

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

*Докт. техн. наук, доц. РОМАНЮК В. Н., студ. БОБИЧ А. А.,
магистры техн. наук КОЛОМЫЦКАЯ Н. А., РОМАНЮК А. В.,
канд. техн. наук ТХАЙ НГОК ШОН*

*Белорусский национальный технический университет,
РУП «БЕЛТЭИ»,
Данангский политехнический институт*

Задачи энергосбережения, реструктуризации приходной части энергобаланса и снижения энергоемкости продукции решаются совместно, как правило, лишь за счет повышения эффективности использования природного газа. Наличие в Беларуси развитой газотранспортной сети создает предпосылки для более полного и весомого снижения остроты обозначенных выше проблем именно путем повышения эффективности использования газообразного топлива. В статье рассматривается снижение потребления природного газа путем стабилизации энергетических характеристик ГТУ в летнее время, когда отмечается их ухудшение из-за повышения температуры окружающей среды (ОС), а также возможность использования избытка тепловой энергии, имеющего место в неотапительный период, для сохранения мощности и КПД ГТУ, что дает достаточную экономию первичного топлива.

Газовые тепловые двигатели (как газотурбинные, так и газопоршневые) все более широко внедряются в энергетике, в том числе и в промышленной энергетике, для блокирования потерь эксергии на горячем торце многих теплоэнергетических и теплотехнологических установок, что обеспечивает снижение потребления природного газа до 40 %.

Для газотурбинных установок (ГТУ) одним из слабых моментов является сильная зависимость мощности и КПД от температуры ОС. Например, на ПРУП «Белорусский цементный завод», где в технологический процесс интегрированы две ГТУ номинальной электрической мощностью 16 МВт и соответствующим КПД = 32,5 %, в летнее время эти характеристики снижаются: мощность каждой ГТУ – до 12 МВт; КПД – до 30 %. Подобная ситуация, хотя и менее острая, имеет место и в случае ГТУ больших мощностей (рис. 1).

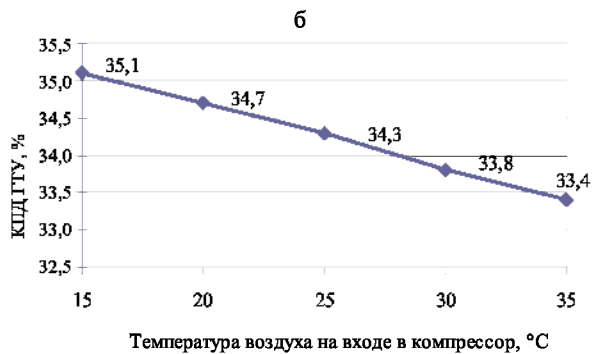
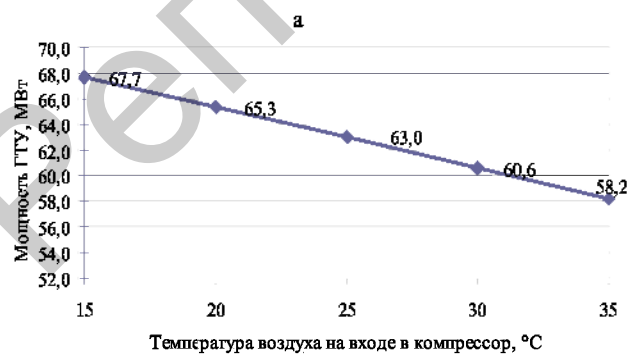


Рис. 1. ГТУ номинальной электрической мощностью 67,7 МВт SGT-1000F Siemens: зависимость мощности (а) и КПД (б) от температуры потока воздуха, поступающего в компрессор [1]

