

# ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МАГИСТРАЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ ГАЗА: ПРОБЛЕМЫ, РЕАЛИЗАЦИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 658.26

Г.А. Хворов, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Москва, РФ),  
G\_Khvorov@vniigaz.gazprom.ru

М.Н. Мацук, АО «Газпром промгаз» (Москва, РФ)

А.В. Белинский, АО «Газпром промгаз»

Ф.Э. Вовк, ООО «Газпром трансгаз Ухта» (Ухта, РФ)

Д.Г. Сивков, ООО «Газпром трансгаз Ухта»

В соответствии с положениями Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» ключевым индикатором, а также целевым показателем в процессе энергосбережения является категория «потенциал энергосбережения». Для реализации положений Федерального закона № 261-ФЗ ПАО «Газпром» разработало ряд нормативно-методических документов по оценке потенциалов энергосбережения во всех видах деятельности Общества в условиях перманентного процесса реализации внедрения высокоэффективных инновационных энергосберегающих технологий.

В статье проведен анализ теоретических и практически значимых результатов применения разработанных методик на примере специально выполненной работы по оценке потенциала энергосбережения в транспорте газа газотранспортной системы (ГТС) отдельно взятого газотранспортного общества ПАО «Газпром». Определены основные и наиболее эффективные направления развития процессов энергосбережения и повышения энергоэффективности в транспорте газа, выявлены перспективные вопросы и проблемы, требующие дальнейшей проработки и решения, рекомендован к применению ряд экономически обоснованных энергосберегающих мероприятий.

Оценки потенциалов, полученные в ходе энергетического обследования, позволяют прогнозировать дальнейшие возможности и направления работ в сфере энергосбережения и энергоэффективности. Потенциал энергосбережения не является статичным индикатором, его изменение зависит от ряда внешних и внутренних факторов. Для принятия эффективных управленческих решений в области энергосбережения необходимо проводить регулярную оценку потенциала энергосбережения в каждой организации в структуре ПАО «Газпром» и обновлять ее каждые 5 лет. При этом следует творчески подходить к поиску новых точек роста с использованием как уже хорошо отработанных, но используемых по-новому, так и принципиально новых технологий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ, РЕКОНСТРУКЦИЯ, РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.

Стратегической целью Энергосберегающей политики ПАО «Газпром» на 2011–2020 гг. является эффективное использование энергетических ресурсов для устойчивого роста компании, повышение энергоэффективности и конкурентоспособности, укрепление внешнеэкономических позиций. В Концепции энерго-

сбережения и повышения энергетической эффективности ОАО «Газпром» на 2011–2020 гг. [1] представлена оценка величины потенциала энергосбережения в компании. Технически возможный потенциал экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в ОАО «Газпром» на уровне 2010 г. составил 28,2 млн т у. т., из них

на магистральный транспорт газа приходится 73,4 %.

Для оценки величины потенциала энергосбережения использовался метод сравнения фактических показателей энергоэффективности технологических объектов и оборудования с лучшими мировыми и отечественными аналогами. Такая оценка

**Khvorov G.A.**, Gazprom VNIIGAZ LLC (Moscow, RF), G\_Khvorov@vniigaz.gazprom.ru

**Matsuk M.N.**, Gazprom promgaz JC (Moscow, RF)

**Belinsky A.V.**, Gazprom promgaz JC (Moscow, RF)

**Vovk F.E.**, Gazprom transgas Ukhta LLC (Ukhta, RF)

**Sivkov D.G.**, Gazprom transgas Ukhta LLC

### Assessment of energy saving potential in gas transmission network: problems, implementation, prospects

Pursuant to the provisions of the Federal Law of November 23, 2009 No. 261-FZ «On Saving Energy and on Increasing Energy Efficiency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation,» the key indicator as well as the target in the process of energy saving is the category «energy saving potential.» In order to implement the provisions of the Law, Gazprom PJSC developed a number of normative and methodological documents on the assessment of energy saving potentials in all types of the Company's activities in the conditions of a permanent process for implementing high-efficiency innovative energy-saving technologies.

The article analyzes theoretical and practical results of applying the developed methods on the example of a specially performed work on the energy saving potential in the gas transmission of the gas pipeline system (GPS) of the separately taken gas transportation company PAO Gazprom. The main and most effective directions of energy saving and increase of energy efficiency in gas transport are identified. Prospective issues and problems that require further study and solution are distinguished.

A number of economically feasible energy saving measures is recommended to use.

Potential estimates obtained during the energy survey allow us to forecast further opportunities and directions of work in the field of energy saving and energy efficiency. The energy saving potential is not a static indicator. Its change depends on a number of external and internal factors. To adopt the effective management decisions concerning energy efficiency, it is necessary to assess regularly the energy saving potential in each organization in the structure of PAO Gazprom and update it every 5 years. It is necessary to approach the search for new growth points creatively using both well-developed and new technologies that are used in a new way, and fundamentally new ones.

**KEY WORDS:** POTENTIAL OF ENERGY SAVING, ENERGY EFFICIENCY, INNOVATIVE TECHNOLOGIES, ENERGY SAVING ACTIVITIES, REPAIR WORKS, RECONSTRUCTION, CALCULATING AND TECHNOLOGICAL SIMULATION.

необходима для исследования структуры энергосберегающей деятельности и определения целевых показателей энергоэффективности производственно-технологических процессов в ПАО «Газпром» в 2011–2020 гг.

