

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ВЭР В ПРОЦЕССЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ

**Петраш В.Д. Полунин М.М.** (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*).

**Показано, что эксплуатацию отопительно-вентиляционных систем в дежурном режиме на основе дискретной генерации ВЭР целесообразно предусматривать непрерывно в течение всего нерабочего периода. Установлены расчетные параметры отопительно-вентиляционных систем.**

Существует значительная группа печных агрегатов, технологические процессы которых связаны с дискретной эксплуатацией при соответствующем выделении большого количества теплоты. Однако часть ее может использоваться в рабочий период абонентскими системами для промышленного теплоснабжения, а другая - бесполезно рассеивается в окружающую среду.

Вместе с тем в нерабочий период в помещениях зданий строительного-технологического производств поддерживаются дежурные параметры воздуха с помощью отопительно-вентиляционных систем, воспринимающих теплоту от традиционного внешнего источника, обычно заводской котельной.

В условиях дискретного цикла работы печных агрегатов, работа комплексов теплоснабжения на основе стабилизирующего охлаждения поверхности [1,2] осложняется, в связи с чем требуется дальнейшая разработка научно-технических решений. Вариант неравномерного теплоснабжения в условиях дискретного цикла работы печного агрегата рассмотрим на примере функционирования комплекса теплоснабжения для дежурного отопления здания в сопутствующем режиме предварительного нагрева воды для систем горячего водоснабжения с использованием аккумуляторов теплоты. Их зарядка осуществляется в рабочий период суток за счет располагаемой теплоты, отбираемой в процессе стабилизирующего охлаждения поверхности печи. Принципиальная схема такого комплекса приведена на рис. 1.

В рабочий период водяной бак-аккумулятор (БА) заряжается теплотой, воспринятой от первичного теплоносителя в теплообменнике

(PT1). В этот период с помощью насоса (Н) трехходовой клапан (К) направляет поток теплоносителя через рекуперативный теплообменник (PT1), а в нерабочее время с прекращением работы печного агрегата - к калориферным установкам (В) вентиляционных систем.

