

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ФУНКЦИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГОПЕРЕХОДА

УДК 621.311

В.К. Аверьянов, АО «Газпром промгаз» (Москва, Россия), V.Averyanov@spb.oao-promgaz.ru

А.Н. Блинов, АО «Газпром промгаз», A.Blinov-spb@promgaz.gazprom.ru

Н.В. Варламов, АО «Газпром промгаз», N.Varlamov@promgaz.gazprom.ru

А.Ю. Лезер, АО «Газпром промгаз», a.lezer@spb.promgaz.gazprom.ru

Расширение спектра технических и технологических решений для производства новых продуктов становится устойчивой тенденцией в газовой отрасли.

В статье выполнена оценка вариантов и возможностей дальнейшей диверсификации функций энергетических объектов как способа повышения их эффективности в условиях энергоперехода и в контексте данных закономерностей и принятых в России планов и программ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ДЕТАНДЕРНЫЙ ГЕНЕРАТОРНЫЙ АГРЕГАТ, ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ НУЖД, СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ (СПГ), ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ, ГАЗОПРОВОД, ЭЛЕКТРОЛИЗ, ВОДОРОД.

Важная задача хозяйственной деятельности подразделений газотранспортной сети (ГТС) – повышение эффективности их работы за счет энергоресурсосбережения, использования вторичных энергетических ресурсов и производства непосредственно на предприятиях ГТС электрической и тепловой энергии [1–4], а также холода [5]. При современных требованиях перехода на более экологичные виды топлива [6–8] осуществляется поиск новых технических решений, соответствующих этим условиям, с одновременным повышением экономических показателей функционирования энергетических систем. К новым создаваемым продуктам на промышленных предприятиях газовой отрасли могут добавиться водород и кислород, метано-водородные смеси (МВС), область использования которых состоит в их применении для собственных нужд и (или) продажи товарного кислорода и водорода, а также добавление водорода в транспортируемый по магистрали природный газ (ПГ) для получения более ценного продукта.

Комплексный подход к вопросам энергоснабжения [3, 4, 9, 10] позволяет достичь более высоких показателей энергоэффективности, а также обеспечить энергоресурсами собственные нужды.

СОГЕНЕРАЦИЯ

Возрастающая стоимость энергетических ресурсов, требования по энергобезопасности и снижению выбросов парниковых газов формируют [11] последовательный возможный переход на схемные решения с cogeneration.

Большинство газотурбинных установок в номинальном режиме имеют температуру выхлопных газов в диапазоне 320–520 °С, а КПД – 24–35 %. При этом утилизационный потенциал тепла выхлопных газов оценивается в 836 млн ГДж/год и может быть использован для нужд теплоснабжения и выработки электроэнергии [3].

Дополнительно (рис. 1) к схеме компрессорной станции (КС) добавлены: детандерный генераторный агрегат (ДГА) 6, использующий избы-

точное давление ПГ в магистральном газопроводе для выработки электроэнергии; тепловой насос для съема тепла от КПП и использования его в контуре органического цикла Ренкина (ORC); резервный котел 10, который обеспечивает работу контура ORC из условий выработки энергии для обеспечения собственных нужд в аварийных ситуациях. Резервный котел может использоваться для обеспечения энергоснабжения площадки строительства КС.

Выполненные в [4] анализ и расчеты показали, что подобное схемное решение позволяет повысить общий КПД КС с 18,4 до 26,2 %, обеспечив в то же время энергоснабжение станции и энергобезопасность за счет наличия котельной для ORC на альтернативном топливе. Вместе с тем подобное предложение требует поэтапного анализа экономической целесообразности и особенностей эксплуатации отдельных элементов схемы в конкретных условиях.

