

УДК 621.182

**Б.Д. БИЛЕКА, Л.К. ГАРКУША***Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГТУ И ГПД В КОМБИНИРОВАННЫХ СХЕМАХ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОТЫ**

*Рассмотрены вопросы рационализации методов производства тепловой энергии в коммунальных теплоэнергетических предприятиях в условиях перманентного роста цен на природный газ путем применения когенерационных технологий с использованием газопоршневых и газотурбинных двигателей. Показано, что использование в коммунальных котельных автономных когенерационных установок для производства тепловой энергии наиболее эффективно в комбинированных схемах. Предложены комбинированные когенерационно-теплонасосные схемы производства теплоты, обеспечивающие значительную экономию газа.*

**Ключевые слова:** когенерационная установка, газотурбинная установка, газопоршневой двигатель, котел-утилизатор, тепловой насос, горячее водоснабжение.

**Введение**

Основным назначением предприятий коммунальной энергетики является теплоснабжение. На эти цели предприятия коммунальной энергетики Украины используют 30-35% органического топлива от общего объема потребления отраслями народного хозяйства, преимущественно природного газа, 70-75% которого импортируется. Целевая теплота в коммунальных предприятиях производится путем сжигания природного газа в водогрейных или паровых котлах.

В последние годы цена на газ непрерывно растет, что обуславливает остроту проблемы его экономии. В связи с этим, предлагается широкое внедрение в коммунальных предприятиях когенерационных технологий, которые в настоящее время признаны наиболее прогрессивными технологиями. В основе их лежит использование когенерационных установок на базе ГПД или ГТУ с электрогенераторами с утилизацией теплоты выхлопа двигателей в котлах-утилизаторах и теплоты системы охлаждения двигателя в случае использования ГПД. Когенерационные технологии весьма важны с позиций децентрализации и повышения надежности теплоэлектроснабжения. Кроме этого, они способствуют повышению эффективности теплоэнергетических предприятий. Однако, если рассматривать автономные когенерационные установки только с позиций теплоснабжения, то в производстве тепловой энергии в ряде случаев с ними достаточно успешно могут конкурировать современные котлы.

Вместе с тем, для коммунальных предприятий могут быть предложены технологии получения це-

левой теплоты, при которых с использованием когенерационных технологий может быть обеспечена значительная экономия газа в сравнении с использованием котлов. Речь идет о применении комбинированных схем получения теплоты – когенерационная установка + компрессионный тепловой насос [1]. Основанием для такой схемы является относительно низкая себестоимость производимой когенерационной установкой электроэнергии.

**Результаты исследований**

Принципиальная комбинированная схема производства целевой теплоты на базе ГПД, предназначенная для горячего водоснабжения, представлена на рис. 1.

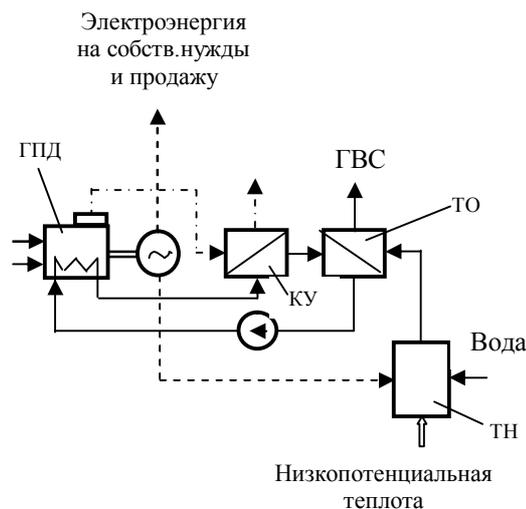


Рис. 1. Комбинированная когенерационно-теплонасосная схема с ГПД:  
КУ – котел-утилизатор; ТО – теплообменник;  
ТН – тепловой насос