В ходе производственной деятельности газотранспортных дочерних обществ (ДО) происходит постоянное изменение энергоэффективности технологических процессов и оборудования, поэтому необходимо проанализировать связь между потенциалом энергосбережения и показателями энергоэффективности производственно-технологических процессов.

Интегральным показателем энергоэффективности ГТС является удельный расход энергоресурсов на выполнение единицы полезной работы:

$$E_{\text{тэр}}^{\text{ГТС}} = \frac{B_{\text{тэр}}^{\text{ГТС}}}{A_{\text{тэр}}^{\text{ГТС}}}, \text{ кг у. т/млн м}^3\cdot\text{км}, \quad (1)$$

где  $B_{\text{тэр}}^{\text{ГТС}}$  – количество потребляемого ТЭР (газа и электроэнергии);  $A_{\text{тэр}}^{\text{ГТС}}$  – полезная работа, в качестве которой используют товаротранспортную работу (ТТР) ГТС.

Анализируя выражение (1), следует отметить возможные тенденции снижения показателя  $E_{\text{тэр}}^{\text{ГТС}}$  за счет:

- реализации мероприятий, направленных на изменение характеристик существующего оборудования и ГТС в целях снижения энергоемкости (реализация потенциала энергосбережения);
- реализации мероприятий, направленных на изменение структуры оборудования в целях повышения энергоэффективности путем расширения и нового строительства ГТС;
- перехода на менее энергозатратные (в том числе и менее протяженные) маршруты транспорта газа при одновременном увеличении объемов транспорта газа (частный случай – увеличение

объемов потребления газа внутри ГТС при соответствующем снижении объемов транзитных потоков).

Следует отметить, что современные магистральные газопроводы (МГ), например Северо-Европейский газопровод (СЕГ), имеют наилучшие показатели энергоэффективности в отрасли. Это означает, что потенциал энергосбережения для данного газопровода сведен к минимуму еще на стадии проектирования, а ввод газопровода в эксплуатацию улучшил показатель удельного расхода ТЭР всей ГТС.

Для дальнейшего понимания сути вопроса приведем соответствующий термин и его определение: «Технический потенциал энергосбережения – максимальное количество энергоресурсов, которое можно сэкономить в результате использования эффективных энергосберегающих мероприятий, в том числе за счет

вовлечения в энергетический оборот вторичных и возобновляемых источников энергии, при условии снижения (стабилизации) уровня техногенного воздействия на окружающую среду» [2].

На практике в компании происходит реализация потенциала энергосбережения (т. е. наблюдается первая тенденция), и этот процесс влияет на энергоэффективность транспортировки газа. На рис. 1 приведены графики величины экономии ТЭР (природного газа и электроэнергии) и величины удельного расхода ТЭР на единицу ТТР. Из графика видно, что за период действия Концепции энергосбережения [1] с 2011 по 2015 г. среднегодовая экономия ТЭР в транспорте газа составила примерно 2,13 млн т у. т., что соответствует реализации около 10,2 % потенциала. За 5 лет в транспорте газа было реализовано около 51,2 % потенциала экономии ТЭР.

Реализация потенциала энергосбережения позволила успешно выполнить задачу по снижению удельного расхода газа на собственные технологические нужды (СТН) и потери не менее чем на 1,2 % относительно предыдущего года [1]. С 2011 по 2015 г. показатель удельного энергопотребления ТЭР в магистральном транспорте газа уменьшился с 34,15 до 26,3 кг у. т./млн м<sup>3</sup>·км, т. е. почти на 30 %.

Проведенный анализ показал, что системно-технологическими факторами, влияющими на изменение показателя энергетической эффективности ГТС, являются:

- изменение производительности газопроводов;
- изменение потоков газа и отключение (включение) параллельных участков при проведении ремонтных работ на линейной части газопроводов и в компрессорных цехах (КЦ);
- отклонение от оптимальных значений характеристик газового компрессора центробежных нагнетателей и привода;



Рис. 1. Реализация потенциала энергосбережения в магистральном транспорте газа ПАО «Газпром»

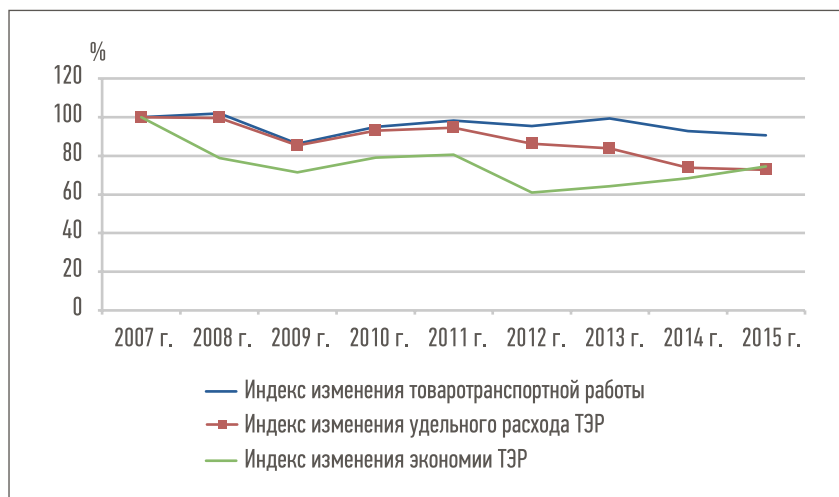


Рис. 2. Индексы изменения ТТР, экономии ТЭР и удельного расхода ТЭР

- изменение гидравлического сопротивления линейной части газопроводов;
- изменение параметров газа на входе в ГТС, в том числе величин давления, температуры и физико-химического состава газа;
- изменение температурного режима транспорта газа за счет оптимизации работы аппаратов воздушного охлаждения (АВО) газа КЦ;
- изменение температуры наружного воздуха и температуры грунта;
- реализация потенциала энергосбережения при внедрении энергоэффективных технологий и технологического оборудования.

