

Наведено опис і основні технічні характеристики енергоутілізуючих установок малої потужності, які використовуються у якості робочих тіл паросилових циклів низько киплячий вуглеводень - n-пентан і водоаміачна суміш

Ключові слова: енергетика, енергоустановки, пентан, водоаміачна суміш

Приведено описание и основные технические характеристики энергоутилизационных установок малой мощности, использующие в качестве рабочих тел паросиловых циклов низкокипящий углеводород – n-пентан и водоаммиачную смесь

Ключевые слова: энергетика, энергоустановки, пентан, водоаммиачная смесь

The description and basic technical data of power plants with low power which use low-boiling hydrocarbon – n-pentane and ammonia-water mixture as working media of steam-power cycles are given

Key words: power engineering, power plants, pentane, ammonia-water mixture

Одной из тенденций развития современной энергетики является создание энергоблоков малой и средней мощности (1,5...150 МВт) на основе газотурбинных установок (ГТУ). При этом в большой энергетике наибольшее распространение получили комбинированные парогазовые установки (ПГУ) с реализацией цикла Ренкина в паровых турбинах различной мощности. Кроме того, на основе использования остаточной теплоты выхлопных газов ГТУ может быть реализован теплофикационный цикл, что обеспечивает высокую эффективность термодинамических процессов в энергоблоках такого типа.

В связи с повышением цен на природный газ, являющегося основным видом топлива в ПГУ, в развитых странах началось освоение энерготехнологий, связанных с газификацией каменного и бурого угля, продуктов переработки нефти для получения топливного газа ГТУ. Такое направление развития теплоэнергетики является весьма актуальным для Украины, учитывая имеющиеся запасы углей, но в связи с высокой наукоемкостью данного направления работ, целесообразно расширять поиски и других перспективных направлениях. В частности, целесообразно развивать научно-исследовательские и конструкторские работы с целью создания и внедрения в эксплуатацию низкотемпературных (температура рабочей среды 423...473 К) энергоутилизационных установок малой мощности (1,0...4,0 МВт), работающих в составе энерготехнологических установок различного назначения. Такие установки могут получить применение уже сегодня, являясь экономически выгодным дополнением к действующим ГТУ простого или сложного рабочего цикла малой и средней мощности (6,0...25,0 МВт), работающих как на природном газе, так и на продуктах газификации.

УДК 621.3

РАБОТЫ ПАО «СУМСКОЕ НПО ИМ. М.В. ФРУНЗЕ» ПО ЭНЕРГО- УТИЛИЗАЦИОННЫМ УСТАНОВКАМ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

А. В. Смирнов

Кандидат технических наук, главный конструктор ПАО,
начальник СКБ*

В. П. Парафейник

Доктор технических наук*

Д. А. Сидоренко*

*ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе»

ул. Горького, 58, г. Сумы, 40004

Контактный тел.: (0542) 24-33-47, (0542) 24-19-21

E-mail: tkm@frunze.com.ua

Наиболее целесообразными областями применения низкотемпературных энергоутилизационных установок является газовая промышленность [1] (компрессорные станции магистральных газопроводов), газоперерабатывающие и нефтеперерабатывающие заводы, так как пентан и бутан, естественные продукты нефти и газопереработки, являются эффективными рабочими средами низкотемпературного рабочего цикла. Однако, традиционная угольная теплоэнергетика (с учетом распространения паровых турбин малой мощности с противодавлением) также является целесообразной областью применения низкотемпературных ГТУ в летний период эксплуатации при отсутствии требуемых тепловых нагрузок.

На территории ПАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе» (далее ПАО) имеется энергокомплекс, предназначенный для выработки электрической и тепловой энергии, в состав которого входят: парогазовая установка ПГУ-20 электрической мощностью 20МВт и когенерационная установка ЭГТУ-16 электрической мощностью 16МВт и тепловой мощностью 25 МВт [2]. Опыт эксплуатации ПГУ-20, работающей на природном газе, показал, что при существующей стоимости природного газа выработка электроэнергии для обеспечения собственных нужд ПАО является нерентабельной. В составе энергокомплекса имеется также опытно-промышленная энергоутилизационная установка УТГ-4П с замкнутым рабочим циклом, использующая в качестве рабочего тела паросилового цикла пентан [3, 4].