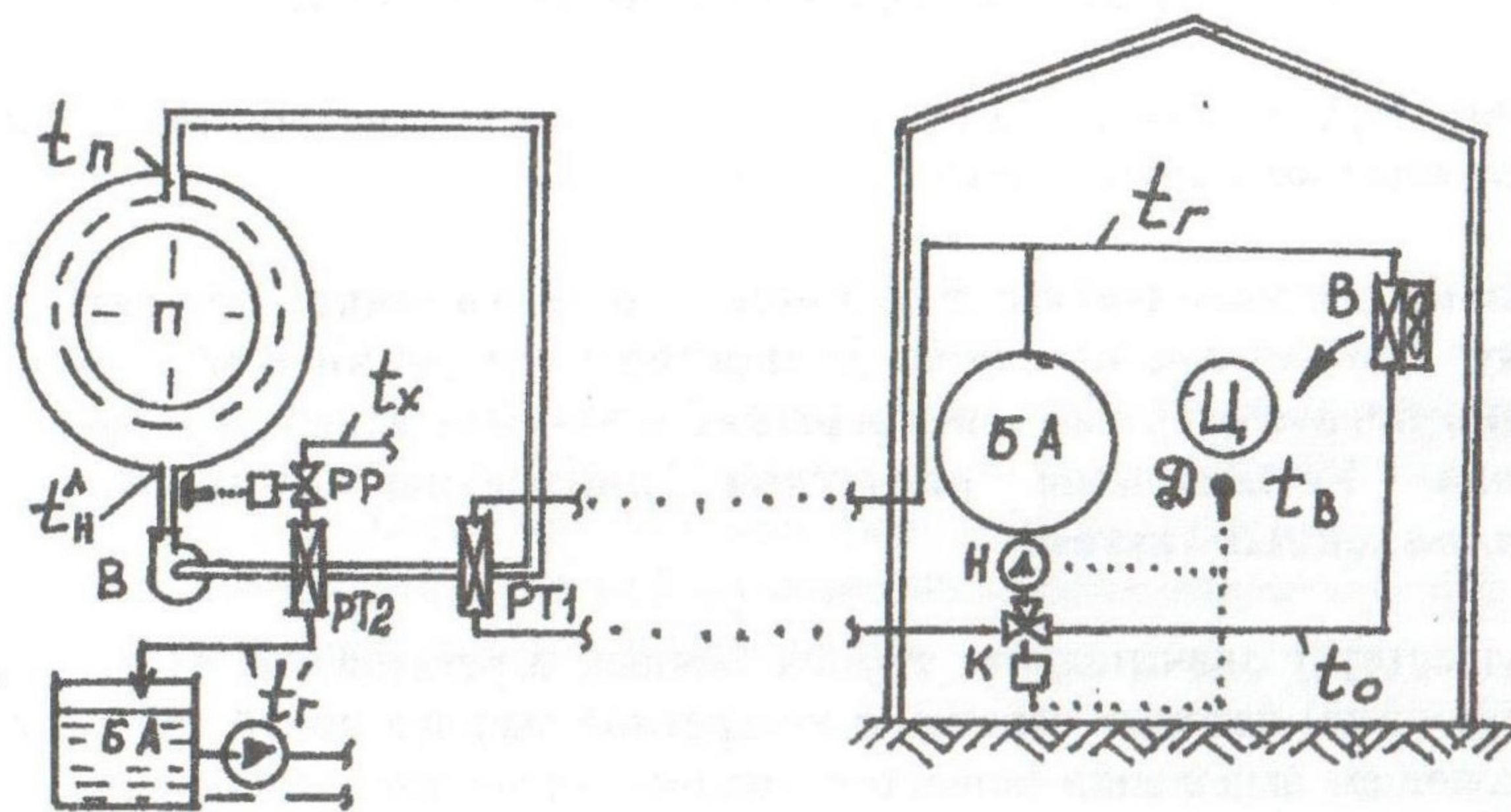


Рис. 1 Принципиальная схема комплекса с дискретной генерацией теплоты для промышленного теплоснабжения

После отключения от внешнего источника теплоты система переводится на работу в рециркуляционном режиме от бака-аккумулятора (БА). Ввиду нестационарного теплообмена в (PT1) при зарядке бака-аккумулятора, стабилизация начальной температуры охлаждающей среды на уровне  $t_{н}^л$  контролируется температурным регулятором расхода (PP) холодной воды, которая после подогрева в (PT2) сливается в соответствующий бак и поступает, при необходимости, с догревом в систему горячего водоснабжения коммунально-бытового либо технологического назначения. Нетрудно заметить, что наиболее экономичным в отношении расхода теплоты будет такой режим эксплуатации системы дежурного отопления, при котором она включается в работу по истечении определенного времени  $z_a$ , за которое температура воздуха в производственном помещении, в связи с теплоаккумулирующей способностью ограждений, снизится до минимально-допустимого значения  $t_{в}^{\min}$ . Затем от датчика температуры (Д) командный импульс

поступает к электродвигателю насоса (Н) и переключающему устройству трехходового клапана (К), в результате чего минимальная температура внутреннего воздуха поддерживается до начала работы предприятия.

В этом режиме потребная максимальная мощность  $Q_d$ , кВт, дежурного комплекса должна быть равна

$$Q_d = q_0 V (t_b^{\min} - t_{но}) = Q_0 (t_b^{\min} - t_{но}) / (t_b - t_{но}), \quad (1)$$

где  $q_0$  - удельная отопительная характеристика, кВт/(м<sup>3</sup>·К), здания с объемом  $V$ , м<sup>3</sup>;

$t_{но}$  - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С;

$Q_0$  - теплопотери здания при расчетной температуре,  $t_{но}$ , наружного воздуха, °С.

Продолжительность  $z_a$  в часах использования аккумулирующей способности ограждений здания определим на основании [3]

$$z_a = \beta \ln \left[ (t_b - t_{но}) / (t_b^{\min} - t_{но}) \right], \quad (2)$$

где  $\beta$  - коэффициент аккумуляции, ч.

Таким образом, требуемый запас теплоты  $\Phi$  в баке-аккумуляторе на основании (1) и (2) должен составлять

$$\Phi = 36(z_n - z_a) Q_0 (t_b^{\min} - t_{но}) / (t_b - t_{но}), \quad (3)$$

где  $z_n$  - перерыв в работе предприятия, соответствующий продолжительности работы системы дежурного отопления, ч.

Найдем, при каких параметрах теплоносителя от бака-аккумулятора установленная поверхность калориферов вентиляционных систем будет достаточной для обеспечения дежурного отопления. Воспользуемся уравнением переменного режима работы калориферных установок [3], которое запишем в следующем виде

$$\left( \frac{Q_x}{Q} \right)^{0,85} = \left( \frac{\tau_1 - \tau_2}{t_r - t_o} \right)^{0,15} \frac{0,5 \cdot (t_r + t_o) - 0,5 \cdot (t_b^{\min} + t_{тр})}{0,5 \cdot (\tau_1 + \tau_2) - 0,5 \cdot (t_b + t_{но})}, \quad (4)$$

где  $Q_b$  - расчетный тепловой поток калориферов вентиляционных систем, кВт;

$\tau_1$  и  $\tau_2$  - расчетные температуры теплоносителя для калориферных установок вентсистем, °С;

$t_r$  и  $t_o$  - расчетные температуры воды при работе аккумуляторов, °С;

$t_{пр}$  - температура приточного воздуха после калориферов при работе в режиме рециркуляции, °С;

$t_{нв}$  - расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции °С.