Выделим влияние на показатель энергоэффективности двух основных факторов: изменения производительности газопроводов и реализации потенциала энергосбережения. Для структурного анализа доли влияния этих факторов воспользуемся индексами изменения ТТР, изменения экономии ТЭР и изменения удельного расхода ТЭР (рис. 2). Для индексов в качестве базового периода принят 2007 г. Из графика на рис. 2 видно, что, несмотря на рост ТТР в 2010, 2011, 2013 гг., происходит уменьшение удельного расхода ТЭР, т. е. сказывался фактор энергосбережения. Однако следует отметить замедление этого процесса в по-

следние три года. В 2014–2015 гг. на изменение удельного расхода ТЭР большое влияние оказали уменьшение загрузки газопроводов (т. е. уменьшение ТТР) и, в меньшей степени, реализация потенциала энергосбережения.

В соответствии с Системой управления энергосбережением в ПАО «Газпром» [3] инструментом оценки реального состояния энергоэффективности ДО являются энергетические обследования технологических объектов, проводимые независимыми энергоаудиторскими организациями. Однако оценить потенциал энергосбережения в ДО ПАО «Газпром» в ходе проведения энергетических обследований не удалось, поскольку основным результатом, на который были нацелены энергоаудиторские организации, являлось заполнение и согласование в Минэнерго РФ энергетического паспорта ДО.

Потенциал энергосбережения ДО ПАО «Газпром» не является постоянной величиной и зависит от темпов внедрения достигнутых научно-технического прогресса, поэтому для принятия эффективных управленческих решений в области реализации потенциала энергосбережения в ПАО «Газпром» следует проводить оценку потенциала энергосбережения в каждой газотранспортной организации каждые 5 лет. В 2020 г. заканчивается действие Концепции энергосбережения, поэтому актуальными являются вопросы, связанные с проблемой корректной оценки потенциала энергосбережения и планированием его реализации для каждого газотранспортного ДО.

Анализ нормативных документов [2, 4–6] позволяет сделать вывод о том, что в последние годы в ПАО «Газпром» разработана методология оценки потенциала энергосбережения технологических объектов, основанная на практическом опыте внедрения программ энергосбережения в 2007–2013 гг.

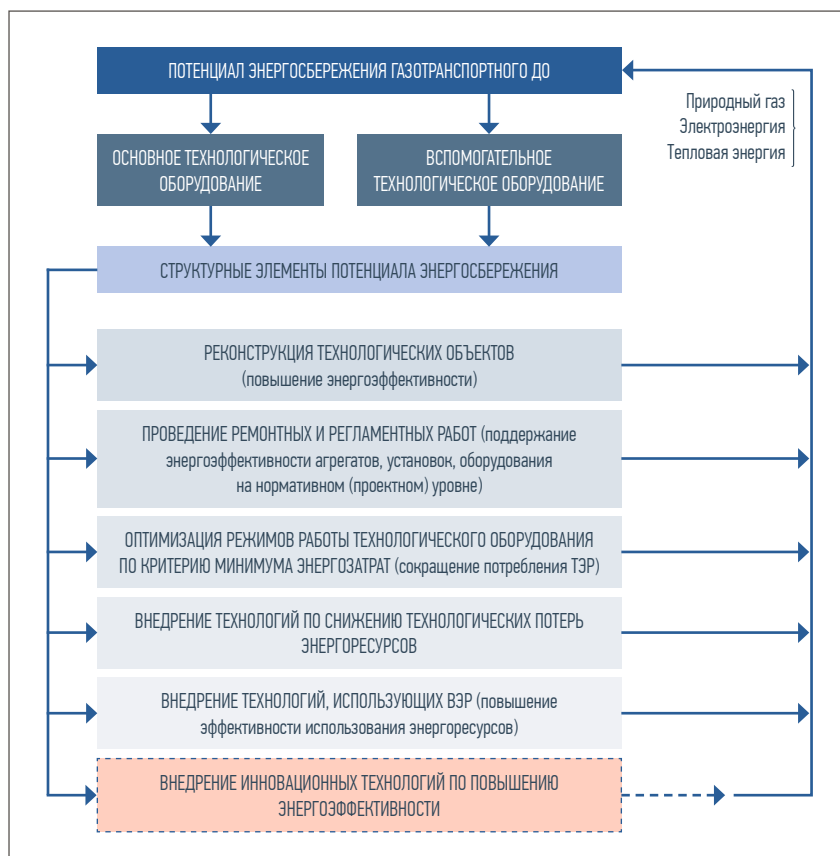


Рис. 3. Структурная схема определения потенциала энергосбережения газотранспортного ДО [7]

Более глубокое понимание плюсов и минусов применяемой методологии достигается в ходе ее практического использования. Так, в 2015 г. специалистами АО «Газпром промгаз» и ООО «Газпром ВНИИГАЗ» была проведена работа по оценке и анализу потенциала энергосбережения ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта». Методологическая структура определения потенциала энергосбережения газотранспортного ДО представлена на рис. 3.

