

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ БЛОК-МОДУЛЕЙ ГАЗОВЫХ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ ДОГРЕВА ПРИ ГЕОТОПЛИВНЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.

Полунин М.М., Витюков В.В., Коваленко О.В., Полунин Ю.Н.
(Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г.Одесса)

Изложена методика определения оптимальной относительной тепломощности блок-модулей газовых теплогенераторов узла догрева при геотопливных системах теплоснабжения. Установлена их величина и практическая независимость от климатических характеристик.

Законом Украины [1] предусматривается в качестве средств выхода из теплоэнергетического кризиса на среднеблизкую перспективу оптимальное «поєднання централізованих та децентралізованих систем теплопостачання». Одним из наиболее реальных путей выполнения положений «Закона» на данном этапе является форсированное создание и внедрение геотопливных систем теплоснабжения [2]. Указанные системы перспективны не только для регионов с развитыми сетями теплогазоснабжения, но и для большей части территории Украины.

Вместе с тем температура $T_{п}^{г\epsilon o}$ термальных вод, которые могут быть использованы на практике уже в ближайшее время в большинстве случаев недостаточна либо неэкономична для исключительного их использования. Поэтому в схемах [2] предусматривается узел догрева (УД), в котором при низких температурах наружного воздуха производится дополнительный подогрев воды, поступающей в отопительно-вентиляционные системы, до уровня, соответствующего принятому режиму регулирования тепловых потоков.

Режим работы теплогенераторов УД и их параметры могут быть найдены на основе совмещения графиков продолжительности тепловых потоков [3] и выработки теплоты в УД, приведенных на рис.1. На этом рисунке кривая 1, отражающая режим сезонного теплопотребления (отопление и вентиляция) строится по уравнениям

$$\varphi_{\text{потр}} = 1 - \alpha n^{\gamma}, \quad (1)$$

где: $\varphi_{\text{потр}}$ – относительная величина теплопотребления;

$$\alpha = (8 - t^p_o) / (t_b - t^p_o), \quad (2)$$

$$\gamma = (8 - t_{\text{ср.от}}) / (t_{\text{ср.от}} - t^p_o), \quad (3)$$

t_b – средневзвешенная температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений, °С; t^p_o и $t_{\text{ср.от}}$ – температуры наружного воздуха соответственно расчетная отопительная (параметр Б) и средняя за отопительный период, °С; n – относительная продолжительность стояния определенной текущей наружной температуры в долях от продолжительности отопительного периода n_o .

Кривая 2 (рис. 1) отражает режим работы теплогенераторов УД; ее выражение может быть получено из уравнения теплового баланса для геотермального теплообменника

$$\varphi_{\text{гто}} c G_m (T_n^{\text{гео}} - t^x_o) = \varphi_{\text{гео}} c G_m (T_n^{\text{гео}} - t^{\text{гео}}_o), \quad (4)$$

откуда

$$\varphi_{\text{гто}} = \varphi_{\text{гео}} (T_n^{\text{гео}} - t^x_o) / (T_n^{\text{гео}} - t^{\text{гео}}_o), \quad (5)$$

где $\varphi_{\text{гто}}$ – относительная величина теплового потока, покрываемая геотермальным теплообменником; c – теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг К); G_m – расход меньшего количества из теплообменивающихся сред, кг/с; $T_n^{\text{гео}}$ – расчетная температура геотермальной воды на устье скважины, °С; $\varphi_{\text{гео}}$ – величина относительного теплового потока, полностью обеспечиваемая геотермальным теплоисточником; t^x_o – текущая температура обратной воды после системы отопления, °С; при качественном регулировании отопительно-вентиляционной нагрузки t^x_o находится в соответствии с алгоритмом

$$t^x_o = t_b + \{ [0,5(t^p_r + t^p_o) - t_b] \varphi^{1/(1+m)} - 0,5(t^p_r - t^p_o) \varphi \}; \quad (6)$$

$t^{\text{гео}}_o$ – температура обратной воды, соответствующая $\varphi_{\text{гео}}$, °С;

$$\varphi = (t_b - t^x_n) / (t_b - t^p_n), \quad (7)$$

где: t^x_n – текущая наружная температура, °С; t^p_r , t^p_o – расчетная температура воды соответственно на входе в отопительную установку и выходе из нее, °С; m – показатель степени при температурном напоре в формуле для коэффициента теплопередачи отопительного прибора.