Экспертная оценка, выполненная авторами в [3], показала,

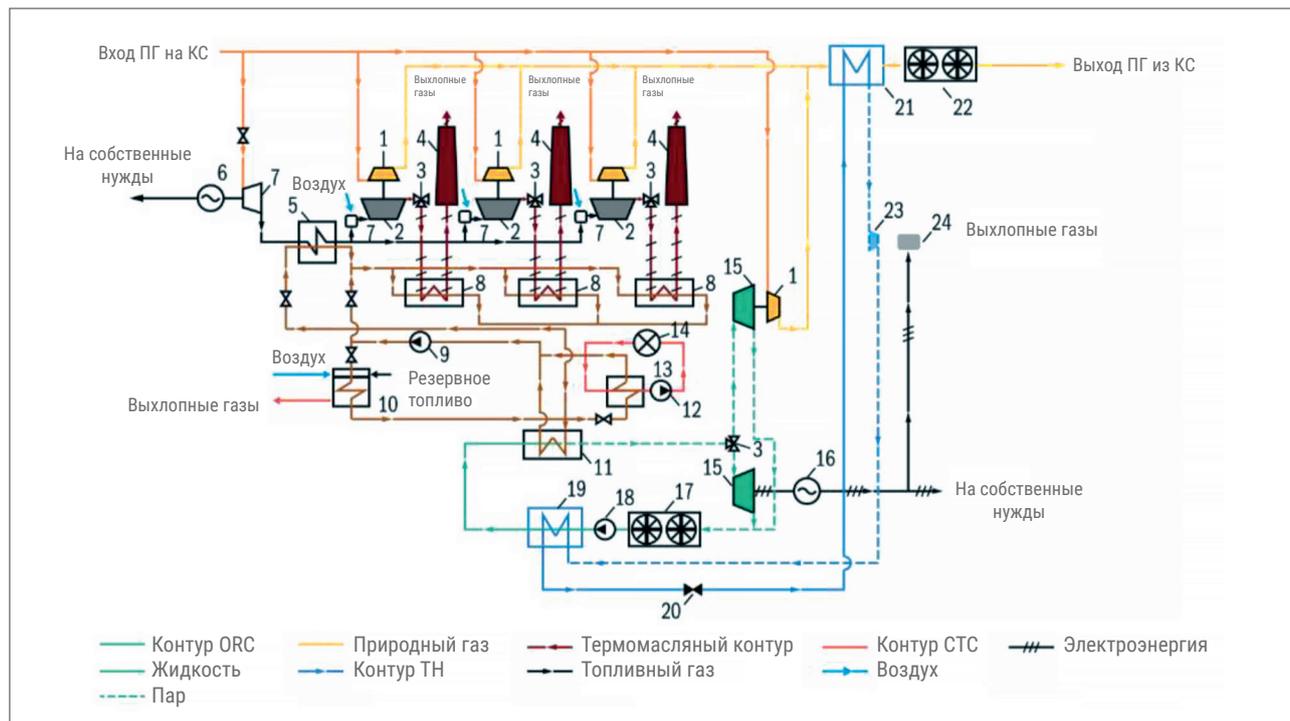


Рис. 1. Принципиальная схема энергонезависимой компрессорной станции (КС): 1 – нагнетатель природного газа (ПГ); 2 – газотурбинная установка; 3 – трехходовой регулятор; 4 – дымовая труба; 5 – нагреватель топливного газа; 6 – детандерный генераторный агрегат; 7 – камера сгорания; 8 – компрессорная установка выхлопных газов; 9 – насос термомазляного контура; 10 – резервный котел; 11 – испаритель контура ORC; 12 – насос системы теплоснабжения (СТС); 13 – подогреватель сетевой воды; 14 – тепловой потребитель; 15 – паротурбинная установка контура ORC; 16 – электрогенератор; 17 – конденсатор контура ORC; 18 – насос контура ORC; 19 – конденсатор контура теплового насоса (ТН); 20 – дроссель; 21 – испаритель контура ТН; 22 – аппарат воздушного охлаждения; 23 – компрессор; 24 – электродвигатель

что при комплексном подходе стоимость получения водорода на КС значительно ниже стоимости других способов выработки водорода и составляет порядка 84,54–92,50 руб. за 1 кг H₂.

Диверсификация функций парка газораспределительных станций (ГРС) ПАО «Газпром», составляющего около 4 тыс. ед., предусмотрена реализуемыми в настоящее время документами ПАО «Газпром» [12–14 и др.]. Для этого в качестве целей технической реконструкции ГРС обозначено расширение спектра технических и технологических решений для производства новых продуктов, каковыми могут быть выработка СПГ, электроэнергии и подготовка хладагента путем использования потенциальной энергии транспортируемого ПГ.