Поскольку  $Q_B = q_B V (t_B - t_{нв})$ , а  $t_{пр} = t_B^{min} + Q_D / Q_B (t_B - t_{нв})$ , то, с учётом  $(t_B - t_{нв}) \approx 0,7(t_B - t_{но})$  согласно [4], уравнение (4) после несложных преобразований приводится к виду

$$\left[ \frac{(t_B^{min} - t_{но})q_o}{(t_B - t_{но})0,7q_B} \right]^{0,85} = \left( \frac{\tau_1 - \tau_2}{t_r - t_o} \right)^{0,15} \times \frac{(t_r + t_o) - 2t_B^{min} - (t_B - t_{но})q_o / q_B}{(\tau_1 + \tau_2) - 2t_B + 0,7(t_B + t_{но})} \quad (5)$$

На рис. 2 дано графическое решение этого уравнения при следующих значениях входящих в него величин:  $\tau_1 = 120$  °С и  $\tau_2 = 60$  °С, что соответствует эксплуатационному температурному графику с расчетными параметрами  $(150 \div 70)$  °С,  $t_B = 20$  °С,  $t_B^{min} = 5$  °С.

Анализируя приведенный график отметим, что, во-первых, имеется возможность использования калориферных установок существующих вентиляционных систем на довольно широком диапазоне расчетных наружных зимних температур, а, во-вторых, во многих случаях требуемая для этого температура теплоносителя, поступающего в калориферы, значительно ниже 95 °С, что позволяет, с одной стороны, использовать теплоту охлаждения на поверхности теплоисточников с меньшей температурой, а с другой - применять более экономичные открытые баки-аккумуляторы. Заметим также, что с уменьшением  $t_r$ , являющегося рациональным в целях более обширного использования теплоты низкотемпературных источников, требуется повышение  $t_o$  и, следовательно, уменьшение расчетного температурного перепада теп-

лоносителя, а это увеличивает стоимость теплопроводов и затраты, связанные с циркуляцией теплоносителя в них.