Обращаясь к статистике о средней продолжительности стояния температур воздуха различных градаций, по данным архивов метеорологических станций Республики Беларусь [2], за период 2006–2008 гг., например для площадки г. Бобруйска, можно констатировать, что за год в течение 2 тыс. ч температура окружающего воздуха превышает значение 15 °С. Эта температура является пороговой для всасываемого воздуха ГТУ, при ее превышении падают мощность на 10–20 %, КПД – на 2 %, уменьшается расход выхлопных газов от газотурбинной установки и увеличивается их температура (рис. 1). Необходимость учета температуры ОС в расчетах эффективности ГТУ общеизвестна [3]. В рассматриваемом контексте для оценки энергосберегающего потенциала и принятия соответствующих решений важно сравнение числа часов стояния различных наружных температур воздуха статистических за рассмотренный отрезок времени с данными СНБ [4] (рис. 2).

Очевидно, что ориентировка на данные СНБ в отношении оценок продолжительности периода стояния температур выше пороговых для ГТУ значений 15 °С в случае получения положительного эффекта в ходе проводимых оценок эффективности решений по блокированию ухудшения работы ГТУ будет достаточно гарантировать выполнение расчетных показателей и соответствующих интегральных значений.

Все более широкое понимание находит необходимость охлаждения воздуха перед подачей его в компрессор ГТУ [5]. Наиболее очевидным решением данной задачи является использование тригенерации для получения необходимых потоков холода. В отопительный период, когда температура окружающей среды опускается ниже 15 °С, в большинстве случаев производители газотурбинных установок по

ряду причин предусматривают подогрев воздуха до 15 °С. Из контекста такого решения вытекает возможность стабилизации характеристик ГТУ и в неотапительный период, для чего в те же калориферы, что предусмотрены в составе комплексного воздухоочистительного устройства (КВОУ) для подогрева всасываемого для ГТУ потока воздуха, рассчитанные и модифицированные под требуемые параметры летнего периода, подается захлажденная вода с температурой 7 °С на входе и 12 °С на выходе. Подобное решение применяется Siemens в ряде случаев на объектах, расположенных от широты Канады и ниже, в том числе и в проектируемой установке для энергосистемы Москвы. В этом случае теплообменник «вода – воздух», устанавливаемый в КВОУ для подогрева всасываемого потока в зимний период, рассчитывается и на охлаждение воздуха в летний период. В сезон отрицательных температур КВОУ нагревает всасываемый компрессором воздух, в неотапительный период воздух в КВОУ охлаждается. В обоих случаях используется водяной теплоноситель без необходимости применения этиленгликоля, поскольку калориферы работают непрерывно в течение года. Зимой подается вода с температурой не ниже 80 °С, летом – захлажденная вода с температурой 7/12 °С. Последняя получается с помощью бромисто-литиевых абсорбционных холодильных машин (АХМ). Для их привода используется дешевая низкопотенциальная тепловая энергия, например промышленного отбора ТЭЦ, как правило, недогруженного в неотапительный период, или последней ступени утилизации выхлопных газов ГТУ, в которой нагревается чаще всего конденсат до температуры выше требуемого ее значения для привода АХМ.

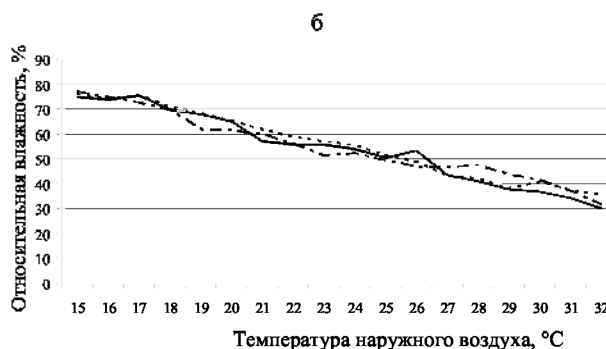
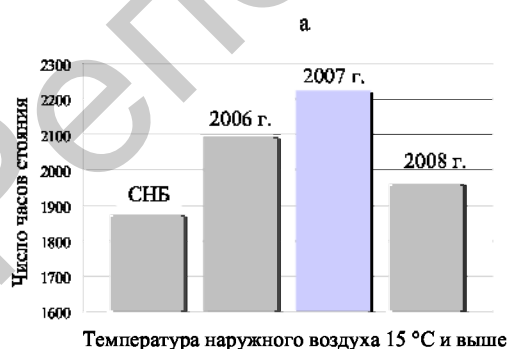