Установка УТГ-4П предназначена для производства электроэнергии, а также исследования рабочего процесса энергоустановок нового типа, испытания и доводки оборудования. Основные технические характеристики УТГ-4П приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики установки УТГ-4П

Наименование	Значение параметра
Электродвигатель	ТГ-6-2ДУЗ-В
- мощность номинальная, МВт	6,0
- напряжение, кВт	6,3
- частота тока номинальная, Гц	50
- коэффициент мощности номинальный, cosφ	0,8
- частота вращения, об/мин	3000
Привод генератора – радиально-осевая турбина	ТПР-4/6-1,45/0,1
- давление газа на входе/выходе, МПа (абс.)	1,45/0,15
- температура газа на входе в турбину, К	423
- расход газа через турбину, кг/с	57,2
- частота вращения, об/мин	6907
- мощность турбины на номинальном режиме, МВт	4,0
Утилизатор	УТ-25
- расход воды через утилизатор тепла на номинальном режиме, м ³ /ч	250
- температура воды на входе/выходе, К	378/470
- давление воды на входе/выходе, МПа	1,7/1,65

Проектная мощность установки 4 МВт, рабочая среда n-пентан. В качестве теплоносителя для испарения и перегрева НРТ используется вода от котла-утилизатора существующей когенерационной установки ЭГТУ-16, созданной ранее в ПАО на основе авиационного ГТД НК-16СТ (ОАО «КМПО», г. Казань).

Конструкторская документация и технологические решения были выполнены специалистами ПАО. Изготовление оборудования, строительные-монтажные и пусконаладочные работы также осуществлялись силами ПАО. Проект установки разработан ОАО «Укрхимпроект» (г. Сумы).

Технологическая схема установки УТГ-4П представлена на рис. 1.

Перспективным направлением внедрения энергоутилизационных установок малой мощности является их применение для энергоснабжения компрессорных станций (КС) магистральных газопроводов, что может быть особенно актуально в рамках программы реконструкции газотранспортной системы Украины. Одним из важнейших вопросов при разработке такой энергоутилизационной установки является выбор рабочей среды контура паровой турбины.

Применение воды неприемлемо из-за существенно снижения надежности эксплуатации КС в осенне-зимний период.

