

УДК 622.691.4.052.012

### ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДНЫХ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

**Б. Ю. Васильев**

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

21 линия, 2, г. Санкт-Петербург, 199026, Россия. E-mail: vasilev.bu@yandex.ru

Приведены структура и особенности газотранспортной системы России. Показаны энергетическая и экономическая эффективность электроприводных газоперекачивающих агрегатов на примере компрессорных станций в России и Норвегии. Разработаны основные мероприятия для эффективного развития газотранспортной промышленности и снижения затрат на транспортировку природного газа в Энергетической стратегии.

**Ключевые слова:** электропривод, газоперекачивающий агрегат, энергоэффективность.

### ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЗАСОБАМИ ЕЛЕКТРОПРИВІДНИХ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

**Б. Ю. Васильєв**

Національний мінерально-сировинний університет «Гірський»

21 лінія, 2, м. Санкт-Петербург, 199026, Росія. E-mail: vasilev.bu @ yandex.ru

Наведено структуру та особливості газотранспортної системи Росії. Показано енергетичну та економічну ефективність електроприводних газоперекачувальних агрегатів на прикладі компресорних станцій у Росії та Норвегії. Розроблено основні заходи для ефективного розвитку газотранспортної промисловості та зниження витрат на транспортування природного газу в Енергетичній стратегії.

**Ключові слова:** електропривод, газоперекачувальний агрегат, енергоефективність.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Главной целью современной энергетической политики страны является бережное и максимально эффективное использование природных ресурсов и потенциала энергетического сектора для неуклонного роста экономики, поддержки новых наукоемких направлений промышленности и повышения качества жизни населения страны (Энергетическая стратегия России на период до 2030 года).

Газотранспортная система (ГТС) России создавалась на протяжении последних 50 лет и продолжает интенсивное развитие сегодня. В состав ГТС входит свыше 160000 км газопроводов, около 260 компрессорных станций (КС), на которых эксплуатируется более 4000 газоперекачивающих агрегатов (ГПА) суммарной мощностью более 40 млн. кВт. Российская ГТС обеспечивает транспортировку более 570 млрд. м<sup>3</sup> в год природного газа от месторождений к потребителям как внутри страны, так и за рубежом.

Около 86 % парка ГПА имеют газотурбинный привод, 90 % которых морально и физически устарели. Усредненный коэффициент полезного действия газотранспортной системы – 20–25 %. На долю электроприводных газоперекачивающих агрегатов (ЭГПА) приходится около 14 % парка агрегатов. Более 70 % всех ЭГПА имеют срок службы около 20 лет, а отдельных – 30–40 лет.

Генеральная схема развития газовой отрасли предполагает, что Россия за 20 лет может увеличить добычу газа в 1,5 раза, достигнув уровня 1 трлн. м<sup>3</sup>/год. На это планируется направить инвестиции в размере 12,3–14,7 трлн. руб. до 2030 года. Вместе с тем затраты на транспортировку составят 52 % цены на газ. Поэтому снижение издержек в транспортировке является ключевым моментом в обеспечении конкурентоспособности российского природного газа на мировом рынке [1].

Анализ развития экономики России наглядно показывает, что газовая промышленность была и будет важнейшей составной частью топливно-энергетического комплекса страны, а природный газ в обозримой перспективе останется главным видом не только уникального топлива, но и ценнейшим

природным сырьем для многих отраслей промышленности. Последнее обстоятельство, с учетом перспектив инновационного развития технологий глубокой переработки газа, позволит стабильно обеспечивать страну новыми наукоемкими производствами и конкурентными продуктами.

Для эффективного развития газотранспортной промышленности и снижения затрат на транспортировку природного газа в Энергетической стратегии разработаны следующие основные мероприятия: реконструкция газотранспортных объектов и системная организация технологических режимов работы магистральных газопроводов; сокращение потерь газа; внедрение автоматизированных систем управления и телемеханики; улучшение технического состояния электротехнического оборудования газоперекачивающих агрегатов; *расширение использования регулируемых ЭГПА.*

**МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** *ЭГПА как фактор повышения эффективности газопроводов.* Современный электропривод имеет ряд неоспоримых преимуществ перед газотурбинным приводом: высокий коэффициент полезного действия; возможность широкого диапазона регулирования; экологически чистая технология; большой срок службы (более 30 лет без замены базовых узлов и деталей); независимость мощности двигателя от срока службы, температуры окружающей среды.

Опыт применения ЭГПА за рубежом показывает высокую экономическую, энергетическую и экологическую эффективность как при освоении месторождений на морском шельфе, так и континентальных месторождений.

Наиболее ярким примером эффективного освоения месторождения природного газа является техническое решение, реализованное компанией Statoil при разработке морского шельфа Норвегии. Добыча природного газа в Норвегии компанией Statoil производится на четырех крупнейших месторождениях, расположенных в Северном море. Месторождение Тролл представляет треть всех запасов природного газа Норвегии.

Добыча природного газа на месторождении Тролл осуществляется с платформы Тролл - А. В ближай-

шем к платформе г. Берген расположена крупнейшая КС, которая обеспечивает компримирование и дальнейшую транспортировку природного газа потребителям. На КС установлены шесть ЭГПА, в которых используются высоковольтные регулируемые электроприводы фирмы АВВ. Мощность каждого электропривода – 60 МВт.