Анализ представленной схемы показал, что эффекты энергосбережения от нового строительства газотранспортных объектов следует рассматривать отдельно от потенциалов, которые могут быть сформированы по результатам энергетического обследования и реализованы посредством внедрения программ энергосбережения и повышения энергоэффективности. Данная мера актуальна

для ГТС, в структуре которых введены существенные объемы новых МГ. Новые газопроводы строятся с применением наиболее современных энергоэффективных технологий, что дает значимый рост показателей энергоэффективности ГТС в целом, несмотря на возможные недостатки менее современного и более изношенного оборудования действующих газотранспортных объектов.

Анализ результатов работы позволил сделать вывод, что потенциал энергосбережения ГТС условно можно разделить на два направления:

- «внутренний» потенциал энергосбережения ГТС – реализуемый за счет мероприятий по непосредственному воздействию (изменению) на исследуемую систему, газотранспортные объекты или оборудование;
- «внешний» потенциал энергосбережения системы – реа-

лизуемый за счет мероприятий, направленных на изменения граничных условий функционирования исследуемой системы через воздействия на смежные с ней системы.

Изменение граничных условий функционирования ГТС от внешних факторов или непосредственное воздействие на ГТС может быть связано как с оптимизацией технологических процессов, так и с изменением технических характеристик газотранспортного оборудования и газопроводов.

Основные элементы потенциала энергосбережения, связанного с воздействием внешних факторов, были выявлены по следующим направлениям:

- потенциал экономии топливного газа от повышения уровня давления газа, подаваемого в рассматриваемую систему из смежных систем;

- потенциал экономии топливного газа от снижения продолжительности ремонтных работ, связанных с отключением технологических объектов, в том числе линейных участков газопроводов.

Для оценки обозначенных элементов потенциала было проведено расчетно-технологическое моделирование и сравнение режимов работы ГТС ДО по принципу «с проектом и без проекта». Сравнивались расчетные величины объемов потребления топливного газа при различных внешних условиях. Предварительно модель прошла адаптацию к фактическим режимам ГТС (в том числе показателям энергоемкости основного газотранспортного оборудования), что позволяет говорить об адекватности полученных результатов. В итоге были сделаны следующие выводы.

1. При увеличении давления газа на входе в ГТС на 1 % ожидаемая экономия топливного газа составит не менее 3 %. При этом общий потенциал повышения давления по входам ГТС находится на уровне 2–3 % от фактического значения, следовательно, общий потен-

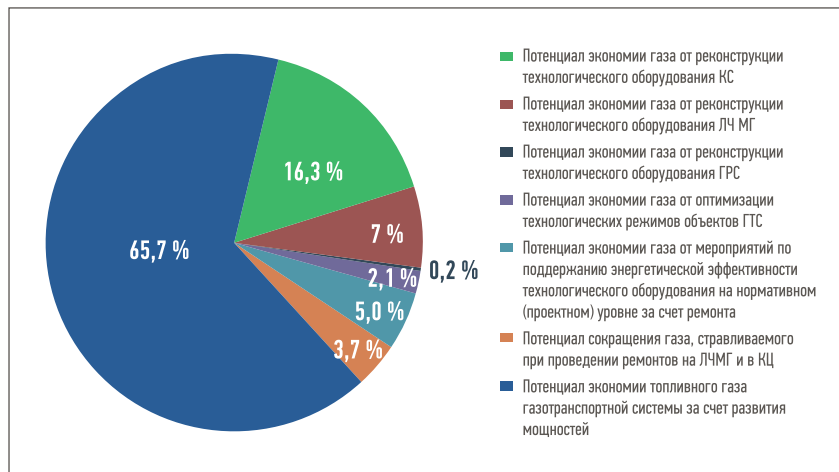


Рис. 4. Структура технически реализуемого потенциала экономии газа за счет мероприятий по воздействию на ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта»

циал экономии топливного газа составит 6–9 % (200–300 млн м<sup>3</sup>) в год. Необходимо отметить, что данная ситуация в той или иной мере характерна для большинства газотранспортных обществ (ГТО) ПАО «Газпром». Обеспечение оптимального уровня давлений газа на границах ГТО является результатом системной оптимизации технологических режимов Единой системы газоснабжения Российской Федерации (ЕСГ РФ) в целом.

2. Ремонтные работы (или реконструкция) с временным отключением (выбытием) объектов транспорта газа являются основной причиной снижения пропускной способности и производительности ГТС. Особенно сказываются ремонтные работы на ЛЧМГ (регламентные работы на КС, как правило, компенсируются за счет предусмотренного проектом резерва оборудования). В среднем в течение года в состоянии временного выбытия может находиться 6–10 % всей ЛЧМГ, что ведет к существенному снижению производительности системы. Так, в 2013 г. технически возможная производительность (ТВП) ГТС участка «Ухта – Грязовец» из-за временного выбытия мощностей была снижена на 10 %. Снижение технически возможной пропускной способ-

ности (ТВПС) участков ГТС при заданном плане транспорта газа ведет к увеличению объема работы сжатия газоперекачивающих агрегатов (ГПА) и, как следствие, к увеличению расхода газа и/или электроэнергии на СТН КЦ. Расчеты показали, что на компенсацию временного выбытия мощностей в ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта» расходуется до 300 млн м<sup>3</sup> топливного газа в год.

3. Вызывает большой интерес оценка потенциала энергосбережения, связанного с оптимизацией комплексных планов проведения работ. Поиску критериев эффективности и оптимальности технологических режимов современных ГТС ПАО «Газпром» посвящены работы российских ученых и специалистов (например, [8, 9]). Суть оптимизации комплексных планов заключается в более рациональном выборе периода проведения отдельных ремонтных работ с позиции минимизации энергозатрат на выполнение плана транспорта газа. Для ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта» ориентировочный потенциал экономии от такой оптимизации оценивается на уровне 10 % от годового объема потребления топливного газа, затрачиваемого на компенсацию временного выбытия мощностей, т. е. около 30 млн м<sup>3</sup> газа в год.

