	452,0	108	225,0	3257	9,50 (11,00)
Мінус 20	7,0	79,75	352,0	454,0	106	224,6	3273	9,75 (11,33)
Мінус 14	9,5	79,15	351,0	455,0	104	224,5	3302	10,25 (11,91)
Мінус 9,5	11,0	79,32	350,0	457,6	100	224,4	3319	10,50 (12,20)
Мінус 4,3	13,0	79,40	349,5	459,5	97,5	224,0	3344	10,85 (12,60)
Мінус 1,3	13,5	79,20	348,5	461,0	97,0	223,5	3394	10,95 (12,70)
0	14,5	79,10	348,0	462,0	95,5	223,0	3399	11,05 (12,84)
Плюс 1	15,0	79,03	347,5	462,5	95,0	222,5	3401	11,10 (12,90)
Плюс 3	16,0	78,90	346,0	464,0	94,0	222,0	3407	11,25 (13,08)
Плюс 8	17,5	78,53	343,5	466,0	91,0	221,5	3415	11,40 (13,25)

Таблиця 2 – Техніко-економічні показники блоку ПГУ-345 при різних варіантах відпуску теплоти

Варіант відпуску теплоти	$Q_T$ , Гкал/год (МВт)	$t_{зп}$ , °С	$t_1/t_2$ , °С/°С	$\Delta t$ , °С	$G_{мв.}$ , тн/год	Потужність, $N$ , МВт
початковий (порівнювальний) з відпуском теплоти $Q_T = 105$ МВт (90 Гкал/год) при постійному нагріві води, $\Delta t$ , °С	90,2 (104,8)	Мінус 23	156/66	90	940	107,517
	90,1 (104,6)	Мінус 20	152/62	90	940	107,883
	90,0 (104,6)	Мінус 14	144/54	90	940	108,727
	89,8 (104,6)	Мінус 9,5	139/49	90	940	108,527
	88,0 (103,1)	Мінус 5	134/44	90	940	108,823
	80,8 (93,9)	Мінус 3	133,5/43/5	90	843	111,193
	67,3 (78,2)	0	132,5/42,5	90	689	113,827
	60,8 (70,7)	Плюс 1	131/41	90	620	114,995
	55,2 (64,2)	Плюс 3	129/39	90	558	115,967
	42,8 (49,8)	Плюс 8	128/38	90	420	117,444

Окончание таблицы 2

Варіант відпуску теплоти	$Q_T$ , Гкал/год (МВт)	$t_{зп}$ , °C	$t_1/t_2$ , °C/°C	$\Delta t$ , °C	$G_{мв}$ , тн/год	Потужність, $N$ , МВт
пропонованому з відпуском теплоти $Q_T = 105$ МВт (90 Гкал/год) при постійній витраті мережної води $G_{мв} = \text{const}$	80,9 (94,1)	Мінус 3	124,3/43,5	80,8	940	111,684
	67,0 (77, 9)	0	108,5/42,5	66	940	115,068
	59,4 (69,1)	Плюс 1	101,2/41	60,2	940	116,245
	55,8 (64,9)	Плюс 3	93,2/39	54,2	940	116,502
	43,8 (50,9)	Плюс 8	79,6/38	41,6	940	117,621
Другий – додатковий відпуск теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійних температур прямої мережної води $t_{11} = 156$ та $t_{12} = 168$ °C	94,0 (109,3)	Мінус 20	156/70	94	940	106,631
	101,5 (118,0)	Мінус 14	156/62	102	940	104,947
	106 (123,25)	Мінус 9,5	156/57	110	940	103,327
	102,3 (118,9)	Мінус 23	168/74	102	940	103,732
	106,9 (124,3)	Мінус 20	168/70	106	940	102,8976
	113,2 (131,6)	Мінус 14	168/62	114	940	101,279
	117,6 (136,7)	Мінус 9,5	168/57	119	940	99,756

Таблиця 3 – Технічна ефективність досліджуваних варіантів відпуску теплоти ПГУ-345

Варіант відпуску теплоти	Режим роботи ТФУ	Відпуск теплоти ПГУ, $W_T$ , $10^3 \cdot \text{МВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$	Виробництво електричної енергії, $W_e$ , $10^3 \cdot \text{МВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$	Зміна відпуску теплоти $\Delta W_T$ , $10^3 \cdot \text{МВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$	Зміна виробництва електричної енергії $\Delta W_e$ , $10^3 \cdot \text{МВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$
початковий (порівнювальний) з відпуском теплоти $Q_T = 105$ МВт (90 Гкал/год) при постійному нагріві води, $\Delta t$	Постійний нагрів мережної води, $\Delta t = 90$ °C	431,3	986	—	—
пропонованому з відпуском теплоти $Q_T = 105$ МВт (90 Гкал/год) при постійній витраті мережної води, $G_{мв}$	Нагрів води, що забезпечує задане теплове навантаження $Q_T$ та $\Delta t = C_1$ ; $t_1 = C_2$	1097,5; 1085,5	0	—	111,7
Другий – додатковий відпуск теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійних температур прямої мережної води $t_{11} = 156$ та $t_{12} = 168$ °C	Забезпечення постійної температури прямої мережної води $t_{11} = 156$ °C	445,5	1082,2	13,8	3,3
	$t_{12} = 168$ °C	464,1	1077,7	32,4	7,7