Когенерационная установка, состоящая из ГПД с электрогенератором и котла-утилизатора (КУ), в котором утилизируется теплота выхлопа двигателя, производит электроэнергию, часть которой потребляется входящим в схему компрессионным тепловым насосом (ТН), а остаток используется для удовлетворения других собственных нужд предприятия и для продажи возможному потребителю. В схеме система охлаждения двигателя и котел-утилизатор представляют собой последовательную систему, замыкающуюся через теплообменник ГВС (ТО). Целевой теплоноситель, образованный обратной водой из системы ГВС и водой подпитки, поступает в тепловой насос и затем в теплообменник ГВС. Расход целевого теплоносителя в представленной схеме определяется изменением его температуры в ТО и тепловой мощностью контура системы охлаждения двигателя и котла-утилизатора. Мощность подводимой к тепловому насосу электрической энергии определяется мощностью теплового насоса и коэффициентом трансформации, который по проведенным оценкам лежит в интервале 3-5. В качестве источников низкотенциальной энергии для теплового насоса в коммунальных предприятиях могут рассматриваться близлежащие водные источники, воды канализационных коллекторов, воздух, грунт и другие возможные источники.

В рассмотренной схеме тепловой насос потребляет порядка 60-70% электроэнергии, производимой когенерационной установкой. При использовании когенерационных установок обычно предполагается, что производимая электроэнергия, за исключением той ее части, которая расходуется на собственные нужды установки и предприятия, является товарной.

Однако продажа ее в сеть нередко связана с трудностями, обычно носит дискриминационный характер и во многих случаях является экономически невыгодной. Применение комбинированных схемы теплоснабжения позволяет использовать избыточное количество производимой электроэнергии для повышения их тепловой мощности. При этом предполагается использование более мощного теплового насоса и дополнительного электронагревателя. На рис. 2 представлена комбинированная схема теплоснабжения без производства товарной электроэнергии.

В этой схеме целевой теплоноситель после теплового насоса разделяется на два потока, один из которых направляется для догрева в котел-утилизатор когенерационной установки, а второй – в электронагреватель, использующий часть избыточной электроэнергии. Объединенный в общий поток целевой теплоноситель после котла-утилизатора и электронагревателя направляется потребителю. Это позволяет сэкономить дополнительное количество газа на производство тепловой энергии. Использование в схеме дополнительного элек-

тронагревателя улучшает регулировочные характеристики установки и позволяет в схемах с аккумулятором использовать для догрева целевого теплоносителя электроэнергию по ночному тарифу с увеличением мощности теплового насоса.

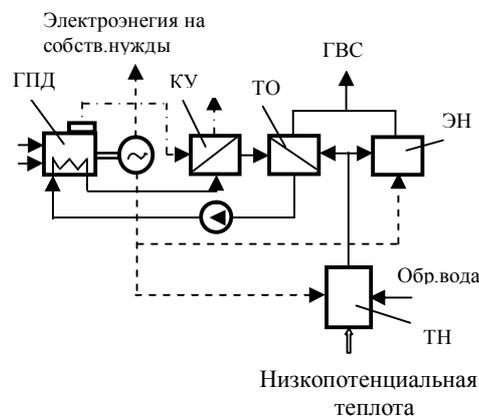


Рис. 2. Комбинированная когенерационно-теплоснасосная схема с полным использованием электроэнергии на собственные нужды  
ЭН – электронагреватель

На рис. 3 представлена комбинированная когенерационно-теплоснасосная схема с ГТУ.

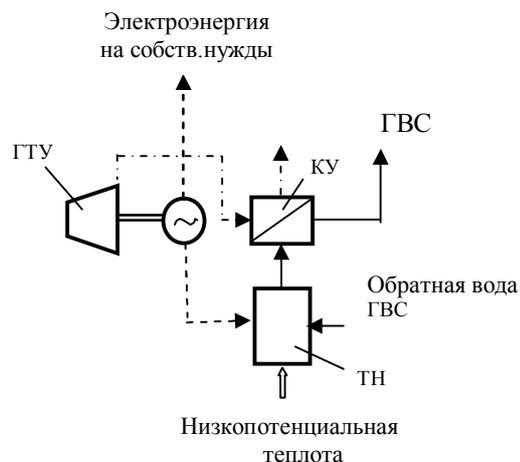


Рис. 3. Комбинированная когенерационно-теплоснасосная схема с ГТУ:  
КУ – котел-утилизатор; ТН – тепловой насос

В схеме с ГТУ вода из теплового насоса поступает непосредственно в котел-утилизатор. Тепловая мощность когенерационной установки в этом случае определяется только тепловой мощностью котла-утилизатора. В комбинированных схемах с ГТУ почти вся произведенная электроэнергия потребляется тепловым насосом.