Перечисленные потенциалы энергосбережения ГТС имеют общую особенность – в большинстве случаев энергосберегающие мероприятия по ним не требуют капитальных затрат и существенно увеличения эксплуатационных затрат, что в целом говорит об их высокой экономической эффективности. Исключением являются мероприятия по реконструкции газотранспортных объектов смежных ГТО, которые также способствуют увеличению уровня граничного давления газа. Такого рода мероприятия для энергосбережения в ПАО «Газпром», как правило, специально не планируются. Эффект проявляется как

косвенный от реализации мероприятий по увеличению пропускной способности смежных ГТС.

Структура технически реализуемого потенциала экономии газа за счет мероприятий по непосредственному воздействию на ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта» представлена на рис. 4.

Полученные результаты по своей структуре в целом близки к виду, представленному в методологии определения потенциала энергосбережения ГТО ПАО «Газпром», но по уже указанным причинам не включают потенциал энергосбережения от нового строительства. Элементы выявленного потенциала эко-

номии газа были ранжированы (табл. 1).

Сопоставив полученный результат с величиной фактического расхода газа на СТН, можно сказать, что технически реализуемый потенциал экономии газа в ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта» составляет примерно 30 % от общего уровня потребления газа.

В работе был проанализирован экономически обоснованный потенциал энергосбережения, существенно уступающий величине технически реализуемого потенциала. В табл. 2 представлен сравнительный анализ технически реализуемого и экономически обоснованного потенциалов.

Таблица 1. Структура внутреннего потенциала экономии газа

Наименование статьи потенциала экономии газа	Экономия в год	
	тыс. м <sup>3</sup>	%
От мероприятий по реконструкции технологического оборудования КС	675 310	48,4
От мероприятий по реконструкции технологического оборудования ЛЧМГ	304 100	21,8
От мероприятий по реконструкции технологического оборудования газораспределительных станций (ГРС)	9207	0,7
Оптимизация технологических режимов объектов ГТС, в том числе при более глубоком охлаждении газа на выходе КЦ существующими АВО газа	215 600	15,4
От мероприятий по поддержанию энергетической эффективности технологического оборудования на нормативном (проектном) уровне за счет ремонта	35 400	2,5
От мероприятий по утилизации газа, стравливаемого при проведении ремонтов на ЛЧМГ и в КЦ	152 100	10,9
От мероприятий по использованию возобновляемых энергетических ресурсов (ВЭР)	4770	0,3
<b>Итого</b>	<b>1 396 487</b>	<b>100</b>

Таблица 2. Оценка экономически обоснованного потенциала энергосбережения в ООО «Газпром трансгаз Ухта»

Наименование статьи потенциала экономии газа	Потенциал, тыс. м <sup>3</sup>		
	Технически реализуемый	Экономически обоснованный	%
От мероприятий по реконструкции технологического оборудования КС	675 310	0	0,0
От мероприятий по реконструкции технологического оборудования ЛЧМГ	304 100	17 472	5,7
От мероприятий по реконструкции технологического оборудования ГРС	9207	4174	45,3
Оптимизация технологических режимов объектов ГТС, в том числе при более глубоком охлаждении газа на выходе КЦ существующими АВО газа	215 600	215 600	100,0
От мероприятий по поддержанию энергетической эффективности технологического оборудования на нормативном (проектном) уровне за счет ремонта	35 400	0	0,0
От мероприятий по утилизации газа, стравливаемого при проведении ремонтов на ЛЧМГ и в КЦ	152 100	139 950	92,0
От мероприятий по использованию ВЭР	4770	4770	100,0
<b>Итого по ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта»</b>	<b>1 396 487</b>	<b>381 966</b>	<b>27,5</b>

Таблица 3. Мероприятия по реализации экономически обоснованного потенциала

Наименование мероприятия	Экономия, тыс. м <sup>3</sup> /год	%
Утилизация газа из отключаемых под стравливание газа участков МГ перед началом ремонтных работ с помощью МКУ	139 950	36,6
Оптимизация режимов работы АВО газа для более глубокого охлаждения газа на выходе КЦ в целях сокращения затрат на топливный газ	130 300	34,1
Оптимизация режима работы ГТС (повышение давления газа, равномерная загрузка КЦ, снижение потерь работы сжатия в шлейфах и перемычках, более полное использование располагаемых мощностей КЦ, оптимизация работы газового компрессора по политропному КПД) в целях сокращения затрат на топливный газ	85 300	22,3
Снятие технологического ограничения по разрешенному рабочему давлению в МГ в целях сокращения затрат на топливный газ	17 000	4,5
Внедрение технологии подогрева топливного газа ГПА с помощью теплообменников «газ-масло» от масла ГПА при исключении из работы подогревателя топливного газа	4770	1,2
Внедрение регуляторов давления газа с теплогенератором при исключении из работы подогревателя газа на ГРС	4174	1,1
Замена ремонтируемых трубопроводов МГ на трубопроводы с внутренним гладкостным покрытием в целях сокращения затрат на топливный газ	472	0,1
<b>Итого</b>	<b>381 966</b>	<b>100,0</b>

Под экономически обоснованным потенциалом подразумевается часть технически реализуемого потенциала, соответствующая принятым в ПАО «Газпром» критериям экономической эффективности мероприятий.