### Висновки

Технічний ефект відпуску теплоти теплофікаційною установкою ПГУ-345 для цілей теплопостачання впродовж (опалювального сезону) року для:

– пропонованого варіанту з відпуском теплоти  $Q_T = 105$  МВт (90 Гкал/год) при постійній

витраті мережної води,  $G_{мв}$  та нагріві води, що забезпечує заданий графік річного теплового

навантаження  $Q_T$  – зміна виробництва електричної енергії  $\Delta W_e$  складає –  $111,7 \cdot 10^3$  МВт·год/рік;

навантаження  $Q_T$  – зміна виробництва електричної енергії  $\Delta W_e$  складає –  $111,7 \cdot 10^3$  МВт·год/рік;

– додаткового відпуску теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійної температури прямої мережної води  $t_{11} = 156\text{ }^\circ\text{C}$  – зміна відпуску теплоти  $\Delta W_t$  та зміна виробництва електричної енергії  $\Delta W_e$ , складає відповідно –  $13,8 \cdot 10^3$  та  $3,3 \cdot 10^3$  МВт·год/рік;

— додаткового відпуску теплоти теплофікаційною установкою з забезпеченням постійної температури прямої мережної води  $t_{12} = 168\text{ }^\circ\text{C}$  – зміна відпуску теплоти  $\Delta W_t$  та зміна виробництва електричної енергії  $\Delta W_e$ , складає відповідно –  $32,4 \cdot 10^3$  та  $7,7 \cdot 10^3$  МВт·год/рік.

#### Список літератури

- 1 **Калинин, М.** Кладезь энергосбережения. Информационный бюллетень. 1991 [Текст] / М. Калинин. – М. : ЦНИИатоминформ, 1992. – С. 120–122.
- 2 Повышение синергетического эффекта национальных программ стран-членов СНГ по энергоэффективности и энергосбережению для повышения их энергетической безопасности [Электронный ресурс] : (Проект) / Regional Report Annexes 29 August 2013. – Режим доступа: [www.unece.org/.../pdfs/](http://www.unece.org/.../pdfs/). – Назва з домашньої сторінки Інтернету. – 15.03.2016 г.
- 3 Энергоемкость украинской экономики — самая высокая в Европе [Электронный ресурс] / Капитал 25 апреля 2014, №064 (241). Режим доступа : <http://www.capital.ua/ru/publication/19016>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету. – 15.03.2016 г. [www.unece.org/.../pdfs/.../RegionalReportAnnexes29August2013\\_final\\_Rus.pdf3](http://www.unece.org/.../pdfs/.../RegionalReportAnnexes29August2013_final_Rus.pdf3). <http://www.capital.ua/ru/publication/19016-energoemkost-ukrainskoy-ekonomiki-samaya-vysokaya-v-evrope-industriya-khochet-modernizirovatsya#ixzz3XrTC2io8>.
- 4 **Хрилев, Л. С.** Перспективные направления развития теплофикации и теплоснабжения [Текст] / Л. С. Хрилев // Энергетик. – 1991. – № 5. – С. 3–6.
- 5 **Хрилев, Л. С.** Экономическая целесообразность и необходимость ускоренного развития теплоэнергетики [Текст] / Л. С. Хрилев // Теплоэнергетика. – 1990. – № 9. – С. 2–5.
- 6 **Вирченко, М. А.** Регулирование теплофикационной нагрузки конденсационных турбин с большими отборами при нерегулируемом давлении [Текст] / М. А. Вирченко, Б. А. Аркадьев, В. Ю. Иоффе, Н. В. Лыхвар // Теплоэнергетика. – 1985. – № 12. – С. 11–16.
- 7 **Нечуйвйтер, М. М.** О возможности участия конденсационно-теплофикационных установок в регулировании мощности энергосистемы [Текст] / М. М. Нечуйвйтер, Б. А. Аркадьев // Науч. сб. Проблемы

машиностроения. Институт проблем машиностроения АНУ. 1993. – Вып. 39. – С. 67–73.

- 8 Способ регулирования режима работы ТЭЦ [Текст] : а.с. 1776926: СССР / Б. А. Аркадьев, М. М. Нечуйвйтер. – № 4910159-06; заявл. 12.02.91 ; опубл. 23.11.92, Бюл. № 43. – 21 с.
- 9 **Андрющенко, А. И.** Теплофикационные установки их использование [Текст] / А. И. Андрющенко, Р. З. Аминов, Ю. М. Хлебалин. – М. : Высш. шк., 1989. – 256 с.
- 10 **Соколов, Е. Я.** Теплофикация и тепловые сети [Текст] : учеб. для ВУЗов / Е. Я. Соколов. – М. : Изд-во МЭИ, 2001. – 472 с.

