

ТЕПЛОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА

ЗА ЭКОНОМИЮ И БЕРЕЖЛИВОСТЬ!

УДК 658.262:664.1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ САХАРНОГО ЗАВОДА

В. Н. ФИЛОНЕНКО
КТИПП

Для сахарных заводов страны источниками энергоснабжения в основном являются ТЭЦ, оснащенные турбогенераторами с паровыми турбинами противодавленческого типа. Для таких турбоагрегатов характерна балансовая взаимосвязь между количеством вырабатываемой электроэнергии и отпускаемой в виде отработанного пара тепловой энергией.

Наличие такой взаимосвязи с учетом взаимного соотношения потребляемой сахарным заводом тепловой и электрической

мощности, наличия или отсутствия связи ТЭЦ с энергосистемой, уровня параметров пара на турбину определяют тот или иной режим работы ТЭЦ сахарного завода.

ТЭЦ сахарного завода может работать с отпуском пара через РОУ и с выхлопом части отработанного пара в атмосферу, с передачей избытка вырабатываемой электроэнергии в энергосистему и с использованием электроэнергии из системы.

Эффективное решение стоящей перед сахарными заводами задачи экономии энергоресурсов возможно только при условии, когда внедрение какой-либо технической разработки, направленной на снижение расхода энергии, увязано с принципом сбалансированности энергопотребления предприятия.

Согласно [1] примерно для 53 % сахарных заводов страны, потребляющих энергию от собственных ТЭЦ с низкими параметрами острого пара, становится нецелесообразным внедрение более экономичных тепловых

схем, так как снижение теплотребования на этих заводах приведет к выхлопу части отработанного пара в атмосферу, особенно ощутимому при неритмичной работе предприятия [5].

Всегда ли угроза выхлопа в атмосферу является препятствием для совершенствования схем теплоиспользования на заводах, которые оснащены энергетическим оборудованием, рассчитанным на низкие параметры пара?

Ответ на эти вопросы может дать комплексная оценка работы системы ТЭЦ — сахарный завод.

Произвести количественную оценку работы комплекса ТЭЦ — сахарный завод, а тем самым и расчет допустимого снижения расходов энергоресурсов предлагается с помощью уравнений, увязывающих основные энергетические потоки (пар и электроэнергию) в системе ТЭЦ — сахарный завод:

$$\pm \Delta W_{\text{сист}} = \left(\frac{1}{24} k_e e_{\text{техн}} A + W_{\text{с/н}} + W_{\text{к. быт}} + W_{\text{проч}} + W_{\text{пот}} \right) - \left[\frac{10^{-3}}{24} k_q \cdot \frac{q_{\text{техн}}}{\Delta i_{\text{техн}}} \cdot A + D_{\text{ТЭЦ}}^{\text{отр}} + D_{\text{т/ф}} + D_{\text{проч}} + D_{\text{пот}} - (\pm \Delta D_{\text{РОУ/атм}}) \right] \frac{H_a \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_z \cdot \eta_m}{3600 \cdot 10^{-3} \cdot \gamma_{\text{ОУ}}}, \quad (1)$$

$$\pm \Delta D_{\text{РОУ/атм}} = \left(\frac{10^{-3}}{24} k_q \frac{q_{\text{техн}}}{\Delta i_{\text{техн}}} A + D_{\text{ТЭЦ}}^{\text{отр}} + D_{\text{т/ф}} + D_{\text{проч}} + D_{\text{пот}} \right) - \left[\frac{1}{24} k_e \cdot e_{\text{техн}} \cdot A + W_{\text{с/н}} + W_{\text{к. быт}} + W_{\text{проч}} + W_{\text{пот}} + (\pm \Delta W_{\text{сист}}) \right] \frac{3600 \cdot 10^{-3} \cdot \gamma_{\text{ОУ}}}{H_a \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_z \cdot \eta_m}, \quad (2)$$

где $\pm \Delta W_{\text{сист}}$ — отпуск электроэнергии от ТЭЦ в энергосистему, кВт;

$\Delta W_{\text{сист}}$ — расход электроэнергии из системы, кВт;

