

За счет комбинированного производства тепла и электроэнергии на базе существующих промышленных и отопительных котельных затраты на установку турбогенератора окупаются за 3–5 лет. При этом повышается автономность энергоснабжения котельной, что позволяет ей оставаться в рабочем режиме при отключении от энергосистемы, т.е. сохранить технологический процесс предприятий, связанных с котельной по пару и теплу.

Большинство паровых котлов существующих котельных вырабатывают пар давлением 1,0–1,4 МПа, тогда как потребителям требуется пар давлением 0,12–0,5 МПа. В большинстве случаев перепад давления сбрасывается на РОУ и потенциальная энергия давления безвозвратно теряется. Турбоагрегаты могут быть включены в тепловую схему котельной и тем самым удастся получить независимый энергоисточник, превратив котельную в мини-ТЭЦ.

УДК 621.1

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВКЛЮЧЕНИЯ ПТГ В ТЕПЛОВУЮ СХЕМУ МАЛЫХ И СРЕДНИХ КОТЕЛЬНЫХ**

**Врублевский И.И., Есьман Р.И., Ярмольчик Ю.П.**

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Беларусь*

Паротурбогенератор (ПТГ) позволяет использовать энергию пара низких параметров (в том числе насыщенного), сбрасываемую, как правило, в редуционных устройствах котельных.

ПТГ могут быть включены в тепловую схему малых и средних котельных, пар которых используется для теплофикационных и технологических целей. Тем самым удастся получить с минимальными капитальными затратами независимый от энергосистемы источник промышленной и бытовой электроэнергии, превратив котельную в мини-ТЭЦ, при этом ПТГ может работать как в автономном режиме, так и параллельно с энергосистемой или другими источниками электрического тока, а пар, отработавший в турбине, поступает на теплофикационные или технологические нужды.

В подтверждение вышесказанному рассмотрим установку турбоагрегата ПТ 3,5/6,3- Р12/1,2 на районной котельной «Северная» (г. Гродно), являющуюся одним из наиболее крупных источников централизованного теплоснабжения города.

Основное оборудование котельной:

— четыре паровых котла с единичной мощностью по 50 т/ч;

— шесть водогрейных котлов с единичной мощностью по 50 Гкал/ч.

Характеристика устанавливаемой турбины:

— мощность электрическая номинальная при  $\text{Cos}\phi=0,8$  МВт 3,5 Номинальные параметры сухого насыщенного пара перед турбиной:

— давление абс., МПа (кгс/см<sup>2</sup>) 1,18 (12)

— температура  $t_s=230^\circ\text{C}$

— степень сухости не менее 0,999

— расход пара на номинальной мощности т/ч (не более) 48,0

Давление пара за турбиной (противодавление) абс., МПа (кгс/см<sup>2</sup>):

— номинальное 0,118 (1,2)

— максимальное 0,4 (4,0)

— минимальное 0,06 (0,6)

Габаритные размеры ПТГ смонтированного на общей раме, м:

длина — 6,827; ширина — 2,700; высота — 3,353.

Зависимость электрической мощности от производительности и величины противодавления представлена на Рис. 1.

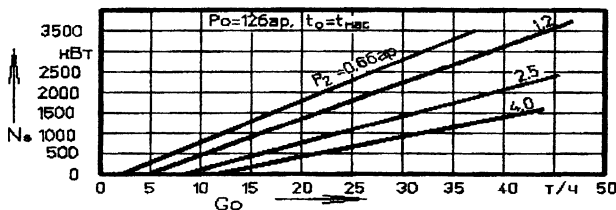


Рис. 1. Энергетическая характеристика турбогенераторной установки ТГ 3,5/10,5-Р12/1, ОАО КТЗ

$P_0, t_0$  — давление и температура пара перед турбиной;

$G_0$  — расход пара на турбину;

$P_2$  — давление пара за турбиной;

$N_э$  — электрическая мощность.

Принципиальная тепловая схема котельной после реконструкции приобретает вид согласно рис.2.

Для оценки эффективности использования инвестиционных ресурсов рассчитываются показатели функционирования рассматриваемого объекта без намечаемой реконструкции и с учетом ее проведения. Эффективность определяется по изменению показателей

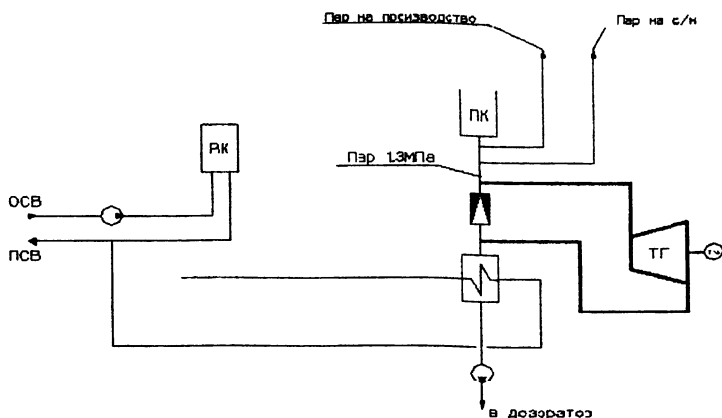


Рис. 2. Принципиальная тепловая схема котельной.