Рассмотрим техническое решение, реализованное на КС Портовая ОАО «Газпром» в г. Выборг. КС Портовая является крайней континентальной станцией газопровода Северный Поток и одной из самых современных в России. В качестве привода ГПА используются шесть газотурбинных установок, произведенных компанией Rolls-Royce. Сравнительная оценка технических характеристик КС Портовая в г. Выборг и станции в г. Берген приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Технические характеристики КС

Наименование параметра	г. Берген, Норвегия	г. Выборг, Россия
Тип провода	электрический	газотурбинный
Количество/единичная мощность, шт./МВт	6/60	6/56 (2/26)
Суммарная установленная мощность, МВт	360	388
КПД привода ГПА, %	97	42
Диапазон регулирования	50–105	65–100
Расход энергоносителей: – электроэнергии, кВт·ч – топливный газ, кг/ч	45000 отсутств.	отсутств. ≈10000
Наличие маслохозяйства для ГПА	отсутств.	есть
Выбросы вредных веществ, кг/ч	отсутств.	≈22

Анализ табл. 1 показывает превосходство ЭГПА по всем техническим характеристикам. Так, электропривод обладает более высоким КПД и более широким диапазоном регулирования частоты вращения, чем газотурбинный. При использовании электропривода нет необходимости содержать маслохозяйство для ГПА и отсутствуют выбросы вредных веществ в атмосферу, что обеспечивает надежность и экологическую безопасность ГТС.

Для оценки эффективности расходования топливно-энергетических ресурсов ГПА и КС используется СТО Газпром 2-3.5-113-2007 «Методика оценки энергоэффективности газотранспортных объектов и систем». Расчетный период показателей эффективности –

один год. Результаты расчета показателей эффективности агрегатов на станциях представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели эффективности ГПА и КС

Показатель эффективности	г. Берген, Норвегия	г. Выборг, Россия
Газоперекачивающих агрегатов		
КПД ГПА, %	83	35
Удельный расход ТЭР ГПА	1,2 кВт·ч / кВт·ч	0,3 м <sup>3</sup> /кВт·ч
Показатель локальной энергоэффективности КС		
Удельный расход ТЭР КС, кг·у.т. / кВт·ч	2,56	4,39
Показатель системной энергоэффективности КС		
Удельный показатель расхода ТЭР КС, кг·у.т. / млн. м <sup>3</sup> ·км	43,8	57,9

**ВЫВОДЫ.** По результатам расчета видно, что КПД ЭГПА в Норвегии выше, чем у газотурбинных, более чем в два раза. Удельный расход топливно-энергетических ресурсов на КС с электроприводными агрегатами в Норвегии 2,56 кг·у.т./кВт·ч, что на 42 % меньше по сравнению со станцией Портовая, у которой аналогичный показатель равен 4,39 кг·у.т./кВт·ч.

Результаты расчета показателей энергоэффективности КС представлены в табл. 2, из которых видно, что удельный показатель эффективности расхода топливно-энергетических ресурсов на станции Портовая (57,9) превышает аналогичный показатель в Норвегии (43,8) на 24 %. Это свидетельствует о высокой энергетической эффективности ЭГПА, используемых в Норвегии. Этот вывод можно сделать после аналогичного анализа локальных показателей энергоэффективности КС. Также можно сделать вывод о том, что при использовании ЭГПА на станции Портовая экономия энергоресурсов составит около 1,83 кг·у.т./кВт·ч. Эта экономия прежде всего выражается в сбережении 10–12 % всего транспортируемого через станцию Портовая природного газа, который используется для сжигания в газотурбинных установках. При стоимости российского природного газа в Германии в 2013 году в 300 долл. / тыс. м<sup>3</sup> реализация 0,8 млрд. м<sup>3</sup> принесет дополнительную выручку примерно в 240 млн. долл. в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергоснабжение и автоматизация энергооборудования компрессорных станций / Под ред. О.В. Крюкова. – Н. Новгород: Вектор ТиС, 2010. – 560 с.

TITLE OF THE PAPER IMPROVING EFFICIENCY OF NATURAL GAS VEHICLES TRANSPORTOVKI ELECTRIC GAS COMPRESSOR UNIT

**B. Vasiljev**

National Mineral Resources University

21 Line, 2, St.-Petersburg, 199026, Russia. E-mail: vasiljev.bu @ yandex.ru

The structure and characteristics of the gas transportation system f Russia. It is shown that the energy and economic efficiency of electric drive pumping units in the case of weed compressor stations in Russia and Norway. Main activities are designed for effective development gas transmission industry and reduce the cost of transportation of natural gas in the Energy Strategy.

**Key words:** electric, gas compressor unit, energy efficiency.

REFERENCES

1. *Energy and automation energy equipment compressor stations* / Edited by O. Kryukov. – N. Novgorod: Vector TiS, 2010. – 560 p. [in Russian]

Стаття надійшла 9.07.2012.

Рекомендовано до друку д.т.н., проф. Сінчуком О.М.