Из данных в табл. 2 следует, что в современных условиях (при существующем и доступном для промышленного использования уровне развития техники и технологий) только 27,5 % общего технически обоснованного потенциала эффективны с экономической точки зрения.

Мероприятия по реализации указанной доли потенциала являются сбалансированными по критерию «эффективность – стоимость» и рассматриваются как мероприятия, имеющие прямой (целевой) эффект экономии энергоресурсов. Остальная часть (72,5 %) технически реализуемого потенциала может быть реализована за счет мероприятий, для которых эффект энергосбережения является сопутствующим. Такие мероприятия направлены на достижение следующих эффектов:

- увеличение производительности;
- повышение надежности транспорта газа;

- модернизацию (реновацию) оборудования.

В табл. 3 представлен перечень выявленных в работе экономически обоснованных мероприятий, ранжированных по уровню экономии. Из этих данных следует, что:

- наибольший эффект экономии газа достигается с помощью мобильных компрессорных установок (МКУ) за счет применения технологии эвакуации (утилизации) газа из отключаемых под стравливание участков МГ перед началом ремонта. В работе рассмотрены две возможные схемы реализации этого проекта: первая предусматривала приобретение МКУ в собственность, вторая – покупку услуги по эвакуации газа из участка МГ. Для более активного внедрения указанной технологии в рамках ЕСГ РФ рекомендуется или обоснованно увеличить плату за услугу по эвакуации газа (экономические показатели проекта позволяют это сделать), что должно дополнительно привлечь на рынок компании, оказывающие такого рода услуги, и/или наладить в России выпуск недорогих, но качественных МКУ. Проект внедрения МКУ не ограничивается только ЛЧМГ и вполне подходит

к применению в технологических контурах промышленных площадок КЦ, подземных хранилищ газа и на промыслах;

- вторую и третью позиции занимают мероприятия по оптимизации режима работы ГТС, не требующие капитальных затрат и существенно повышающие эффективность транспорта газа. Исследование показало, что в части оптимизации режима наиболее затратным является мероприятие по более глубокому охлаждению газа существующим парком АВО газа. Для дополнительного снижения объемов расходуемого топливного газа ГПА на 1 млн м<sup>3</sup>/год потребуется затратить 300 тыс. кВт·ч электроэнергии. Использование более глубокого охлаждения газа в увязке с развитием собственной генерации электроэнергии, в том числе с применением современных технологий утилизации энергии выхлопных газов ГПА (УТЭК), позволит еще больше сократить издержки производства;

- анализ эффективности мероприятий по снятию ограничений разрешенного рабочего давления позволяет отметить, что некоторые ограничения могут быть компенсированы за счет резер-



## Московский Международный Центр Перевода

Сертифицировано **TUV NORD**

Успех в традиции

**27 лет репутации**

**102 языка мира**

**19 видов услуг**

Компания с 27-летней историей оказывает 19 видов услуг заказчикам из всех отраслей бизнеса и личной сферы, как в России, так и по всему миру. Корпус опытных специалистов осуществляет научный, художественный, нотариальный, синхронный и другие виды перевода со 102 языков.

### Наши преимущества:

- \* строгое соблюдение сроков исполнения
- \* удобство взаимодействия
- \* соблюдение законодательства
- \* ответственность за качество услуги
- \* расширенный гарантийный срок
- \* решение сложных задач
- \* индивидуальный подход

### Адрес:

101000, РФ, г. Москва, Бобров пер.,  
д. 6, стр. 3, 2-й этаж (ст. м. "Чистые пруды")  
ПН-ЧТ 8:30–19:00; ПТ 8:30–18:00  
СБ-ВС: выходные

### Телефон:

**8-800-100-15-70**

[www.mmcp.ru](http://www.mmcp.ru)

Официальный переводчик журнала  
«Газовая промышленность»

ва компримирующих мощностей, при этом объем транспорта газа не снижается, но объем потребляемого топливного газа и/или электроэнергии на СТН возрастает. Таким образом, эффектом от повышения рабочего давления в МГ может быть экономия газа на СТН. Разработка такого рода мероприятий требует проведения специального расчетно-технологического системного анализа ГТС каждой отдельной ГТО;

- технико-экономический анализ применения подогрева топливного газа ГПА с помощью теплообменников «газ-масло» от масла ГПА на объектах ГТО (при реконструкции ГПА) показал, что данная технология соответствует критериям экономической эффективности, но требует индивидуального для КЦ рассмотрения. Основным условием окупаемости инвестиций в реконструкцию ГПА является номинальная по режиму эксплуатации и равномерная загрузка КЦ в течение всего года. Внедрение данной технологии на стадии проектирования КЦ более предпочтительно;

- применение регуляторов давления газа с теплогенератором (РДУ-Т) на существующих ГРС является широко известным мероприятием, внедрение которого ограничивается вопросом окупаемости затрат и наличием на рынке необходимых типоразмеров регуляторов. Окупаемость затрат на приобретение и установку (которая возможна в рамках текущего или капитального ремонта ГРС) напрямую связана с уровнем загрузки ГРС и, как следствие, с объемом потребляемого газа на подогрев. Внедрение РДУ-Т на стадии проектирования ГРС можно считать еще более эффективным решением;

- замена ремонтируемых трубопроводов на трубопроводы с внутренним гладкостным покрытием является эффективным направлением снижения энергоемкости транспорта газа. Расчеты показали, что замена всех газопроводов ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта» на газопроводы с гладкостным покрытием позволит сэкономить только в КЦ с газотурбинным приводом ГПА не менее 24 % от всего объема потребления топливного газа. Данный результат был проверен при расчетах на ПВК «Астра-газ», стационарная модель которого соответствует нормативному документу СТО Газпром 2-3.5-051-2006 [10]. Из результатов работы следует, что применение труб с гладкостным покрытием при замене участков МГ произвольной длины диаметром DN 1000–1400 является гарантированно эффективным мероприятием.