#### Bibliography (transliterated)

- 1 **Kalinin, M.** (1991), *Kladez' jenergosberezenija. Informacionnyj bjulleten'* [Energy Saving Fount. Information Bulletin], CNIIatominform, Moscow, Russia.
- 2 Increasing the Synergetic Effect of National Programs of CIS Member Countries with Regard to the Energy Efficiency and Energy Saving to Increase their Energy Security (2013), Electronic resource: finding resources by subject [Online], Retrieved from: <http://www.unece.org/.../pdfs/> (Accessed 15 March 2016).
- 3 The Energy Intensity of Ukrainian Economy is the Highest in Europe (2014), Electronic resource: finding resources by subject [Online], Retrieved from: <http://www.unece.org/.../pdfs/> (Accessed 15 March 2016).
- 4 **Khrylev, L. S.** (1991), "Perspective Areas of Heat and Heat Supply Development", *Jenergetik*, no. 5, pp. 3–6.
- 5 **Khrylev, L. S.** (1990), "Economic Appropriateness and the Need for the Accelerated Development of Heat Power Engineering", *Teplojenergetika*, no. 9, pp. 2–5.
- 6 **Virchenko, M. A., Arkadiev, B. A., Ioffe, V. U. and Lykhvar, N. V.** (1985), "Control of the Heat Load in Condensing Turbines with Big Bleedings at the Uncontrolled Pressure", *Teplojenergetika*, no. 12, pp. 11–16.
- 7 **Nechuyvyter, M. M. and Arkadiev, B. A.** (1993), "On the Possibility of Using Condensing and Cogenerating Plants for the Power Control of Power Supply Systems", *Scientific Transactions. The Problems of Mechanical Engineering of the National Academy of Ukraine*, no. 39, pp. 67–73.
- 8 **Arkadev, B. A. and Nechuyvyter, M. M.**, USSR (1991), *Sposob regulirovaniya rezhima raboty TJeC* [Method of Control of the Operating Conditions of Heat and Power Plant], USSR, Pat. 4910159-06.
- 9 **Andriushchenko, A. I., Aminov, R. Z. and Khlebalin, U. M.** (1989), *Teplofikacionnye ustanovki ih ispol'zovanie* [Cogeneration Plants and Their Application], Vyssh. Shkola, Moscow, Russia.
- 10 **Sokolov, E. Y.** (2001), *Teplofikacija i teplovyje seti* [Heating and Heat Networks], Publishing House of Moscow Power Engineering Institute, Moscow, Russia.

#### Сведения об авторах (About authors)

**Нечуйвйтер Марія Михайлівна** – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри теплоенергетики та енергозберігаючих технологій, Українська інженерно-педагогічна академія, г. Харків, Україна, (050) 860-87-79, (057) 733-79-43; e-mail: olesya@email.com, ORCID 0000-0001-7997-370X.

**Nechuiviter Mariya Mikhailivna** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), senior staff scientist, Associate Professor Department of Heat-and-Power Engineering and Energy Saving Technologies, Ukrainian Engineering and Pedagogics Academy, Kharkov, Ukraine.

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Нечуйвітер, М. М.** Підвищення техніко-економічної ефективності експлуатації паротурбінної установки К-120-6,4 блока ПГУ-345 [Текст] / **М. М. Нечуйвітер** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХП», 2016. – № 9(1181). – С. 101–107. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2016.09.15.

*Please cite this article as:*

**Nechuiviter, M. M.** (2016), "Increasing the Technoeconomic Operating Efficiency of Steam Turbine Plant K-120-6.4 of the Unit of Steam and Gas Plant SGP-345", *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment*, no. 9(1181), pp. 101–107, ISSN 2078-774X, doi: 10.20998/2078-774X.2016.09.15.

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Нечуйвітер, М. М.** Повышение технико-экономической эффективности эксплуатации паротурбинной установки К-120-6,4 блока ПГУ-345 [Текст] / **М. М. Нечуйвітер** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХП», 2016. – № 9(1181). – С. 101–107. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2016.09.15.

**АННОТАЦИЯ** Для климатологических условий восточной части Украины исследовались возможности повышения эффективности эксплуатации паротурбинной установки К-120-6,4 блока ПГУ-345 обеспечения годового графика тепловых нагрузок и выбора оптимальных вариантов отпуска теплоты. Технический эффект варианта отпуска теплоты на протяжении отопительного сезона при постоянном расходе сетевой воды – это увеличение производства электрической энергии на  $111,7 \cdot 10^3$  МВт·часов/год.

**Ключевые слова:** паротурбинная установка, цилиндр высокого давления, цилиндр низкого давления, парогазовая установка, теплофикаційна установка, тепловой потребитель, график годовых расходов теплоты, тепловая энергия, электрическая мощность, технико-экономическая эффективность.

Надійшла (received) 18.01.2016