Отметим, что при $T_n^{\text{гео}} < t^p_o$ кривая 2 пересекает ось абсцисс правее точки 0 начала координат, что необходимо учитывать при соответствующих расчетах. В свою очередь значение $n^{\text{гео}}$ определяется по уравнению (1) и (5).

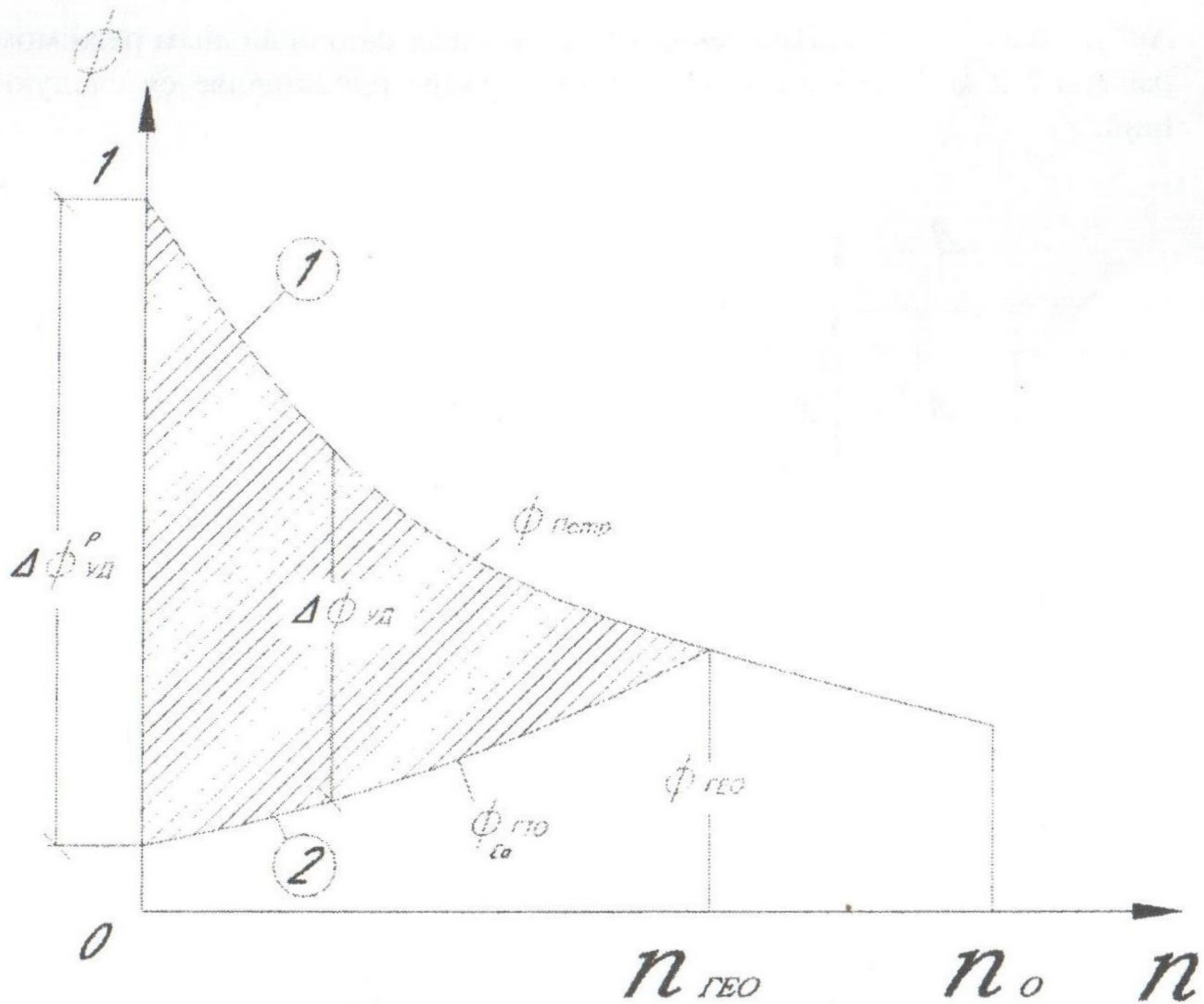


Рис. 1. График продолжительности тепловых потоков и режима работы теплогенераторов узла догрева

$$\Delta\phi_{уд} = \phi_{потр} - \phi_{ггг} = (1 - \alpha n^\gamma) - \phi_{ггг} (T_n^{ггг} - t_o^x) / (T_n^{ггг} - t_o^{ггг}), \quad (8)$$

Графическая анаморфоза семейства кривых, описываемых уравнением (8), представлена на рис. 2. Анализ показал, что режим работы теплогенераторов УД имеет резко переменный характер. Для такого режима работы наиболее эффективным является использование принципа блок-модульной конструкции их теплотехнической части [4] в сочетании с оригинальной системой автоматического регулирования их работы [5,6].