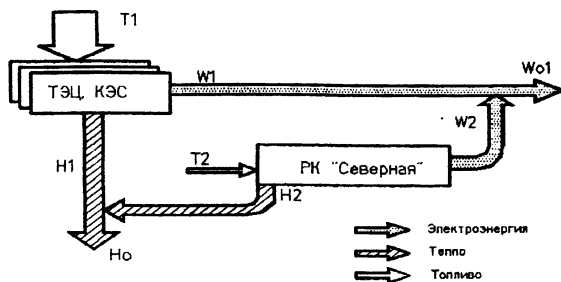


Рис. 3.

Укрупненный баланс выработки электрической и тепловой энергии по ПОЭиЭ «Гродноэнерго» до реконструкции районной котельной «Северная» в г. Гродно с установкой турбин и после. ( $W_1$  — выработка электроэнергии генерирующими мощностями;  $W_2$  — потребление электроэнергии РК на обеспечение собственных нужд;  $W_0$  и  $W_{0.1}$  — отпуск электроэнергии потребителям до и после реконструкции;  $T_1$  и  $T_2$  — расходы топлива до и после реконструкции;  $H_0$ ,  $H_1$  и  $H_2$  — отпуск тепла потребителям от объектов энергосистемы и РК до и после реконструкции).

Рассматриваемый энергоисточник является структурной единицей энергосистемы «Гродноэнерго» и результаты его реконструкции повлияют на работу всей системы. Для определения эффекта от установки турбины на котельной составлена упрощенная схема энергоданса системы, приведенная на рис.3, с технико-экономическими показателями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1.

| Показатель *   | Без проекта | По проекту |
|--|-------------|------------|
| Установленная мощность                                     |             |            |
| Электрическая, Мвт   | -           | 3,5        |
| Тепловая, Гкал/ч   | 412,0       | 415,0      |
| Годовой отпуск производимой продукции,                     |             |            |
| Электроэнергия, млн. кВт•час                               | -           | 25,2       |
| Млрд. руб.   | -           | 259,13     |
| Тепловая энергия, тыс. Гкал                                | 409,1       | 409,1      |
| Млрд. руб.   | 1559,59     | 1559,59    |
| Всего отпуск производимой продукции, млрд.руб/год          | 1559,59     | 1818,72    |
| Удельный расход условного топлива                          |             |            |
| Отпуск электроэнергии, г/кВт•час                           | -           | 165,3      |
| Отпуск тепла, кг/Гкал                                      | 166,4       | 167,2      |
| Себестоимость отпускаемой продукции, млрд. руб./год        | 1608,71     | 1699,56    |
| Себестоимость отпускаемой продукции                        |             |            |
| Электроэнергия, руб./кВт•час                               | -           | 3966,8     |
| в т.ч. топливная составляющая руб./кВт• час                | -           | 2982,0     |
| Тепловая энергия, тыс. руб./Гкал,                          | 3932,3      | 4012,4     |
| в т.ч. топливная составляющая, тыс.руб./Гкал               | 3001,7      | 3016,1     |
| Балансовая прибыль, млрд. руб./год                         |             | 130,84     |
| Чистая прибыль, млрд. руб./год                             |             | 95,9       |
| Срок окупаемости капиталовложений (по чистой прибыли), лет |             | 3,3        |
| Срок возврата капитала, лет                                |             | 4,8        |
| * — стоимость приведена на 01.04.2003                      |             |            |

Не только вышеприведенный, но и многие другие примеры (включая реализованные проекты) показывают, что в новых экономических условиях энергосбережение на базе небольших теплофикационных установок оказывается вполне конкурентоспособным и рентабельным. Для этого суммарные удельные капитальные вложения в них должны быть в пределах 500–700 тыс. руб./кВт, удельный расход топлива на выработку электроэнергии — на уровне 170 г.у.т./кВт·ч, а число часов использования установленной электрической, соответственно и — тепловой, мощности должно составлять 7000–8000.

В этой области РУП «БЕЛНИПИЭнергопром» совместно с учеными из БНТУ выполнены и ведутся исследования и технические проработки по ряду промышленных и районных отопительных котельных, которые уже получают практическую реализацию.

УДК 621.1

## **РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОБРАБОТКИ АКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Есьман Р.И., Ярмольчик Ю.П., Ярмольчик М.А.**

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Беларусь*

Несмотря на достаточно известные и хорошо зарекомендовавшие себя технологии по очистке активных поверхностей от различных как органических, так и неорганических загрязнений, существует достаточно серьезная проблема, связанная как с качеством, так и со временем их очистки.

Известно, что повышение качества обработки активных поверхностей промышленных конструкций и машин с , например, SA 1,0 до SA 2,5, приводит к увеличению сроков их эксплуатации до 2 раз, что ведет к значительному снижению материальных затрат. Кроме того, представляется очевидным, что даже незначительное, на первый взгляд, уменьшение слоя отложений на теплообменных поверхностях приводит к значительному экономическому эффекту. Так, слой отложений во внутренних полостях труб конденсатора паровой турбины в 1..1,5 мм, повышает температурный напор на 3..3,5 °С, что приводит к дополнительному сжиганию ~5 т мазута в 1 час. Кроме того, работы по очистке поверхностей трудоемки и требуют значительных затрат времени, что приводит к увеличению времени простоя теплоэнергетического оборудования.