

EDN: ANTQUG

УДК 621.6.05

**Ю. А. ГОЛОВАЧ, О. В. МИХАЙСКАЯ, Д. Э. РЫБАК**

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,

г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРОВ ПРИ РЕДУЦИРОВАНИИ ГАЗА НА ГРС

**Аннотация.** На сегодняшний день получение электрической энергии с применением технологий ресурсосбережения приобретает все большую актуальность. Одним из способов экономии энергетических ресурсов является возможность использования потенциальной энергии избыточного давления природного газа в детандер-генераторных установках (ДГУ) при его редуцировании на газораспределительных станциях (ГРС) и в газорегуляторных пунктах (ГРП). ДГУ позволяют вырабатывать электроэнергию, которая вырабатывается генератором, устанавливаемым за детандером, а в некоторых случаях теплоту и холод. В статье рассматриваются перспективные направления и основные преимущества использования ДГУ. Приведена технологическая схема детандер-генераторной установки блочно-комплектного исполнения УТДУ-4000, описаны основные элементы и принцип ее работы. Уделено внимание вопросу экологической и экономической выгоды от внедрения детандер-генераторов. Использование ДГУ в системах газоснабжения дает возможность снижения затрат на электроэнергию для собственных нужд и улучшения экологических показателей.

**Ключевые слова:** газоснабжение, редуцирование, природный газ, детандер-генератор.

### ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В условиях растущих цен на энергоносители и нестабильности их поставок актуальность применения альтернативных источников энергии становится все более важной. С развитием газотранспортной системы приобрела значимость проблема потери полезной энергии при понижении давления газа на газораспределительной станции, особенно на ГРС малой производительности, где происходит значительная потеря потенциала. Для решения данной проблемы необходим выбор новых технических решений и технических средств, которые позволят полезно использовать потенциальную энергию избыточного давления газового потока.

Газотранспортная система состоит из газопроводов и различных технологических сооружений, включая ГРС, которая осуществляет снижение и автоматическое поддержание давления на заданном уровне (процесс редуцирования). Редуцирование газа является необратимым процессом, при котором изменяются характеристики газовой смеси [1].

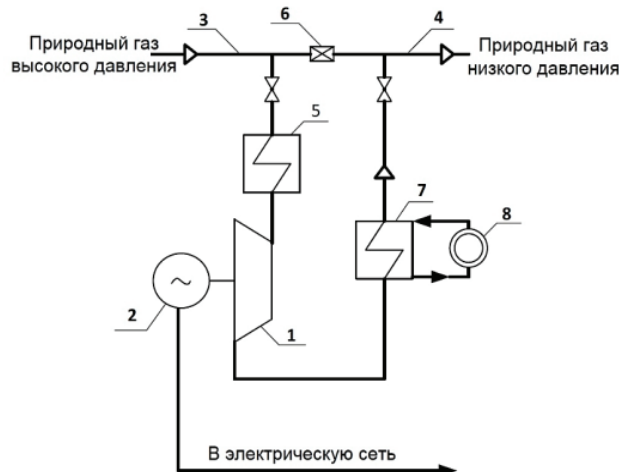
Одним из перспективных направлений является использование детандер-генераторных установок. ДГУ-устройство, в котором энергия газового потока сначала преобразуется в механическую энергию в детандере, а затем в электроэнергию в генераторе. Схема установки ДГУ представлена на рисунке 1.

Применение ДГУ имеет ряд преимуществ. Во-первых, это возможность создания независимой системы отопления и электрификации, что особенно актуально для удаленных и недоступных территорий [2]. Во-вторых, ДГУ позволяют снизить затраты на энергоносители и сократить зависимость от ценовых колебаний на рынке. В-третьих, использование ДГУ снижает нагрузку на газотранспортную систему, что повышает ее надежность и эффективность.

Одним из основных преимуществ экономии энергоресурсов является возможность снижения себестоимости производимой продукции, что является особенно актуальным на рынке.

