

УДК 622.691.4:620.9

Г.А. Хворов, М.В. Юмашев, Е.В. Юров

Формирование стратегических инновационных мероприятий в транспорте газа как стратегический путь реализации потенциала энергосбережения в ОАО «Газпром»

Повышение энергоэффективности трубопроводного транспорта газа при проектировании в ОАО «Газпром» осуществляется по следующим инновационным направлениям (технологиям):

- применение высокопрочных труб большого диаметра с внутренним гладкостным покрытием для уменьшения гидравлических потерь;
- применение газотурбинных газоперекачивающих агрегатов (ГПА) с надежностью, топливной экономичностью и экологическими показателями мирового уровня;
- применение нового поколения газовых компрессоров с показателями эффективности мирового уровня;
- применение нового поколения электроприводных ГПА с регулируемой частотой вращения;
- совершенствование автоматизации основных и вспомогательных процессов для обеспечения малолюдных технологий;
- применение системных программно-оптимизационных комплексов;
- применение электростанций собственных нужд нового поколения с более экономичным расходом топлива;
- применение устройств охлаждения газа нового поколения;
- оснащение технологического оборудования современными средствами измерений потребления энергоресурсов.

Технология транспорта газа при повышенном рабочем давлении с применением внутреннего гладкостного покрытия труб разработана для газопроводов Северо-Европейского (проектное давление – 9,8 Мпа) и Бованенково – Ухта (проектное давление – 11,8 Мпа). Технологические показатели эффективности новых газопроводов превосходят эксплуатируемые системы за счет [1–6]:

- повышения производительности в 1,5–2 раза;
- повышения энергоэффективности транспорта газа (снижения удельного расхода природного газа на единицу товаротранспортной работы) в 1,3–1,5 раза.

Повышение энергоэффективности и экономии природного газа на этапе эксплуатации газотранспортной системы (ГТС) осуществляется по следующим направлениям:

- реконструкция и модернизация технологического оборудования на объектах ГТС;
- оптимизация технологических режимов газопроводов;
- улучшение технического состояния ГПА за счет их ремонта;
- внедрение энергосберегающих технологий при эксплуатации и ремонте технологических объектов компрессорных (КС), газораспределительных (ГРС) и газоизмерительных (ГИС) станций, а также линейной части (ЛЧ);
- внедрение комплекса мероприятий, направленных на совершенствование учета расхода газа на собственные технические нужды (СТН), сокращение потерь газа на технологических объектах КС, ЛЧ, ГРС;
- повышение гидравлической эффективности газопроводов;
- экономия затрат газа на технологические нужды вспомогательного производства.

Ключевые слова:
энергосбережение, энергетическая эффективность, инновационные технологии, магистральный транспорт газа.

Keywords:
power saving, power efficiency, innovation activities, main pipeline gas transmission.

При реконструкции и модернизации технологического оборудования на КС, ЛЧ, ГРС, ГИС используются следующие энергосберегающие технологии:

- замена или модернизация существующих ГПА на высокоэкономичные агрегаты нового поколения с обеспечением сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу (КПД в зависимости от мощности – от 32 до 39 %);
- специальная реконструкция ГПА с применением сменной проточной части центробежных нагнетателей для повышения эффективности режимов транспорта газа;
- установка узлов измерения расхода транспортируемого газа на границах ответственности ГТС;
- внедрение систем автоматизированного управления (САУ) и телемеханики;
- совершенствование средств измерения расхода и количества газа и повышения точности его измерения на ГРС и ГИС;
- автоматизация учета выработки и потребления энергоресурсов;
- внедрение автоматизированных систем контроля и поддержания оптимального температурного режима газа после его редуцирования на ГРС;
- автоматизация процесса подогрева газа на ГРС;
- комплектация газоиспользующего оборудования теплоутилизирующим оборудованием, средствами автоматизации и теплотехнического контроля.

Объемы реконструкции КС оцениваются в 4,0–5,0 % от существующих мощностей в год. При этом потребности газоперекачивающей техники для реконструкции и технического перевооружения КС оцениваются в 1,5 млн кВт/год установленной мощности.

В настоящее время и в ближайшей перспективе наиболее эффективным энергоприводом для ГПА является газотурбинный привод.

В табл. 1 представлены значения КПД с позиции «лучших доступных технологий» [3, 4].

Новое поколение ГПА с ГТУ базируется на следующих технологиях и инновациях:

- газотурбинные двигатели с высокими КПД, близкими к мировому уровню;
- высокоэффективные газовые компрессоры нового поколения;
- агрегатные и цеховые САУ мирового уровня;
- эффективные воздухоочистительные устройства;
- системы электрического запуска;
- технологии и установки очистки осевого компрессора;
- компактные маслоохладители, газомасляные теплообменники;
- «сухие» газодинамические уплотнения газового компрессора;
- магнитный «подвес» ротора и «сухие» газовые компрессоры;
- модульная компоновка агрегатов в индивидуальном укрытии (ангаре);
- установки воздушного охлаждения газа с улучшенными показателями аэродинамики вентиляторных блоков и теплообмена трубных пучков.