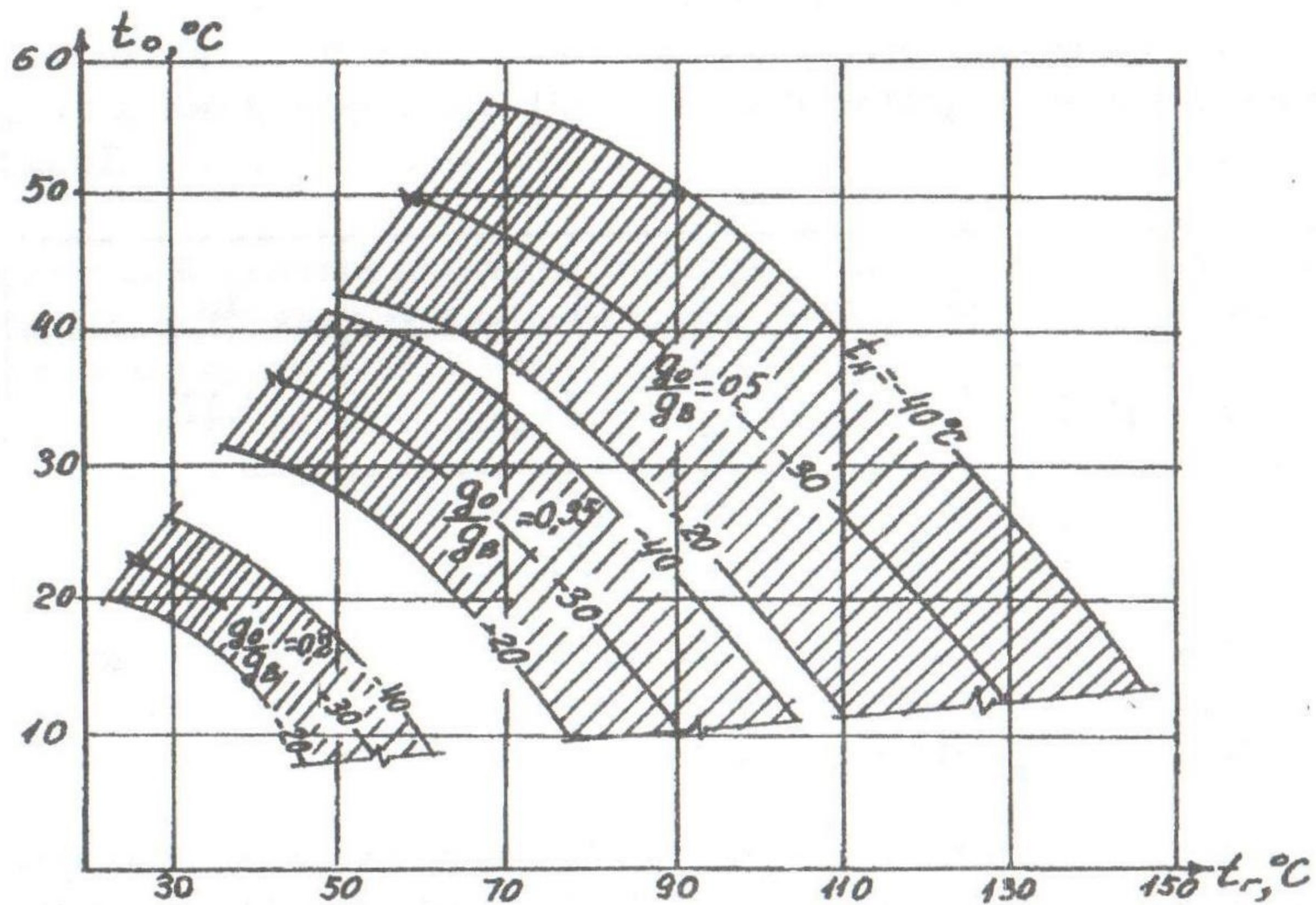


Рис.2 Зависимость параметров теплоносителя системы дежурного отопления от температуры наружного воздуха и  $q_o/q_v$

В тех случаях, когда невозможно выполнить условие, описанное уравнением (5), то есть, либо нельзя нагреть воду для аккумулятора в теплообменнике (РТ1) до необходимой температуры, либо установленная поверхность калориферов недостаточна, то систему дежурного отопления от бака-аккумулятора необходимо включать одновременно с окончанием работы, либо спустя некоторое время, не ожидая снижения внутренней температуры до  $t_B^{\min}$ . Переменная мощность дежурного комплекса определяется зависимостью

$$Q'_d = Q_o \left( e^{z_n/\beta} \frac{t_B^{\min} - t_{HO}}{t_B - t_{HO}} - 1 \right) / (e^{z_n/\beta} - 1), \quad (6)$$

а необходимый запас теплоты в баках-аккумуляторах, МДж, определяется по выражению

$$\Phi = 3,6Q_0 \left( e^{z_n/\beta} \frac{t_{\text{гн}} - t_{\text{но}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{но}}} - 1 \right) / (e^{z_n/\beta} - 1) z_n \quad (7)$$

Ниже приведено сопоставление этих значений с величинами, определяемыми по уравнениям (1) и (3), где принималось  $z_n=8$  ч;  $\beta=10$  ч. Табл.1

$t_{\text{но}}, ^\circ\text{C}$	-20	-30	-40
$Q_{\text{д}}/Q'_{\text{д}}$	1,96	1,54	1,37
$\Phi/\Phi'$	0,81	0,85	0,88

Из этих данных видно, что в режиме непрерывной работы дежурного комплекса требуется значительно меньшая в 1,5-2 раза его тепловая мощность при сравнительно небольшом 10-20% перерасходе теплоты.

**Вывод.** На примере работы комплекса теплоснабжения с дискретным циклом работы вращающихся печей установлено, что эксплуатацию отопительно-вентиляционных систем в режиме дежурного отопления с применением аккумуляторов целесообразно предусматривать непрерывно в течение всего нерабочего периода, а расчетные параметры теплоносителя принимать в соответствии с уравнением (5) либо по графику, приведенному на рис.2.

#### Литература:

1. В.Д.Петраш, М.М.Полунин Метод расчета теплоэнергосберегающих устройств со струйной интенсификацией теплообмена в сносном потоке Промышленная теплотехника. №4-6, 1994. Киев.
2. В.Д.Петраш Режимные параметры бинарных теплоутилизационных комплексов на базе периодических эксплуатируемых тепловых агрегатов, ж. Экологические и ресурсосбережение, № 2, Институт газа, Киев. 2002.
3. Соколов Е.Я., Теплофикация и тепловые сети, 5-е изд., М., Энергоиздат, 1998г, с.360.
4. Козин В.Е. и др. Теплоснабжение М., Издательство Высшая школа 1980г, с.408.