$\pm \Delta D_{\text{РОУ}}$ — отпуск редуцированного пара через РОУ, т/ч;

$-\Delta D_{\text{атм}}$ — выхлоп отработанного пара в атмосферу, т/ч;

A — производственная мощность завода по переработке свеклы, т/сут;

$q_{\text{техн}}$ — удельный расход тепловой энергии (расчетный) на технологические нужды, кДж/т свеклы;

$e_{\text{техн}}$ — удельный расход электрической энергии (расчетный) на технологические нужды, кВт·ч/т свеклы;

k_q, k_e — коэффициенты неравномерности потребления сахарным заводом тепловой и электрической энергии, ед. [5];

$\Delta i_{\text{техн}}$ — располагаемая теплота пара, используемого для технологических нужд, кДж/кг, $\Delta i_{\text{техн}} = i_{\text{техн}} - \beta_{\text{ок}} \cdot i_{\text{ок}}$;

$i_{\text{техн}}, i_{\text{ок}}$ — энтальпия соответственно пара, используемого для технологических нужд, и конденсата, возвращаемого в ТЭЦ, кДж/кг;

$\beta_{\text{ок}}$ — степень возврата конденсата, ед;

H_a — адиабатический теплоперепад рабочего тела в паровой турбине, кДж/кг, $H_a = i_o - i_{\text{па}}$;

$i_o, i_{\text{па}}$ — энтальпия пара соответственно на входе и на выходе из турбины при адиабатическом его расширении, кДж/кг;

$\eta_{oi}, \eta_z, \eta_m$ — соответственно относительный внутренний КПД паровой турбины, электрический и механический КПД турбоагрегата, ед.;

$\gamma_{\text{ОУ}}$ — коэффициент увеличения количества пара после ОУ паровых турбин, ед. При отсутствии ОУ — $\gamma_{\text{ОУ}} = 1$. При наличии ОУ — $\gamma_{\text{ОУ}} = 1,03 \dots 1,07$ [2];

$D_{\text{ТЭЦ}}^{\text{отр}}$ — потребление в ТЭЦ отработанного пара, т/ч;

$D_{\text{проч}}$ — расход отработанного пара на прочие нужды предприятия, т/ч;

$D_{\text{т/ф}}$ — отпуск отработанного пара на нужды теплофикации, т/ч;

$D_{\text{пот}}$ — потери отработанного пара в системе ТЭЦ — сахарный завод, т/ч;

$W_{\text{с/н}}$ — отпуск электроэнергии на собственные нужды ТЭЦ, кВт;

$W_{\text{к. быт}}$ — отпуск электроэнергии на коммунальное бытовое потребление, кВт;

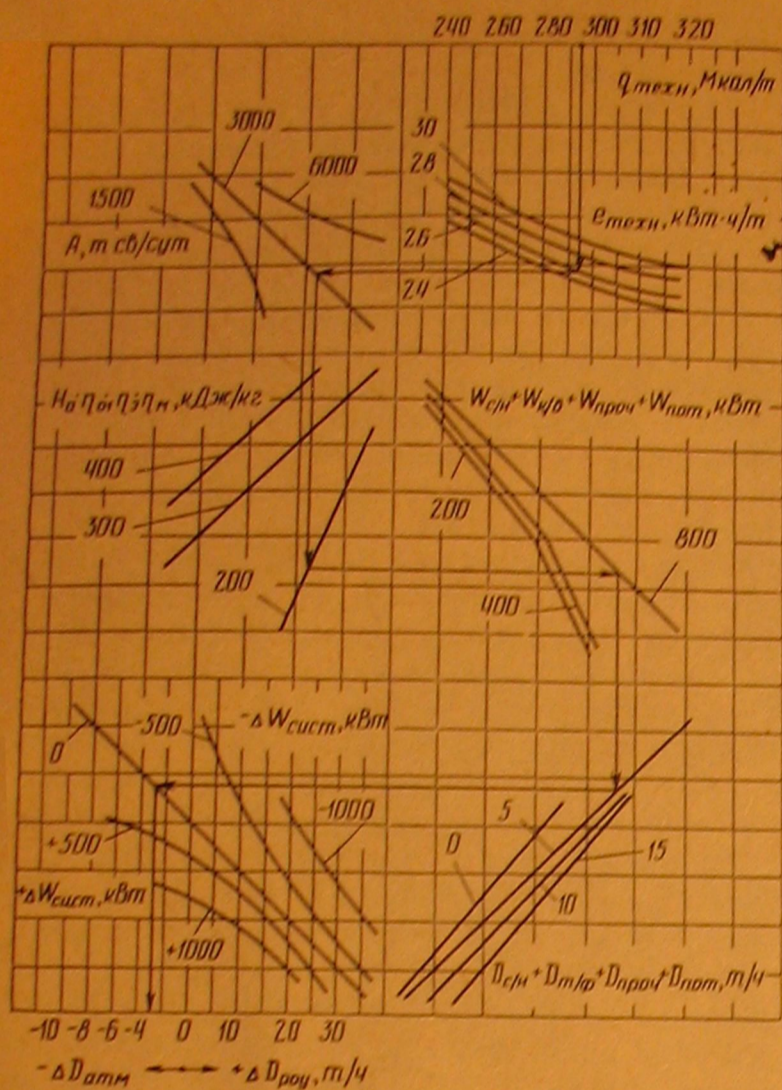
$W_{\text{пот}}$ — потери электроэнергии в электрических сетях системы ТЭЦ — сахарный завод, кВт;