Альтернативные виды привода (парогазовые установки или электропривод в сочетании с технологической электростанцией) увеличивают первоначальные капитальные затраты КС на 400–600 долл. США / кВт и могут быть конкурентоспособны с ГТУ при цене топливного газа 155–220 долл. США / тыс. м³ (в зависимости от выбранного критерия эффективности). Планируется реализация пилотных проектов для попутной выработки электроэнергии.

Стоимость жизненного цикла газотурбинных ГПА нового поколения уменьшается на 15–20 % по сравнению с применением агрегатов старого поколения (даже при умеренной цене топливного газа – 40–50 долл. США / тыс. м³).

Таблица 1

Показатели эффективности газотурбинного привода ГПА

Класс мощности, МВт	КПД газотурбинной установки (ГТУ) (станционные условия), %		
	авиационные (судовые) простого цикла	промышленные простого цикла	промышленные регенеративного цикла
2,0–4,0	30,0	27,5	36,0
4,0–8,0	33,5	33,0	34,5
10,0–12,5	34,5	34,0	35,0
16,0–31,5	40,0	36,0	36,5

На базе конверсионных предприятий в последние годы создано новое поколение газотурбинных ГПА типоразмерного ряда 2,5-4-6,3-10(12)-16-25 МВт (ГПА «Урал», «Нева», «Волга») с двигателями (ГТД), КПД которых находится в диапазоне 29–44 % (табл. 2).

Применение сменной проточной части центробежных нагнетателей для повышения эффективности режимов транспорта газа на линейных компрессорных станциях позволит:

- уменьшить расход топливного газа ГПА путем повышения политропного КПД компрессора;
- повысить номинальную мощность ГПА при реконструкции с заменой двигателя.

Оснащение газоиспользующего оборудования теплоутилизирующим, средствами автоматизации, теплотехнического контроля, учета выработки и потребления энергоресурсов обеспечит соблюдение требований к целевым показателям энергоэффективности, установленных государственными и корпоративными стандартами.

Комплекс мероприятий по *оптимизации технологических режимов газопроводов* включает:

- оптимизацию газовых потоков ЕСГ с учетом подключения новых источников газоснабжения;

- оптимизацию режимов «компрессорная станция – газопровод» на основе применения оптимизационных комплексов моделирования;
- оптимизацию режимов работы ГТС при использовании межсистемных переключателей и регуляторов.

Мероприятия по оптимизации технологических режимов газопроводов должны проводиться с учетом технологических ограничений, возникающих при выполнении общей задачи транспорта газа по ГТС Единой системы газоснабжения (ЕСГ). Эффект экономии газа от оптимизации может быть различен для разных участков газотранспортных систем.

Направление энергосбережения, обеспечивающее сокращение газа, стравливаемого при эксплуатации различного вида ремонтах технологических объектов КС, ЛЧ, ГРС, включает [3, 5]:

- перекачку газа из выводимых в ремонт линейных участков магистральных газопроводов, в том числе с помощью мобильных компрессорных станций;
- использование газа на собственные нужды при проведении ремонтов в КЦ;
- врезку под давлением;
- ремонт дефектных участков с помощью усиливающих муфт;

Таблица 2

Основные показатели ГТУ нового поколения

Тип ГПА (ГТД)	Мощность, МВт	КПД, %	Частота вращения, об/мин
ГПА-4РМ (ГТУ-4РМ)	4,0	32	10700
ГПА-Ц-6,3А (Д-336-2Т)	6,3	30	8200
ГПА-Ц-6,3Б (НК-14СТ)	6,3 (8,0)	29 (30)	8200
ГПА-6,3 РМ (ГТД-6,3РМ)	6,3	32	8200
ГПА-Ц-10Б (НК-14СТ-10)	10	33	8100
ГПА-10МН70 (ДН-70)	10	35	4800
ГПА-10РМ (ГТД-10РМ)	10	35	4800
ГПА-12 «Урал» (ПС-90ГП-1)	12	34	6500
ГПА-16 «Урал» (ПС-90ГП-2)	16	36,3	5300
ГПА-Ц-16С (ДГ-90Л2)	16	34	5200
ГТНР-16	16	32,5	5200
ГПА-16 «Волга» (НК-38СТ)	16	36,5	5300
ГПА-16 «Нева» (АЛ-31СТ)	16	35	5300
ГПА-16 «Арлан» (АЛ-31СТ)	16	35	5300
ГПА-25/76ДН-80Л (ДН-80Л)	25	35	3700
ГПА-25 (ДУ-80)	25	35	5000
ГПА-25 НК (НК-36)	25	34,5	5000
ГПА-25ПС «Урал» (ПС-90ГП-25)	25	38,7	5000
ГПА-32 «Ладога» (MS5002E)	32	36	5714
ГПА-32 «Урал» (ГТУ-30ПС)	32	39	5300

- внедрение безрасходных схем продувки пылеуловителей, исключая прямые потери продуваемого газа в атмосферу;

- сокращение количества вынужденных и аварийных остановов ГПА.