В табл. 1 приведены расчетные данные по удельным расходам природного газа (отношение часового расхода газа на единицу полезной тепловой мощности) для различных технологических схем получения тепловой энергии. Оценка выполнена для ко-

генерационных установок на базе газопоршневого двигателя JMS 320 GS-N.L компании GE Energy Yembacher Division и на базе ГТУ UGT6000C ГП НПКГ «Зоря-Машпроект». При оценке распределения топлива на производство электрической и тепловой энергии в когенерационных установках был использован физический метод. В комбинированных схемах коэффициент трансформации для теплового насоса был принят равным 3, КПД теплофикационного котла – 92%, КПД электронагревателя – 98%.

Таблица 1

Расчетные данные

№ п/п	Технологическая схема	Уд. расход газа, $\text{нм}^3/\text{час}/\text{кВт}$
1	Котел	0,115
2	Когенерационная установка с ГПД	0,122
3	Комбинированная схема с ГПД	0,069
4	Комбинированная схема с ГПД и ЭН	0,03
5	Когенерационная установка с ГТУ	0,153
6	Комбинированная схема с ГТУ	0,088

## Заклучение

1. Если рассматривать автономные когенерационные установки только с позиций теплоснабжения, то в ряде случаев с ними могут конкурировать современные котлы.

2. Применение рассмотренных комбинированных схем производства тепловой энергии на базе КГУ и теплового насоса позволяет сократить расход топлива на производство теплоты на 20-60%.

3. При дискриминационных ценах на продажу в сеть производимой КГУ электроэнергии более выгодным может оказаться ее использование для производства теплоты в комбинированных схемах.

## Литература

1. Пат. 17775 України, F01K 11/02. Установка для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії / Долінський А.А., Білека Б.Д., Гаркуша Л.К.; заявник і патентовласник – Інститут технічної теплофізики НАН України; заявл.05.04.06; опубл.16.10.2006, Бюл.№ 10.

Поступила в редакцию 15.05.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, зав.отделом А.А. Халатов, Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев, Украина.

## ВИКОРИСТАННЯ ГТУ І ГПД В КОМБІНОВАНИХ СХЕМАХ ОДЕРЖАННЯ ТЕПЛОТИ

*Б.Д. Білека, Л.К. Гаркуша*

Розглянуті питання раціоналізації методів виробництва теплової енергії в комунальних теплоенергетичних підприємствах в умовах перманентного зростання цін на природний газ шляхом застосування когенерационних технологій з використанням газопоршневих і газотурбінних двигунів. Показано, що використання в комунальних котельнях автономних когенерационних установок для виробництва теплової енергії найефективніше в комбінованих схемах. Запропоновані комбіновані когенерационно-теплонасосні схеми виробництва теплоти, що забезпечують значну економію газу.

**Ключові слова:** когенерационна установка, газотурбінна установка, газопоршневий двигун, котел-утилізатор, тепловий насос, гаряче водопостачання.

## THE USE OF GTU AND GPE IN COMBINED SCHEMES FOR HEAT PRODUCTION

*B.D. Bileka, L.K. Garkusha*

The questions of rationalization of methods of heat energy production in communal heat energy enterprises in the conditions of permanent price advance on natural gas by application of cogeneration technologies with the use of gas-piston and gas-turbine engines are considered. It is noted that the use of autonomous cogeneration units for heat energy production in the communal boiler-houses is most effectively in the combined schemes. The combined cogeneration-heat pump schemes for productions of heat that provide the considerable economy of gas are offered.

**Key words:** cogeneration unit, gas turbine unit, gas piston engine, boiler-utilizer, heat pump, heat water-supply.

**Білека Борис Дмитриевич** – д-р техн.наук, зав.отделом технологии комбинированного производства энергии Института технической теплофизики НАН Украины, Киев, Украина, e-mail: bilbol@i.com.ua.

**Гаркуша Леонид Кириллович** – научный сотрудник отдела технологии комбинированного производства энергии Института технической теплофизики НАН Украины, Киев, Украина, e-mail: bilbol@i.com.ua.