Новый порядок создания и использования ТЭС запасов топлива, утвержденный Приказом Министерства энергетики Рос-

сийской Федерации [14] (вступил в силу 01.03.2022), предусматривает в числе прочего использование запасов СПГ в качестве резервного и аварийного топлива. Анализ наиболее перспективной технологии малотоннажного производства СПГ показывает, что преимущество при технической возможности следует отдать технологии сжижения природного газа на ГРС, основу которой составляет использование перепада давлений между магистральным и распределительным трубопроводом (термодинамические циклы с внутренним охлаждением газа). В этой технологии существенно снижаются дополнительные затраты энергии на сжижение газа и себестоимость СПГ определяется в первую очередь стоимостью технологического оборудования. Обоснование схемных решений по применению СПГ в качестве резервного топлива приведено в [16].

Для устойчивого снабжения автоматизированных ГРС нового поколения тепловой и электрической энергией в автономном режиме необходимы установки, работающие на потенциальной энергии перепада давления и (или) использующие возобновляемые источники энергии. Совокупность создаваемых с этой целью инновационных энергетических систем [17] позволяет [10] повысить надежность энергоснабжения ГРС и исключить выбросы оксидов углерода на них за счет отсутствия систем, использующих органические виды топлива.

СИНЕРГИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ И ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Президент России В.В. Путин в ежегодном послании Федеральному Собранию озвучил планы цифрового развития страны,

объявил о реализации нац-проекта «Экономика данных». ИТ-инвестиции должны вдвое пре-высить темпы роста экономики. К 2030 г. совокупная мощность отечественных суперкомпьютеров должна увеличиться в 10 раз.

Российские ИТ-компании анон-сировали масштабные планы по строительству data-центров в регионах России. Центры обра-ботки данных (ЦОД), состоящие из большого количества вычис-лительной техники и разнообраз-ного согласующего оборудования, потребляют большую электриче-скую мощность и, как следствие, требуют эквивалентных систем кондиционирования для поддер-жания заданной температуры.

Небольшие ЦОД выделяют до 300 кВт тепла, средние – до 1 МВт, крупные – до 5 МВт.

Полезное использование бросо-вой тепловой энергии ЦОД суще-ственно повысило бы энергетиче-скую эффективность. Строительство

ЦОД рядом с ГРС позволило бы, с одной стороны, использовать бросовое тепло ЦОД для подо-грева ПГ, а с другой – обеспечить ЦОД дешевой электроэнергией, вырабатываемой на ДГА ГРС.

Выполненная оценка себе-стоимости вырабатываемой ДГА электроэнергии при использо-вании теплоты от ЦОД для нужд ГРС показала, что она составляет менее 0,5 руб/(кВт·ч).

Таким образом, при комплекс-ном подходе возможно обеспе-чить необходимые холодильную и электрическую мощности ЦОД при использовании ДГА на ГРС. При таком решении значительно снижаются затраты на энергоснаб-жение ЦОД без выбросов вредных веществ в окружающую среду.

ВЫВОДЫ

1. Энергопереход формиру-ет новые тренды для развития энергетики и экономики нашей страны. Диверсификация функций

энергетических объектов газовой отрасли предусмотрена реализуе-мыми в настоящее время докумен-тами ПАО «Газпром» и является важным этапом освоения новых и в перспективе востребованных энергетических продуктов.

2. Проведенный анализ показал большой потенциал повышения энергоэффективности энергетиче-ских объектов газовой отрасли. Комплексный подход оказывает синергетический эффект и позво-ляет получать энергоносители (электроэнергию, СПГ, МВС, водо-род, холод) с большей прибавоч-ной стоимостью и по цене ниже рыночной.