Газ поступает к потребителям из магистральных газопроводов через ГРС, где происходит первая ступень дросселирования, а затем к газорегуляторным пунктам, где осуществляется вторая ступень



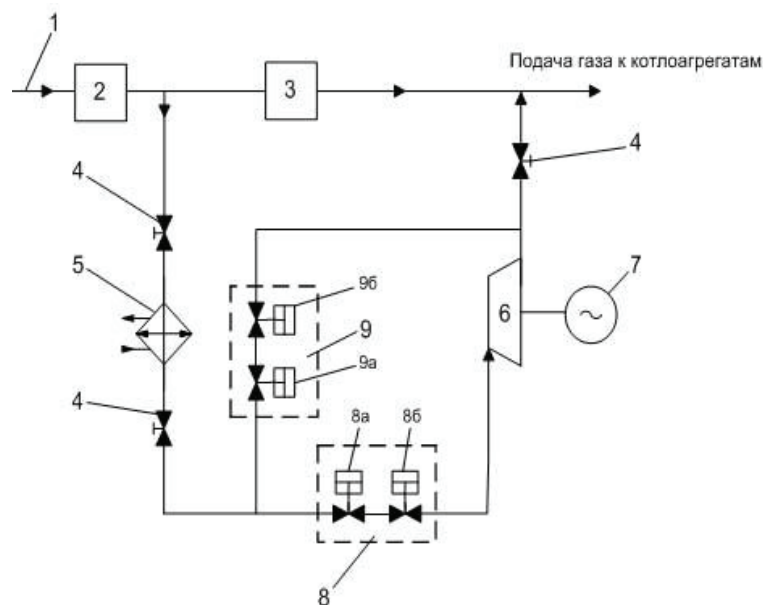


**Рисунок 1** – Схема установки ДГА: 1 – детандер; 2 – генератор; 3, 4 – соответственно трубопроводы высокого и низкого давления; 5 – теплообменник; 6 – узел редуцирования газа; 7 – теплообменник; 8 – потребитель холода.

дросселирования и давление газа снижается. Если заменить обычное редуцирование природного газа на ГРС и ГРП процессом «срабатывания» существующего перепада давления в турбине детандер-генераторной установки (ДГУ), осуществляется возврат энергии, затраченной на сжатие газа [3].

Детандер-генераторы используются в промышленной теплоэнергетике, на тепловых электрических станциях, потребляющих большое количество топливного природного газа, металлургических и химических заводах и проч.

На рисунке 2 представлена принципиальная технологическая схема детандер-генераторной установки блочно-комплектного исполнения УТДУ-4000.



**Рисунок 2** – Принципиальная технологическая схема: 1 – подвод газа к ГРС (ГРП); 2 – узел очистки газа; 3 – ГРС (ГРП); 4 – электрозадвижка; 5 – газоподогреватель (теплообменный аппарат); 6 – турбодетандер; 7 – электрогенератор; 8 – блок регулирующего клапана, где: 8а – стопорный клапан (СК); 8б – дозирующий клапан (ДК); 9 – блок байпасный, где: 9а – клапан защиты (КЗ); 9б – регулятор давления газа (РДГ).

ДГА состоит из следующих блоков, входящих в комплект поставки: блок детандер-генераторный, блок системы маслоснабжения, блок маслоохлаждения, блок стопорно-дозировочный, блок байпасный, программно-технический комплекс автоматизированной системы управления технологическим

процессом (ПТК САУ), комплектное распределительное устройство (КРУ), распределительное устройство собственных нужд ДГА (РУСН).

Принцип работы УТДУ-4000 состоит в следующем: природный газ из входного коллектора, пройдя узел очистки, поступает в подогреватель газа, затем в турбодетандер. При расширении газа в детандере, жестко связанном при помощи зубчатой трансмиссии и редуктора с генератором, потенциальная энергия сжатого газа преобразуется в механическую, приводя в действие генератор, который производит электрическую энергию [4].

Далее электроэнергия через повышающий трансформатор направляется в электрическую сеть 110 кВ. После расширения в турбодетандере газ через отключающую задвижку направляется к котлоагрегатам ТЭЦ. Для обеспечения бесперебойной подачи газа потребителю УТДУ снабжена байпасной линией, в комплект поставки которой входят клапан защиты (КЗ) и регулятор давления газа (РДГ).