Заметим, что по уравнению (8) при $n = 0$ получим расчетное значение (относительную величину) тепломощности $\Delta\phi_{уд}^р$ узла догрева.

Найдем оптимальное распределение расчетной тепломощности УД $\Delta\phi_{уд}^р$ между составляющими блок-модулями. Рассмотрим простейший вариант конструкции, состоящей из 2-х блок-модулей, при этом мощность меньшего из них обозначим $\Delta\phi_{уд}^м$, а большего $\Delta\phi_{уд}^б$; ясно, что

$\Delta\phi_{уд}^м + \Delta\phi_{уд}^б = \Delta\phi_{уд}^р$. При таких предпосылках рациональным режимом работы 2-х модулей в отопительном периоде представляется следующий:

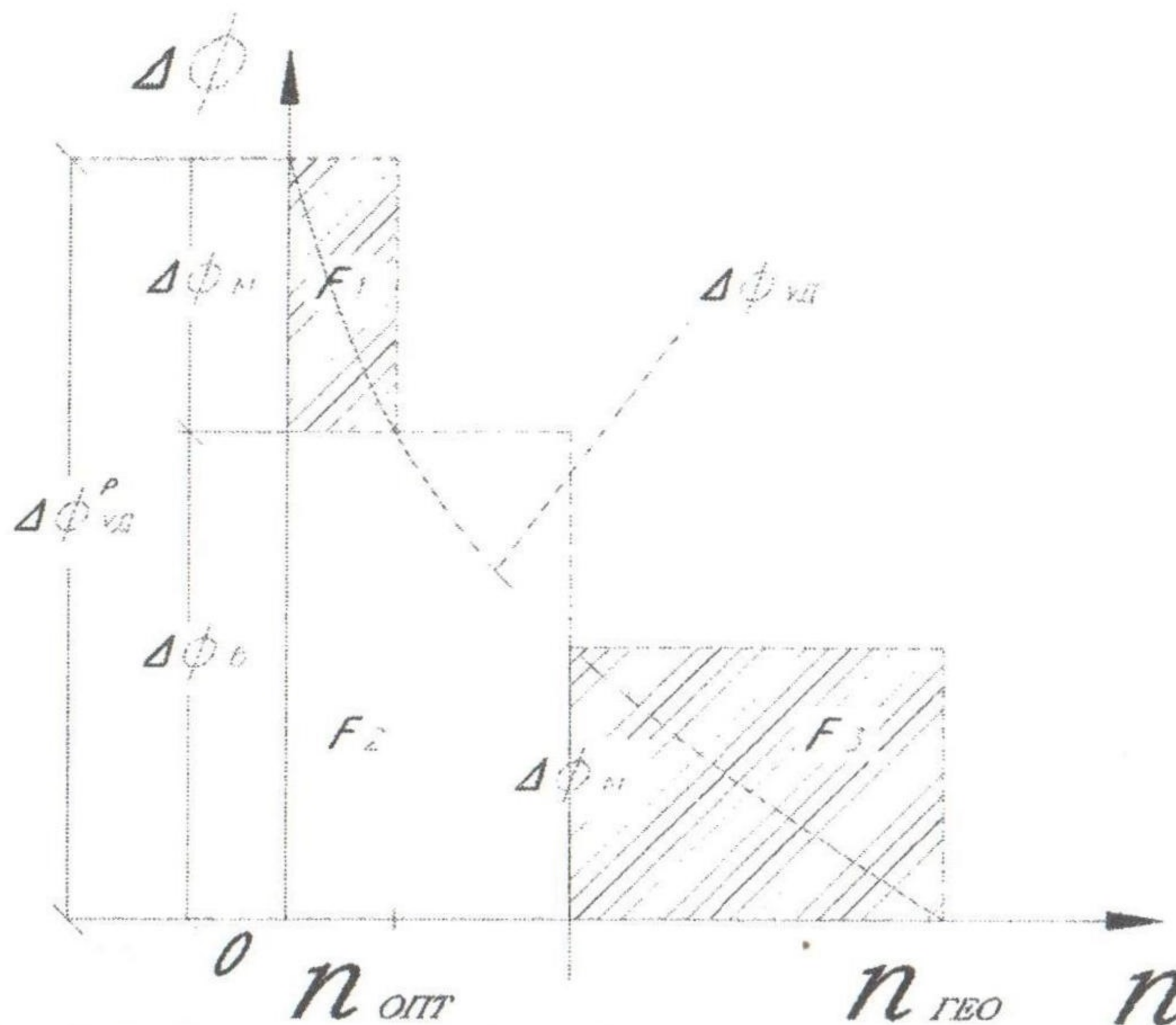


Рис.2.График режима работы блок-модулей теплогенератора узла догрева

- на диапазоне условно высоких температур наружного воздуха работает блок-модуль, имеющий мощность $\Delta\phi_{уд}^м$;
- при более низких температурах работают блок-модуль с мощностью $\Delta\phi_{уд}^б$;
- при температурах наружного воздуха, близких к расчетной отопительной температуре $t_{н}^р$, функционируют оба блок-модуля одновременно.

При таком режиме относительное количество теплоты Q , выработанное каждым блок-модулем, будет соответствовать площадям, изображенным на рис. 2:

- меньший блок-модуль $Q^м = F_1 + F_2$
- больший блок-модуль $Q^б = F_3$

Чтобы найти оптимальное значение $\Delta\phi_{уд}^м$ и соответственно $\Delta\phi_{уд}^б$, решим уравнение:

$$d(F_1 + F_2 + F_3)/dn = 0 \quad (9)$$

Найдя по уравнению (9) оптимальное значение $p_{\text{опт}}$, подставим его в (8) и найдем $\Delta\phi_{\text{уд}}^{\text{м}}$ и $\Delta\phi_{\text{уд}}^{\text{б}}$.

Решение уравнения (9) приведено на графиках (рис. 3). При решении принималось:

$t_{\text{в}} = 18^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{г}}^{\text{п}} = 95^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{о}}^{\text{п}} = 70^{\circ}\text{C}$; $m = 0,32$; КПД – одинаковый для всех блок-модулей на всем протяжении их работы.