3. Совместное использование энергетических ресурсов объектов газовой отрасли и ЦОД позволяет создать дополнительные мощности по выпуску инновационных для газо-вой промышленности продуктов и более эффективно использо-вать оборудование и земельные участки. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Хворов Г.А. и др. Повышение энергетической эффективности магистрального транспорта газа ПАО «Газпром» на основе реализации высокоэффективных технологий утилизации тепловой энергии выхлопных газов газотурбинных установок газоперекачивающих агрегатов // Газовая промышленность. 2017. № S1 (750). С. 64–69.
2. Михаленко В.А., Савин А.А., Дистанов Р.Ю. и др. Новые горизонты технического развития газораспределительных станций // Газовая промышленность. 2020. № 5 (800). С. 52–57.
3. Бронников А.Н., Кайдаш А.С., Коноплев Т.Ф. и др. Резервы повышения эффективности компрессорных станций ГТС России в условиях современного энергоперехода // Наука и техника в газовой промышленности. 2022. № 3 (91). С. 79–93.
4. Кайдаш А.С., Коноплев Т.Ф., Назаров И.В. и др. Анализ энергоэффективности и энергетического потенциала компрессорной станции для обеспечения тепловой и электрической энергией ее собственных нужд // Наука и техника в газовой промышленности. 2021. № 4 (88). С. 92–105.
5. Кулагина О.В. Повышение энергоэффективности системы газоснабжения при внедрении энергохолодильных комплексов: дис. ... канд. техн. наук. Уфа: Уфимский гос. нефтяной техн. ун-т, 2016. 231 с.
6. Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Романов К.В., Тетеревлев П.В. Метан, водород, углерод: новые рынки, новые возможности // Нефтегазовая Вертикаль. 2021. № 1–2. С. 40–47.
7. Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Романов К.В., Тетеревлев П.В. Метано-водородная энергия для низкоэмиссионного развития // Газовая промышленность. 2018. № 11 (777). С. 120–125.
8. Аверьянов В.К., Блинов А.Н., Давыдов О.А., Самойлов Р.В. Диверсификация функций газораспределительных станций как способ повышения энергоэффективности и экологизации энергоносителей в газотранспортной системе // Энергобезопасность и энергосбережение. 2022. № 4. С. 32–38.
9. Фокин Г.А., Забелин Н.А., Иванов В.М., Смирнов М.В. Комплексные энерго- и ресурсосберегающие решения, применяемые на объектах ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» // Газовая промышленность. 2018. № 6 (769). С. 96–102.
10. Аверьянов В.К., Давыдов О.А., Елистратов В.В., Кириухин С.Н. Автономное энергоснабжение автоматизированных газораспределительных станций нового поколения // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2021. № 12 (240). С. 58–65.
11. Генерация по-новому: основные энергетические тренды в России и мире // «Страна Росатом»: офиц. сайт. URL: <https://strana-rosatom.ru/2022/02/14/generaciya-po-novomu-osnovnye-energeticheskie-trendy-v-rossii-i-mire/?ysclid=m0uweq3iwig778585638> (дата обращения: 10.09.2024).
12. Паспорт Программы инновационного развития ПАО «Газпром» до 2025 года. СПб: ПАО «Газпром», 2020. 67 с.
13. РД 03-42 от 02.04.2021. Программа внедрения турбодетандерных установок на ГРС ПАО «Газпром» // ПАО «Газпром»: офиц. сайт. URL: <https://www.gazprom.ru/> (дата обращения: 10.09.2024). Режим доступа: по особым условиям в локальной сети владельца.
14. Программа по внедрению турбодетандерных установок на ГРС для получения сжиженного природного газа и для выработки электроэнергии // ПАО «Газпром»: офиц. сайт. URL: <https://www.gazprom.ru/> (дата обращения: 10.09.2024). Режим доступа: по особым условиям в локальной сети владельца.
15. Российская Федерация. Министерство энергетики. Приказ от 27.11.2020 № 1062. Об утверждении Порядка создания и использования тепловыми электростанциями запасов топлива, в том числе в отопительный сезон // Кодекс: электрон. фонд правовых и норматив.-техн. док. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573339041> (дата обращения: 10.09.2024).
16. Аверьянов В.К., Блинов А.Н., Митрофанов В.А. и др. Обоснование целесообразности использования установок сжижения природного газа в качестве источника пикового и резервного топлива для ГТ-ТЭС и ПГУ-ТЭС // ГАЗинформ. 2016. № 02 (52). С. 52–57.
17. Патент № 2820371 Российская Федерация, МПК F01D 15/08 (2006.01), E02D 29/09 (2006.01). Газораспределительная станция с автономным бестопливным энергообеспечением и способ ее работы: № 2023134227: заявл. 20.12.2023; опубл. 03.06.2024 / Елистратов В.В., Аверьянов В.К., Давыдов О.А., Кириухин С.Н. // Google Patents. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2820371C1/ru> (дата обращения: 10.09.2024).