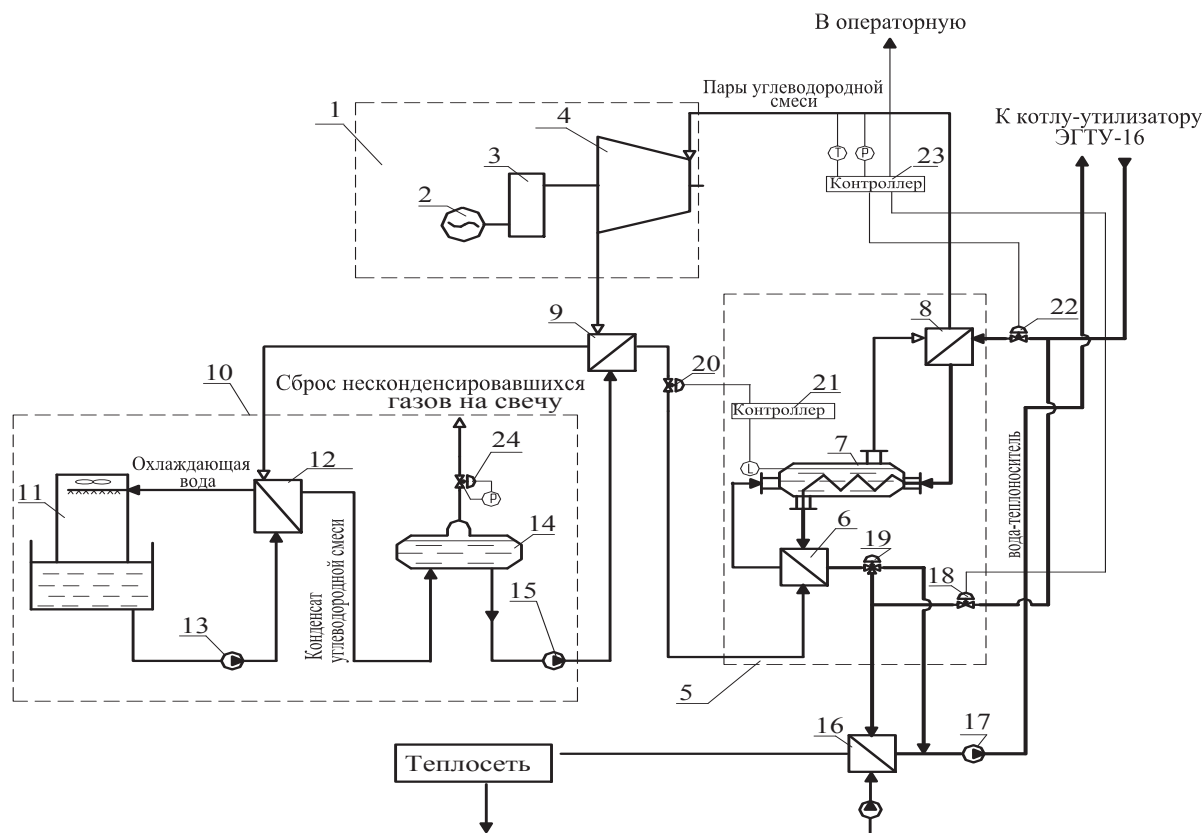


Рис. 1. Технологическая схема низкотемпературной утилизационной энергетической установки УТГ-4П: 1-модуль паротурбинный; 2 - электродвигатель; 3 - редуктор; 4 - турбина; 5 - система испарения НРТ; 6 - подогреватель; 7 - испаритель; 8 - пароперегреватель; 9 - рекуперативный кожухотрубчатый теплообменник для предварительного подогрева сконденсированного пентана; 10 - система конденсации НРТ; 11 - градирня; 12 - конденсатор; 13 - насос подачи охлаждающей воды; 14 - емкость для сбора конденсата; 15 - насос подачи конденсата; 16 - дополнительный теплообменник; 17 - насос для циркуляции воды; 18,19,20,22,24 - пневмопривод; 21,23 - система автоматизированного управления