Возвращаясь к данным табл. 2, следует обратить внимание на мероприятия, которые по результатам технико-экономической оценки не были отнесены к экономически обоснованным. В табл. 4 представлены те из них, которые были отнесены к мероприятиям, производящим косвенный эффект энергосбережения, т. е. энергосбережение не является основной



целью данных мероприятий, но оно должно быть учтено.

Например, проведение капитального ремонта АВО газа за счет экономии затрат на электроэнергию за 15 лет позволит окупить только 16 % от первоначальных затрат. Поэтому об экономической эффективности только за счет энергосбережения здесь речь не идет, но важно учитывать энергосберегающий эффект при планировании мероприятий.

Полученные данные позволяют ответить на ряд вопросов, касающихся анализа показателей экономической эффективности мероприятий, входящих в состав Программы энергосбережения и повышения экономической эффективности ПАО «Газпром». В настоящее время в Программе энергосбережения ПАО «Газпром» для части мероприятий планируется экономия ТЭР, но при этом не показаны затраты на ее внедрение. Анализ данных табл. 4 показывает, что данные мероприятия производят так называемый косвенный эффект энергосбережения и связаны, как правило, с реконструкцией оборудования или капитальным ремонтом. Поэтому в настоящее время в Программе энергосбережения учитывается только экономия ТЭР, но не выделяются затраты. Исходя из этого, следует отметить необходимость разработки нормативного или распорядительного документа ПАО «Газпром», регламентирующего порядок финансирования энергосберегающих мероприятий, входящих в Программу энергосбережения и повышения экономической эффективности ПАО «Газпром», и учет затрат на их проведение. Это позволит наиболее полно оценивать и в дальнейшем реализовывать все элементы потенциала энергосбережения в ПАО «Газпром».

#### ВЫВОДЫ

1. Анализ факторов, влияющих на изменение интегрального показателя энергоэффективности ГТС,

Таблица 4. Мероприятия, имеющие косвенный эффект энергосбережения

Наименование мероприятия	В % окупаемости всех затрат за счет энергосберегающего эффекта	Горизонт планирования (лет)
Комплексный ремонт ГПА	39	3
Капитальный ремонт АВО газа	16	15
Замена регенераторов ГПА	14	15
Реконструкции ГПА с ГТУ	13	15
Реконструкции системы агрегатной автоматики	17	15

показал, что в настоящее время актуальна разработка методики оценки доли влияния отдельно выявленного фактора, что позволит более объективно оценивать уровень и потенциал повышения энергоэффективности, сравнивать и управлять данными показателями различных ГТС или газотранспортных объектов.

2. В ПАО «Газпром» разработана методология оценки потенциала энергосбережения технологических объектов, которая в части магистрального транспорта газа прошла апробацию и переоценку при определении потенциала энергосбережения в ООО «Газпром трансгаз Ухта». Следует творчески подходить к этому материалу и осуществлять его дальнейшее развитие. Необходимо предусмотреть возможность поиска и обоснования нестандартных, специфических для исследуемого объекта потенциалов и технологий его реализации. Представляет также интерес разработка эффективных внутрикорпоративных механизмов стимулирования и защиты результатов интеллектуальной деятельности в данной области. Следует отметить необходимость разработки нормативного или распорядительного документа ПАО «Газпром», регламентирующего порядок финансирования энергосберегающих мероприятий, входящих в Программу энергосбережения и повышения экономической эффективности, и учет затрат на их проведение

(в том числе и мероприятий, следствием реализации которых является косвенный эффект энергосбережения). Это позволит наиболее полно оценивать и в дальнейшем реализовывать все элементы потенциала энергосбережения в ПАО «Газпром».

3. Наибольший потенциал энергосбережения в ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта» приходится на природный газ и составляет примерно 30 % от общего уровня его годового потребления. Представляет также интерес тот факт, что на данный момент (при существующих ценах на ТЭР) только 27,5 % мероприятий от общего технически обоснованного потенциала экономически эффективны.

4. Предложено деление потенциалов энергосбережения ГТС на два основных типа:

- «внутренний», т. е. реализуемый за счет мероприятий по непосредственному воздействию (изменению) на исследуемую систему, газотранспортные объекты или оборудование;

- «внешний», т. е. реализуемый за счет мероприятий, направленных на изменения граничных условий функционирования исследуемой системы через воздействия на смежные системы.

5. «Внешний» тип потенциала был выявлен в ходе анализа интегрального показателя энергосбережения ГТС. Представляет большой интерес предложенный в работе расчетно-технологический метод определения основных элементов потенциала энергосбере-

жения, связанных с воздействием внешних факторов: при увеличении давления газа на входе в ГТС и при оптимизации комплексных планов проведения ремонтных работ.

б. Техничко-экономический анализ показал целесообразность дальнейшей адаптации и внедрения ряда уже применяемых, а также относительно новых для компании энергосберегающих мероприятий:

- эвакуации (утилизации) газа из отключаемых участков газопроводов;
- оптимизации работы АВО газа КЦ;
- повышения уровня рабочего давления в ГТС;
- внедрения технологии подогрева топливного газа ГПА с помощью теплообменников «газ-масло» от масла ГПА при исключении из работы подогревателя топливного газа;

• внедрения регуляторов давления газа с теплогенератором при исключении из работы подогревателя газа на ГРС;

• замены ремонтируемых трубопроводов МГ на трубопроводы с внутренним гладкостным покрытием в целях сокращения затрат на топливный газ.