Рис. 2. Продолжительность стояния температур воздуха выше 15 °С (а) и осредненные значения относительной влажности воздуха (б) в зависимости от температуры ОС в районе Бобруйска, имевшие место в 2006–2008 гг.: ---- – 2006 г.; – 2007 г.; - · - · - 2008 г.

Не представляет проблем получение подобных тепловых потоков и на КЭС, и на промышленных предприятиях, например на упомянутом выше ПРУП «Белорусский цементный завод» или ОАО «Красносельскстройматериалы». На последнем в составе строящейся линии производства цемента годовой производительностью 1,5 млн т планируется установить две ГТУ единичной мощностью 15 МВт. Соответствующие КВОУ выпускают ряд фирм и апробированы ведущими производителями ГТУ. Очевидно, что в сложившихся условиях подобное повышение эффективности использования ГТУ следует рассматривать и для белорусских объектов в целях комплексного решения важнейших обозначенных выше задач.

В этой связи представляет интерес получение оценки рассматриваемого пути увеличения эффективности использования природного газа. Требуемая мощность абсорбционной холодильной станции (АХС) для выполнения задачи охлаждения воздуха перед компрессором ГТУ и достигаемая годовая экономия условного топлива для условий Республики Беларусь, естественно, зависит от мощности ГТУ. Ниже приводятся результаты расчетов для нескольких вариантов, проработанных для одного из проектов применения ГТУ (рис. 3, 4):

- две параллельно работающие ГТУ единичными мощностями 70 и 25 МВт;
- две параллельно работающие ГТУ единичными мощностями по 70 МВт;
- три параллельно работающие ГТУ, в том числе две мощностями по 70 и одна – 25 МВт;
- две параллельно работающие ГТУ единичными мощностями 110 и 25 МВт;
- одна ГТУ мощностью 110 МВт.

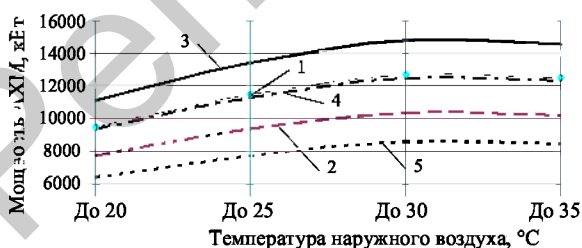


Рис. 3. Изменения мощности АХС при отмеченной (рис. 2) влажности воздуха в зависимости от температуры окружающей среды, негативное влияние которой может быть блокировано с помощью АХМ: 1 – 110 + 25; 2 – 110; 3 – 70 + 70 + 25; 4 – 70 + 70; 5 – 70 + 25

Нужные мощности АХМ (рис. 3) соответствуют типоразмерам основных производителей, что обеспечивает условия для реализации данного решения.

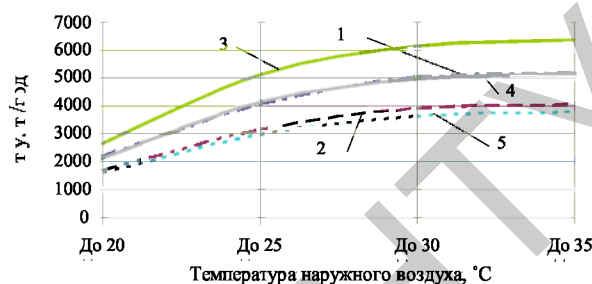


Рис. 4. Изменение экономии условного топлива в зависимости от максимальной температуры окружающей среды при средней (рис. 2) влажности воздуха, негативное влияние которой может быть блокировано с помощью АХС: 1 – 110 + 25; 2 – 110; 3 – 70 + 70 + 25; 4 – 70 + 70; 5 – 70 + 25