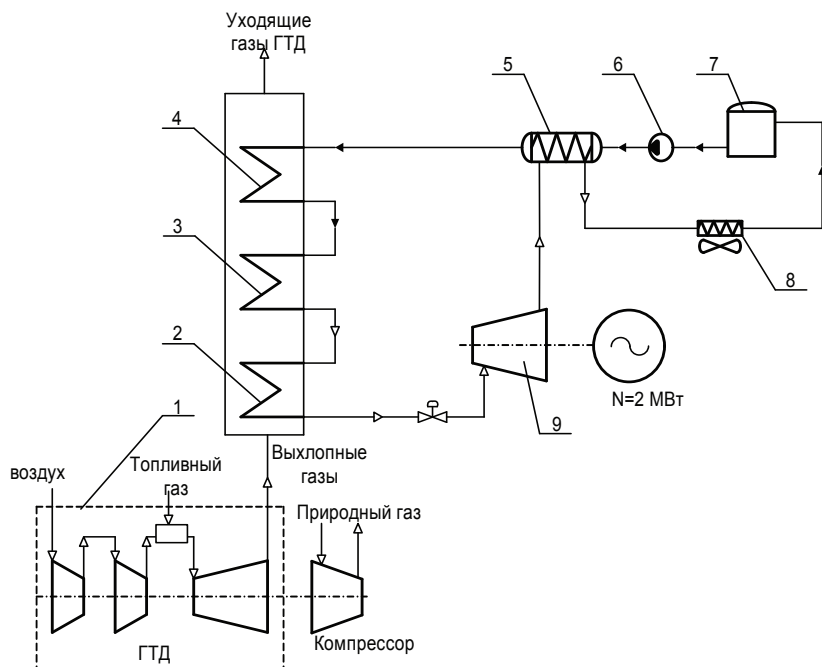


Рис. 2. Принципиальная схема энергоутилизационной установки мощностью 2МВт для агрегата типа ГПА-Ц-12А: 1 – газоперекачивающий агрегат; 2 – пароперегреватель; 3 – испаритель; 4 – экономайзер; 5 – конденсатор; 6 – циркуляционный насос; 7 – емкость рабочей среды; 8 – охладитель рабочей среды; 9 – электрогенератор с паротурбинным приводом

Таблица 2

Основные технические характеристики энергоустановки мощностью 2МВт, в составе ГПА

Наименование	Значение параметра
Номинальная мощность, МВт	2,057
Рабочая среда	Водоаммиачная смесь
Температура замерзания смеси, К	218±240
Параметры пара на входе в турбину:	
- давление, МПа;	1,5
- температура, К (оС)	572 (299)
Параметры пара на выходе из турбины:	
- давление, МПа;	0,2
- температура, К (оС)	406,5 (133,5)
Массовый расход пара, кг/с	6,5
Теплопроизводительность, МВт	
- пароперегревателя;	1,546
- испарителя;	13,2
- экономайзера	1,853
Мощность циркуляционного насоса, кВт	16,3

В связи с этим целесообразно создание замкнутого контура на водоаммиачной смеси для работы паровой турбины для привода электрогенератора. Указанные смеси позволяют подобрать рабочую среду, обеспечивающую надежную эксплуатацию установки до $T_a=218\pm 240\text{K}$. Схема такой установки на основе радиальной паровой турбины, работающей на незамерзающей рабочей смеси, представлена на рис. 2, а ее основные характеристики в табл. 2. Такая установка может быть создана при разработки газоперекачивающего агрегата (ГПА) на основе двигателя АИ-312

мощностью 12 мВт конструкции ГП ЗМКБ «Ивченко-Прогресс» (г. Запорожье).

Применение энергоутилизационной установки в составе КС позволяет повысить уровень ее автономности, что повышает надежность эксплуатации, а также обеспечивает существенную экономию электроэнергии. По сравнению с энергоутилизационной установкой на пентане мощностью 4 МВт предлагаемая установка более проста по конструкции, будет иметь меньшую металлоемкость, более высокую надежность и не потребует обеспечения особых мер безопасности при ее эксплуатации.

Выводы

Обобщение результатов работ выполненных в ПАО «Сумское НПО им. М.В.Фрунзе, по созданию энергоутилизационных установок малой мощности, когенерационных и парогазовых установок мощностью

16±20 МВт позволяет сделать следующие выводы:

1. В ПАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе» создан опытно-промышленный образец энергоутилизационной установки на основе низкотемпературной радиально-осевой турбины мощностью 4 МВт, предназначенной для привода дополнительного электрогенератора. Энергоутилизационная установка может применяться в составе когенерационной установки электрической мощностью 16 МВт и тепловой мощностью 25 МВт при отсутствии потребности в тепловой энергии.

2. На основе опыта создания и доводки установки УТГ-4П могут быть созданы серийные энергоутилизационные установки мощностью 1,5 ... 4,0 МВт для КС газовой и нефтяной промышленности, газоперерабатывающих и нефтеперерабатывающих предприятий, а также энергоблоков с газотурбинным приводом, эксплуатируемых на нефтяных и нефтегазовых месторождениях.

3. Создание энергоустановки для ГПА и энергоблоков с газотурбинным приводом простого и сложного рабочих циклов, эксплуатируемых в сложных условиях, целесообразно осуществлять с использованием незамерзающих рабочих тел в паросиловом цикле установки, таких как низкокипящие углеводороды либо водоаммиачные смеси.