7. Оценка потенциала энергосбережения представляет собой творческий поиск технически и экономически обоснованных направлений снижения энергоемкости производств, специфических не только по направлениям деятельности ПАО «Газпром», но и по системам или объектам одного отдельного направления. Исходя из этого, полностью стандартизировать процесс, превратив его в алгоритм элементарных действий, представляется неконструктивным. Следует организовать процесс поиска и обоснования решений по повышению энерго-

эффективности таким образом, чтобы результаты были использованы при формировании управленческих решений (в том числе в вопросах эффективности затрат). Потенциал энергосбережения не является постоянной величиной. В связи с этим, учитывая принятые в ПАО «Газпром» циклы планирования, для принятия эффективных управленческих решений в области энергосбережения ПАО «Газпром» целесообразно проводить оценку потенциала энергосбережения в каждой газотранспортной организации раз в 5 лет.

8. Результаты работы по определению потенциала энергосбережения в транспорте газа, а также по другим направлениям производственной деятельности ПАО «Газпром» могут быть использованы при дальнейшем совершенствовании политики и концепции энергосбережения Общества. ■

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция энергосбережения и повышение энергетической эффективности ОАО «Газпром» на период 2011–2020 гг. (утв. Приказом ОАО «Газпром» от 28 декабря 2010 г. № 364).
2. Р Газпром 2-1.20-742-2013. Методика определения потенциала энергосбережения технологических объектов. М.: ОАО «Газпром», 2015.
3. Р Газпром 2-1.20-673-2012. Система управления энергосбережением в ОАО «Газпром». М.: 2014. 38 с.
4. Р Газпром 2-1.20-728-2013. Методические указания по разработке Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности дочернего общества и организации. М.: Газпром экспо, 2013.
5. Р Газпром 2-1.20-819-2014. Методика расчета величины экономии расхода топливно-энергетических ресурсов при внедрении энергосберегающих мероприятий в дочерних обществах. СПб.: ПАО «Газпром», 2016.
6. СТО Газпром 2-1.20-601-2011. Методика расчета эффекта энергосбережения топливно-энергетических ресурсов, расходуемых на собственные технологические нужды магистрального транспорта газа. М.: Газпром экспо, 2012.
7. Хворов Г.А., Юмашев М.В. Методология оценки потенциала энергосбережения технологических объектов ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2014. № 4. С. 88–91.
8. Карасевич А.М., Сухарев М.Г., Белинский А.В. и др. Энергоэффективные режимы газотранспортных систем и принципы их обеспечения // Газовая промышленность. 2012. № 1. С. 30–34.
9. Сухарев М.Г., Тверской И.В., Белинский А.В. Критерии эффективности и оптимальности технологических режимов газотранспортных систем // Трубопроводные системы энергетики: Методические и прикладные проблемы математического моделирования: Коллективная монография. Новосибирск: Наука, 2015. 476 с.
10. СТО Газпром 2-3.5-051-2006. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов. Челябинск: Центр безопасности труда, 2006.

#### REFERENCES

1. The Concept of Energy Saving and Increase the Energy Efficiency of Gazprom JSC for the Period 2011–2020. Approved by the Order of Gazprom JSC dated December 28, 2010, No. 364. (In Russian)
2. R Gazprom 2-1.20-742-2013. Methodology for Determining the Potential for Energy Saving of Process Facilities. Moscow, Gazprom JSC, 2015. (In Russian)
3. R Gazprom 2-1.20-673-2012. Energy Management System in Gazprom JSC. Moscow, 2014, 38 pp. (In Russian)
4. R Gazprom 2-1.20-728-2013. Methodology Instructions for the Development of a Program for Energy Saving and Increase the Energy Efficiency of the Subsidiary Company and Organization. Moscow, Gazprom Expo, 2013. (In Russian)
5. R Gazprom 2-1.20-819-2014. Methodology for Calculating the Amount of Fuel and Energy Resources Consumption Savings when Implementing Energy Saving Measures in Subsidiaries. St. Petersburg, Gazprom JSC, 2016. (In Russian)
6. STO Gazprom 2-1.20-601-2011. Methodology for Calculating the Energy Saving Effect of Fuel and Energy Resources Spent for Own Technological Needs of the Main Gas Transportation. Moscow, Gazprom Expo, 2012. (In Russian)
7. Khvorov G.A., Yumashev M.V. Methodology for Assessing the Potential for Energy Saving of Technological Facilities of Gazprom JSC. Gazovaya Promyshlennost' = Gas Industry, 2014, No. 4, P. 88–91. (In Russian)
8. Karasevich A.M., Sukharev M.G., Belinsky A.V. Energy Efficient Modes of Gas Transmission Systems and the Principles of Their Maintenance. Gazovaya Promyshlennost' = Gas Industry, 2012, No. 1, P. 30–34. (In Russian)
9. Sukharev M.G., Tverskoi I.V., Belinsky A.V. Criteria of Efficiency and Optimality of Technological Modes of Gas Transmission Systems. Pipeline Systems of Power Engineering: Methodical and Applied Problems of Mathematical Modeling: Collective Monograph. Novosibirsk, Nauka, 2015, 476 pp. (In Russian)
10. STO Gazprom 2-3.5-051-2006. Norms of Technological Design of Main Gas Pipelines. Chelyabinsk, Center for Occupational Safety, 2006. (In Russian)