При цене природного газа, имеющей место в настоящее время и прогнозируемой в ближайшие годы, указанная на рис. 4 экономия топлива значительна и обеспечивает окупаемость данного решения в течение до двух лет – величины требуемой в Беларуси для энергосберегающих проектов при существующих ценах АХМ. Последние изменяются от 0,1 до 0,3 тыс. дол. за 1 кВт·ч при увеличении холодопроизводительности АХМ от 0,2 до 10 МВт. Очевидно, что окупаемость основной части проектов внедрения ГТУ имеет более длительный срок. В этой связи введение в состав проекта АХС, безусловно, облегчит проект. Надо отметить, что показатели окупаемости проекта по блокированию негативного влияния повышения температуры ОС, приведенные для указанных выше мощностей ГТУ, практически мало зависят от мощности ГТУ, и в этом контексте решение оказывается целесообразным для всей гаммы типоразмерных рядов рассматриваемых двигателей внутреннего сгорания.

ВЫВОДЫ

1. Изменение энергетических характеристик ГТУ под влиянием параметров ОС существенно. В этой связи требуется рассмотреть зависимости энергетических характеристик ГТУ от температуры ОС с целью комплексного повышения эффективности использования природ-

ного газа. Анализ приведенных характеристик подтверждает выводы работы [3]:

- мощность ГТУ падает на величину до 14 %;
- КПД ГТУ снижается на 2 %;
- изменяются температура и объем выхлопных газов ГТУ.

2. Число часов стояния в году температур окружающей среды, выше температуры 15 °С, когда имеет место снижение мощности и КПД газотурбинных установок, согласно статистическим данным для г. Бобруйска, равно 1,9–2,2 тыс. ч, что на 100–300 ч превышает данные СНБ, устанавливающие эту величину на уровне 1874 ч.

3. Захоложенная вода приготавливается с помощью бромисто-литиевых АХМ, поставляемых комплектно в виде чиллеров, использующих для привода утилизируемую тепловую энергию отработанных потоков теплоэнергетических или теплотехнологических установок с паровым или водяным теплоносителями. Последнее обстоятельство благотворно и в том отношении, что в период сезонного провала тепловых нагрузок появляется дополнительный потребитель парового или водяного потоков в количестве по отношению к требуемой холодопроизводительности АХС: от 1/1,5 – для парового теплоносителя до 1/0,7 – для водяного теплоносителя.

4. Вытеснение природного газа из энергобаланса страны наиболее значительно и экономически выгодно обеспечивается за счет повышения эффективности использования, прежде всего, природного газа, для чего в Беларуси имеются все условия: наличие соответствующей инфраструктуры и необходимое апробированное оборудование.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Газотурбинные технологии:** каталог газотурбинного оборудования. – Рыбинск: ООО «Издательский дом “Газотурбинные технологии”», 2009. – 392 с.
2. **Архивы метеорологических наблюдений по метеостанциям Беларуси, Украины, России, Польши и Прибалтики** // Республиканский гидрометеоцентр [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/zip>
3. **Понырин, Л. С.** Эффективность технического перевооружения ТЭЦ на базе парогазовых установок / Л. С. Понырин, М. Д. Дильман // Теплоэнергетика. – 2006. – № 2. – С. 34–39.
4. **Строительная климатология:** СНБ 2.04.02–2000. Изменение № 1. — Минск: Мин-во строит. и арх. РБ. 2001. – С. 23.
5. **Карпов, В. В.** Повышение эффективности работы ГТУ–ТЭС «Международная» в теплый период года / В. В. Карпов, А. А. Митин, С. А. Гынденев // Турбины и дизели. – 2010. – № 1. – С. 14–16.

Поступила 20.01.2011