4. Выбор структуры технологической схемы, состава оборудования и параметров рабочего процесса низкотемпературных энергоутилизационных установок требуют индивидуального подхода в зависимости от объекта, в составе которого намечается применение установки.

5. При существующем соотношении цены на природный газ и тенденции ее увеличения, а также цены на электроэнергию эксплуатация парогазовых установок малой мощности не рентабельна.

Литература

1. Білека Б.Д. Комплексне використання утилізаційних енергоустановок на КС для підвищення ефективності ГПА/ Б.Д. Білека, С.П. Васильєв, В.М. Клименко та інші // Нафтова і газова промисловість.-2000.-№4.-С.40-43.
2. Роговой Е.Д. Применение энергосберегающих технологий в ОАО "Сумское НПО им. М.В. Фрунзе" // Газотурбинные технологии. – 2001, №5(14). С. 20-22.
3. Бухолдин Ю.С. Теплоэнергетические и энергоутилизационные установки конструкции ОАО «Сумское НПО им. М.В.Фрунзе». /Ю.С. Бухолдин, В.М. Олефиренко, В.П. Парафейник и др.// Программа и тезисы первой Международной конференции «Когенерация в промышленности и коммунальной энергетике». – Институт технической теплофизики НАН Украины.– К. 2004.-С.174.
4. Бухолдин Ю.С. Энергоутилизационная установка с пентановым рабочим циклом Бухолдин Ю.С. Олефиренко В.М., Парафейник В.П., Сухоставец С.В. // Газотурбинные технологии. – 2005, №1(36). С. 10-12.
5. Д.А. Костенко, В.П. Парафейник, А.В. Смирнов, А.А Халатов Вопросы реконструкции компрессорных станций газотранспортной системы Украины // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2009, № 4(18). С. 8-13.

УДК 539.3:621

ПОЛІПШЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФОРСОВАНИХ ДВИГУНІВ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ ДИСКРЕТНИМ ЗМІЦНЕННЯМ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ

Е.К. Посвятенко

Доктор технічних наук, професор
Кафедра „Виробництво, ремонт та матеріалознавство”
Національний транспортний університет
вул. Суворова, 1, м. Київ, Україна, 01010
Контактний тел.: (044) 410-80-07; 050-915-04-71
E-mail: Natali1963@ukr.net

М.А. Ткачук

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*
Контактний тел.: (057) 707-69-02; 067-573-61-17
E-mail: tma@kpi.kharkov.ua

В.М. Шеремет

Аспірант*

Контактний тел.: (057) 707-65-34

*Кафедра «Теорія і системи автоматизованого проектування
механізмів і машин»
Національний технічний університет „Харківський
політехнічний інститут”
вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002

Задача визначення профілю поверхні дискретно зміцнених деталей. Комп'ютерне моделювання НДС зміцненої зони показало її горбкуватість. Зонам зміцнення відповідають вершини, основному матеріалу – впадини профілю

Ключові слова: дискретне зміцнення, НДС, рухомий контакт

Задача определения профиля поверхности дискретно упроченных деталей. Компьютерное моделирование НДС упроченной зоны показало ее холмистость. Зонам упрочения соответствуют вершины, основному материалу – впадины профиля

Ключевые слова: дискретное упрочнение, НДС, подвижный контакт

Problem of definition of a profile of a surface of discretely strengthened details. The hilliness of the work-hardened area is demonstrated computer design of SDS its zone. Thus tops correspond to the areas of work-hardening, and to basic material are cavities of type

Keywords: discrete work-hardening, SDS, mobile contact

Вступ

Для сучасного машинобудування однією із найбільш масштабних проблем є забезпечення ресурсу та ефективності роботи машин, що виготовляються. Вирішення цієї проблеми, зокрема, стикається із задачами забезпечення міцності та триботехнічних характери-

стик деталей при їх проектуванні, розробці технології виготовлення та в процесі експлуатації. Особливу увагу слід приділяти забезпеченню властивостей поверхневого шару найбільш відповідальних та навантажених деталей, який переважно формує властивості деталей та машин у цілому, зокрема, двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) транспортної техніки [1–4].