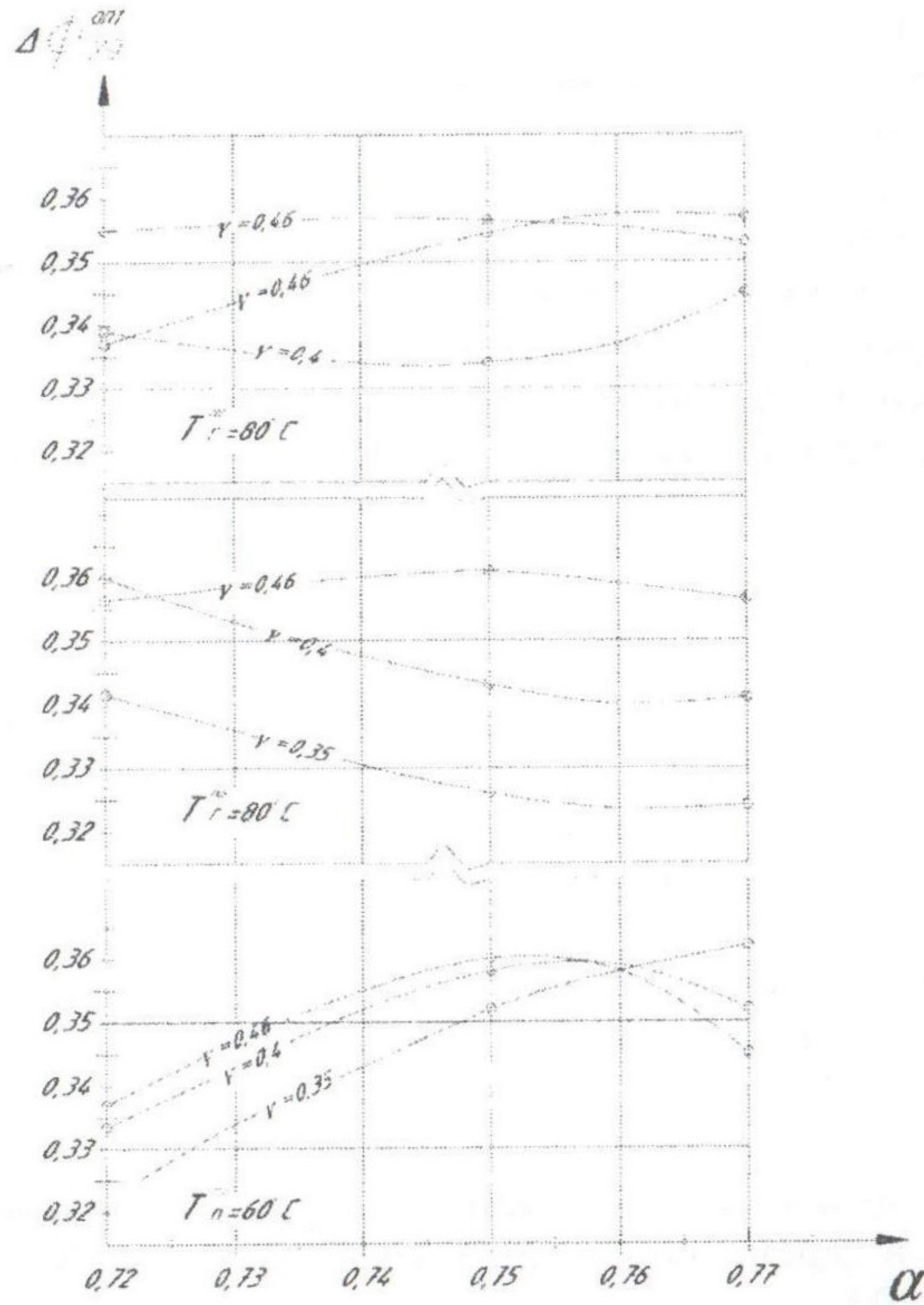


Рис 3

- | | |
|-------------|---------------------|
| 1- г.Одесса | 4- г.Днепропетровск |
| 2- г.Львов | 5- г.Луганск |
| 3- г.Киев | |

Отметим, что для нахождения величины $\phi_{\text{гео}}$ принималась разница между $T_{\text{п}}^{\text{гео}}$ и температурой $t_{\text{г}}^{\text{х}}$ воды в подающем трубопроводе системы отопления равной $7,5^{\circ}\text{C}$. Значение $t_{\text{г}}^{\text{х}}$ при качественном регулировании соответствовало уравнению

$$t_{г}^x = t_{в} + \{ [0,5(t_{г}^p - t_{о}^p) - t_{в}] \varphi^{1/(1+m)} - 0,5(t_{г}^p - t_{о}^p) \varphi \}; \quad (10)$$

Выводы

Из анализа графиков (рис. 3) приходим к выводам:

1. Оптимальное распределение расчетной тепломощности генераторов УД практически мало зависит от климатических параметров для всех зон Украины.
2. При двух блок-модулях с целью их унификации можно соотношение мощностей принять $\Delta\varphi_{уд}^m : \Delta\varphi_{уд}^b = 1:2$
3. Развивая вывод 2, можно утверждать, что при 3-х блок-модулях их тепломощности целесообразно принять равными друг другу. Это соотношение подтвердилось упрощенными решениями по изложенной методике уравнения, аналогичного уравнению (9).

Литература

1. Закон України про теплопостачання. Київ, Парламентське видавництво. – 2005, с 26.
2. Полунин М.М., Полунин Ю.Н. Геотопливная система теплоснабжения. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, №24, - Одеса 2006, с 200-205.
3. Шифринсон Б.Л., Хасилев В.Я. Сборник материалов научно-технической конференции по теплоснабжению, отоплению и вентиляции. – М.: 1949
4. Полунин М.М., Витюков В.В., Валяева Ю.В. Принцип блочного (модульного) построения конструкций газовых водонагревателей, работающих в переменном режиме. Вісник Академії будівництва України, Київ – 200.
5. А.С. №1695743 (СССР). Способ управления работой проточного водонагревателя /Витюков В.В., Полунин М.М., регистр 1991
6. Патент України №6261. Засіб керування працею проточного водонагрівача /Вітюков В.В., Полунин М.М., держреестр 29.12.94.