## ВЫВОДЫ

Результаты расчетов и опыт эксплуатации детандер-генераторных установок в зарубежных и отечественных условиях подтверждают, что эти установки могут производить электроэнергию в объеме 30...50 кВт/тыс. м<sup>3</sup> газа при определенной эффективности процесса расширения в турбине [5]. Применение ДГУ позволяет не только использовать вторичные энергоресурсы для производства электроэнергии, но и снизить уровень вредных выбросов по сравнению с традиционными технологиями.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулагина, О. В. Использование избыточной энергии давления природного газа на небольших газораспределительных станциях / О. В. Кулагина. – Текст : непосредственный // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность : материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции, Томск, 2013. – Томск, 2013. – С. 263–264.
2. Данилов, А. А. Автоматизированные газораспределительные станции : справочник / А. А. Данилов. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2004. – 542 с. – ISBN 5-93808-074-6. – Текст : непосредственный.
3. Белоусов, А. Е. Применение детандеров для повышения эффективности работы ГРП и малых ГРС / А. Е. Белоусов. – Текст : непосредственный // Проблемы недропользования – 2014 : сборник научных трудов Международного форума-конгресса молодых ученых, Санкт-Петербург, 23-25 апреля 2014 г. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2014. – С. 178.
4. Белоусов, А. Е. Повышение эффективности процесса редуцирования в системе транспорта и распределения природного газа при помощи детандер-генераторов объемного типа / А. Е. Белоусов, О. В. Кабанов. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы науки и техники – 2016 : сборник статей, докладов и выступлений IX Международной научно-практической конференции молодых ученых, Уфа, 2016 г. – 2016. – Том 1. – Уфа : Нефтегазовое дело. – С. 115–116.
5. Белоусов, А. Е. Моделирование газодинамических процессов, связанных с утилизацией энергии природного газа на малых пунктах редуцирования единой системы газоснабжения при помощи регулируемого детандер-генератора объемного типа / А. Е. Белоусов, О. В. Кабанов, Г. Х. Самигуллин. – Текст : непосредственный // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 7–8. – С. 18–23.

Получена 04.05.2023

Принята 23.05.2023

Ю. О. ГОЛОВАЧ, О. В. МИХАЙСЬКА, Д. Е. РИБАК  
ВИКОРИСТАННЯ ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРІВ ПРИ РЕДУКУВАННІ  
ГАЗУ НА ГРС  
ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,  
м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація

**Анотація.** На сьогодні отримання електричної енергії із застосуванням технологій ресурсозбереження набуває все більшої актуальності. Одним із способів економії енергетичних ресурсів є можливість використання потенційної енергії надлишкового тиску природного газу в детандер-генераторних установках (ДГУ) при його редукуванні на газорозподільних станціях (ГРС) і в газорегуляторних пунктах (ГРП). ДГУ дозволяють виробляти електроенергію, яка виробляється генератором, що встановлюється за детандером, а в деяких випадках теплоту і холод. У статті розглядаються перспективні напрямки та основні переваги використання ДГУ. Наведена технологічна схема детандер-генераторної установки блочно-комплектного виконання УТДУ-4000, описані основні елементи і принципи її роботи. Прیدілено увагу питанню екологічної та економічної вигоди від впровадження

детандер-генераторів. Використання ДГУ в системах газопостачання дає можливість зниження витрат на електроенергію для власних потреб і поліпшення екологічних показників.

**Ключові слова:** газопостачання, редукування, природний газ, детандер-генератор.

YULIA GOLOVACH, OKSANA MIKHAYSKAYA, DANIL RYBAK  
THE USE OF EXPANDER GENERATORS WHEN REDUCING GAS AT THE GAS-DISTRIBUTING STATIONS

FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»,  
Makeyevka, DPR, Russian Federation

**Abstract.** To date, the production of electric energy using resource-saving technologies is becoming increasingly relevant. One of the ways to save energy resources is the possibility of using the potential energy of overpressure of natural gas in expander-generator sets (EGS) when it is reduced at gas distribution stations (GDS) and gas control points (GCP). EGS allow you to generate electricity, which is generated by a generator installed behind the expander, and in some cases heat and cold. The article discusses promising areas and the main advantages of using EGS. The technological scheme of the expander-generator unit of the block-complete UTDU-4000 design is given, the main elements and the principle of its operation are described. Attention is paid to the issue of environmental and economic benefits from the introduction of expander generators. The use of EGS in gas supply systems makes it possible to reduce energy costs for own needs and improve environmental performance.

**Keywords:** gas supply, reduction, natural gas, expander generator.

**Головач Юлия Александровна** – кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: надежность распределительных сетей газоснабжения, рациональное использование газообразного топлива.

**Михайская Оксана Валентиновна** – ассистент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах теплоснабжения и газоснабжения.

**Рыбак Данил Эдуардович** – магистрант кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: рациональное использование газообразного топлива.

**Головач Юлія Олександрівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання і вентиляції ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: надійність розподільних мереж газопостачання, раціональне використання газоподібного палива.

**Михайська Оксана Валентинівна** – ассистент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання і вентиляції ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах теплопостачання та газопостачання.

**Рыбак Данило Едуардович** – магистрант кафедри теплотехніки, теплогазопостачання і вентиляції ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: раціональне використання газоподібного палива.

**Golovach Yulia** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: reliability of gas distribution networks, rational use of gaseous fuel.

**Mikhayskaya Oksana** – assistant, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: energy and resource saving in heat supply and gas supply systems.

**Rybak Danil** – master's student, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: rational use of gaseous fuel.