$W_{\text{проч}}$ — отпуск электроэнергии на прочие нужды предприятия, кВт.

Комплексный удельный расход топлива, использованного в ТЭЦ на технологические нужды (без учета топлива прямого использования на обжиг извести), составит, % к массе свеклы [5]:

$$b_{\text{техн}} = (b_t \cdot k_q \cdot q_{\text{техн}} + b_e \cdot k_e \cdot e_{\text{техн}}) \cdot 10^{-4}. \quad (3)$$

Комплексный расход топлива с учетом топлива, израсходованного в системе Минэнерго СССР на выработку электроэнергии



Номограмма для определения условий сбалансированности потребления тепловой и электрической энергии свеклосахарного завода

для нужд предприятия, составит, % к массе свеклы:

$$b_{техн}^{н/х} = [b_t \cdot k_q \cdot q_{техн} + b_e \cdot k_e \cdot e_{техн} - (k_{пот}^{ЛЭП} \cdot b_e^{сист} - b_e) \frac{24}{A} (\pm \Delta W_{сист})] \cdot 10^{-4} \quad (4)$$

Размерности входящих в формулы (3), (4) величин даны в соответствии с требованиями системы отчетности ЦСУ СССР для энергетических станций,

где: b_t, b_e — удельные расходы топлива на отпущенную от ТЭЦ тепловую и электрическую энергию, кг/Гкал, г/кВт·ч;

$q_{техн}, e_{техн}$ — удельные расходы тепловой и электрической энергии на технологические нужды, Мкал/т, кВт·ч/т;

$b_e^{сист}$ — удельный расход топлива на отпущенную электроэнергию в энергосистеме, связанной с ТЭЦ, г/кВт·ч;

$k_{пот}^{ЛЭП}$ — коэффициент, учитывающий потери используемой энергии в ЛЭП энергосистемы и электрических сетях системы ТЭЦ — сахарный завод, ед., ориентировочно $k_{пот}^{ЛЭП} = 1,14$.

При внедрении новой экономической схемы теплоиспользования по предложен-

ным уравнениям можно рассчитать возможный выхлоп отработанного пара в атмосферу и предотвращающий этот выхлоп необходимый перебор части электрической мощности предприятия на ЛЭП энергосистемы.

Для ориентировочной (с погрешностью $\pm 10\%$) оценки эффективности внедрения мероприятий по снижению расходов энергоресурсов при производстве сахара-песка предложена номограмма, приведенная на рисунке.

Ниже на условном примере рассмотрена методика оценки эффективности внедрения технических решений, направленных на снижение расхода тепловой энергии на технологические нужды.