Комплекс мероприятий по сокращению потерь газа на технологических объектах КС, ЛЧ, ГРС включает:

- внедрение современных контрольно-измерительных средств по обнаружению и измерению утечек газа на технологических объектах ГТС;

- использование специализированных комплексов мобильного базирования по эффективному выявлению мест утечек природного газа и определению их объемов на объектах ОАО «Газпром», обследование ГТС с целью сокращения количества аварий на трубопроводах;

- внедрение специальной диагностики и принятие оперативных мер по ремонту и замене запорно-регулирующей аппаратуры на объектах ГТС;

- установку средств измерения расхода топливного газа отдельно для каждой газотурбинной установки и обеспечение режима их функционирования в реальном масштабе времени;

- совершенствование средств измерения расхода газа на котельных, входе АГНКС, электростанциях собственных нужд;

- установку средств измерения расхода газа, позволяющих измерять объемы срабатывания газа при проведении регламентных работ на объектах КЦ;

- внедрение современных переносных средств измерения расхода газа, позволяющих измерять объемы срабатывания газа при проведении регламентных работ на объектах линейной части.

Работы по улучшению технического состояния ГПА за счет их ремонта направлены на повышение энергоэффективности агрегатов; по повышению гидравлической эффективности газопроводов включают очистку внутренней полости МГ.

Суммарный потенциал газосбережения в транспорте газа оценивается в 17131 млн м³ (табл. 3).

Потенциал экономии электроэнергии на объектах транспорта газа в 2013–2020 гг. оценивается в 3446,2 млн кВт×ч и будет реализован при использовании следующих энергосберегающих мероприятий:

- внедрение сменных проточных частей на электроприводных ГПА и частотно-регулируемого привода для регулирования режимов работы компрессорного цеха;

- внедрение частотно-регулируемого привода для автоматического регулирования режимов работы электродвигателей АВО-газа, насосных установок в зависимости от нагрузки, а также для обеспечения плавного пуска и останова электрических приводных механизмов;

- совершенствование конструкции АВО-газа и внедрение системы автоматического управления АВО-газа;

- внедрение автоматизированной системы учета и контроля расхода электроэнергии, обеспечивающей возможность принятия оптимальных решений на основе анализа величины потребления электроэнергии;

- оптимизация системы электроснабжения технологических объектов транспорта газа;

- применение систем автоматического регулирования управления освещением в зависимости от уровня естественной освещенности на основе современных и перспективных светодиодных технологий.

Таблица 3

Распределение потенциала газосбережения в транспорте газа ОАО «Газпром» на период 2013–2020 гг.

Направление энергосбережения	Потенциал, млн м ³	%
Реконструкция и модернизация ГПА, технологического оборудования на КС	13763	80,3
Оптимизация технологических режимов газопроводов	1052	6,1
Сокращение газа, срабатываемого при эксплуатации и различного вида ремонтах технологических объектов КС, ЛЧ, ГРС	1020	6,0
Сокращение потерь газа на технологических объектах КС, ЛЧ, ГРС	520	3,0
Улучшение технического состояния ГПА за счет их ремонта	404	2,4
Внедрение САУ, телемеханики	262	1,5
Повышение гидравлической эффективности газопроводов	110	0,6
Всего	17131	100

Таким образом, энергосберегающая деятельность ОАО «Газпром» в транспорте природного газа основывается на современных достижениях приоритетных направлений прикладной отечественной и мировой науки, обеспечивающих реализацию высокоэффективных технологий в производственно-технологических процессах поставок газа потребителям. Энергосберегающая деятельность ОАО «Газпром» предполагает формирование условий для развития непрерывного

процесса поиска и практической реализации новых научно-технических, технологических и организационно-экономических решений. Инновационные энергосберегающие технологии обеспечивают возможность частичной компенсации выбываемых мощностей на основе получения эффекта, обусловленного экономией топливно-энергетических ресурсов, расходовемых на собственные технологические нужды в ОАО «Газпром».

Список литературы

1. Ишков А.Г. Современное состояние и перспективное развитие направлений энергосбережения в транспорте газа / А.Г. Ишков, Г.А. Хворов, М.В. Юмашев и др. // Газовая промышленность. – 2010. – № 9.
2. Аксютин О.Е. Эффективное использование газа для собственных нужд ОАО «Газпром» / О.Е. Аксютин // Газовая промышленность. – 2010. – № 2.
3. Концепция энергосбережения и повышения энергетической эффективности в ОАО «Газпром» на период 2011–2020 гг. (утв. Приказом ОАО «Газпром» от 08.12.2010 г. № 364).
4. Концепция применения на КС газотурбинных установок, включая прогноз развития мирового газотурбостроения и сравнительный анализ других типов приводов (утв. 20.11.2006 г.).
5. Каталог эффективных энергосберегающих технологий в добыче, транспортировке и подземном хранении газа (утв. ОАО «Газпром» 07.09.2011 г.).
6. Огнев В.В. Инновации и перспективы развития компрессорной техники для газовой промышленности / В.В. Огнев, В.А. Щуровский, С.Ю. Сальников и др. // Газотранспортные системы и технологии сегодня и завтра: сб. науч. тр. – М.: ВНИИГАЗ, 2008. – 214 с.