Пример. За отчетный период работа комплекса ТЭЦ — сахарный завод характеризовалась следующими показателями: $A = 2400$ т/сут, $q_{техн} = 300$ Мкал/т, $e_{техн} = 26$ кВт·ч/т, $H_a \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{э} \cdot \eta_{м} = 220$ кДж/кг, $\Delta i_{техн} = 2340$ кДж/кг, $D_{ТЭЦ}^{отб} + D_{т/ф} + D_{проч} + D_{пот} = 6$ т/ч, $\gamma_{РОУ} = 1,03$, $W_{с/н} + W_{к/ф} + W_{проч} + W_{пот} = 400$ кВт, $\Delta W_{сист} = 0$, $\Delta D_{РОУ} = 2$ т/ч, $b_t = 170$ кг/Гкал, $b_e = 186$ г/кВт·ч, $k_q = 1$, $k_e = 1$, $b_{техн} = 5,6\%$ к массе свеклы.

На планируемый период за счет использования вторичных энергоресурсов предполагается снизить удельное теплотребление до $q_{техн} = 280$ Мкал/т при повышении удельного расхода электроэнергии за счет установки дополнительных конденсатных насосов до $e_{техн} = 26,4$ кВт·ч/т.

Реализация этого предложения при $\Delta W_{сист} = 0$ приведет (см. расчет по формуле 3 или номограмме) к выхлопу отработанного пара в атмосферу в количестве $-\Delta D_{атм} = 4,4$ т/ч.

В соответствии с [4] ожидаемые значения b_t и b_e составят $b_t \approx 175$ кг/Гкал, $b_e \approx 186$ г/кВт·ч.

Комплексный удельный расход топлива, израсходованного на ТЭЦ, составит $b_{техн} = 5,4\%$ к массе свеклы.

Однако полученное снижение удельного расхода топлива нельзя признать эффективным, так как оно сопровождается прямой потерей теплоты части отработанного пара. Для достижения максимально возможного снижения расхода топлива необходимо снизить электрическую нагрузку турбогенератора, передав часть электрической мощности потребителей на обеспечение энергией от ЛЭП энергосистемы.

В соответствии с уравнением (1) или по номограмме, задавшись требуемым для стабилизации теплотребления расходом пара через РОУ $\Delta D_{РОУ} = 2$ т/ч, определяем величину расчетной электрической мощности, потребляемой из энергосистемы: $-\Delta W_{сист} = 325$ кВт.

Для варианта с использованием электроэнергии из энергосистемы в соответствии с [4] $b_t \approx 170$ кг/Гкал, $b_e \approx 186$ г/кВт·ч, а комплексный удельный расход топлива, израсходованного на ТЭЦ, составит: $b_{техн} =$

= 5,23 % к массе свеклы. При этом комплексный удельный расход топлива с учетом топлива, израсходованного на станции Минэнерго, составит (в % к массе свеклы):

$$b_{\text{тот}}^{\text{н/т}} = \left[1 \cdot 170 \cdot 280 + 1 \cdot 186 \cdot 26,4 - (1,14 \cdot 330 - 186) \cdot \frac{24(-325)}{2400} \right] 10^{-4} = 5,3.$$

Таким образом, эффективным, обеспечивающим максимальное снижение расхода топлива при внедрении новых экономических схем теплоиспользования является решение, принятое в соответствии с принципом сбалансированности энергопотребления.

Список использованной литературы

1. Ступа Б. И. Основные направления по снижению расхода топлива на переработку свеклы. — Сахарная промышленность, 1983, № 3, с. 32—37.
2. Методические указания по проектированию ТЭЦ промышленных предприятий. Ч. 1, 2. — Киев: КТИПП, 1984.
3. Методика определения технико-экономических показателей тепловых электростанций на отпущенную энергию. — М.: Госэнергоиздат, 1962. — 52 с.
4. Методические указания для составления отчетов по формам П-си в условиях сахарных заводов. — Киев: ВНИИСП, 1979. — 93 с.
5. Филошенко В. Н., Загоруйко А. Н. Неритmicность работы свеклосахарного завода и снижение удельных расходов на технологические нужды. — Сахарная промышленность, 1986, № 6, с. 39—40.