

УДК 519.222:621.643.8

Ф.Г. Тухбатуллин¹, Д.С. Семейченков¹, e-mail: d.semeichenkoff@yandex.ru

¹ ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (Москва, Россия).

Сокращение потерь природного газа в системе газораспределения за счет применения балансовых карт

Статья посвящена проблеме энергосбережения и повышения энергетической эффективности в процессе производственной деятельности газораспределительной организации. Проведен анализ основных энергосберегающих мероприятий в газораспределительных организациях ПАО «Газпром» в 2010–2016 гг., показавший, что наибольшая экономия топливно-энергетических ресурсов приходится на магистральный транспорт газа. При этом в экономии, полученной за счет реализации комплекса энергосберегающих мероприятий, доля, достигнутая за счет сокращения потерь газа на технологических объектах сетей газораспределения, по итогам 2015 г. составила 8,7 % и может быть увеличена. В целях ее увеличения и повышения надежности системы газоснабжения предложено применять балансовые карты – статистические карты, в которых обозначены контрольные границы возможного отклонения величины потерь при сведении баланса газа на отдельной газораспределительной станции или в системе газораспределительных станций. Обосновано проведение внеплановых технического обследования и технического диагностирования трубопроводов при значительном выходе величины потерь газа за контрольные границы, обозначенные в балансовой карте. Кроме того, предложено дополнить существующую классификацию потерь природного газа в системах газораспределения с учетом возможного несанкционированного отбора и незаконных врезок в сети газораспределительных организаций.

Ключевые слова: технологические потери газа, энергосбережение, балансовая карта, техническое обследование, техническое диагностирование.

.....

F.G. Tukhbatullin¹, D.S. Semeychenkov¹, e-mail: d.semeichenkoff@yandex.ru

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)” (Moscow, Russia).

Reduction of Natural Gas Losses in the Gas Distribution System due to the Use of Balance Cards

The article is devoted to the problem of energy saving and increase of energy efficiency in the process of production activity of the gas distributing organization. Performed analysis of key power efficient arrangements in the gas distributing organizations of Gazprom PJSC in 2010–2016 showed that the highest level of savings of fuel and energy resources is related with main gas transportation. At the same time, the share achieved through reduced gas losses at processing facilities of gas distribution nets was 8.7 % at the end of 2015 and could be increased in the total savings obtained through the implementation of the complex of energy-efficiency measures. In order to increase and improve the reliability of the gas supply system, it is suggested to use balance cards – statistical maps, indicating the control limits for the possible deviation of the loss value when closing a balance sheet at a separate gas distribution station or a system of gas distribution stations. Realization of unplanned technical inspection and diagnosis of pipelines is substantiated with significant output of gas loss value beyond the control boundaries indicated in the balance chart. It is also proposed to complete the existing classification of natural gas losses in the gas distribution systems taking into account the possible unsanctioned siphoning and bunkering in nets of the gas distributors.

Keywords: technological losses of gas, energy saving, balance card, technical inspection, technical diagnosis.

Таблица 1. Итоги реализации Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности ПАО «Газпром» в 2015 г.
Table 1. Results of implementation of the Energy Saving Program and Energy Efficiency Improvement Program of Gazprom PJSC in 2015

Вид деятельности Type of activity	Природный газ, млн м ³ Natural gas, million m ³	Электроэнергия, млн кВт·ч Electric power, million kWh	Тепловая энергия, тыс. Гкал Thermal power, thousand Gcal
Добыча газа, газового конденсата, нефти Gas, gas condensate and oil production	315,7	14,9	15,4
Транспорт газа и газового конденсата Gas and gas condensate transportation	1906,0	203,3	60,7
Подземное хранение газа Underground gas storage	11,7	0,9	-
Переработка газа, конденсата и нефти Gas, gas condensate and oil processing	17,0	36,8	127,8
Распределение газа Gas distribution	4,9	4,7	1,1
Всего Total	2255,3	260,6	205,0
Всего, тыс. т у. т. Total, thousand t of reference fuel	2571	84,7	29,3

В рамках реализации 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» дочерние общества ПАО «Газпром» достигли значительных результатов в части уменьшения потерь природного газа при добыче, транспортировке, подземном хранении, переработке и распределении. Экономия природного газа нарастающим итогом за 2010–2016 гг. представлена на рис. 1.

По итогам реализации Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности ПАО «Газпром» в 2015 г. экономия природного газа составила 2255,3 млн м³ (табл. 1). Анализ результатов внедрения комплекса энергосберегающих мероприятий показал, что наибольшая экономия топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) приходится на магистральный транспорт газа. Данный результат, в свою очередь, был достигнут за счет:

- сокращения расхода газа на технологические нужды линейной части магистральных газопроводов (ЛЧ МГ), газораспределительных станций (ГРС) (37,7 %);

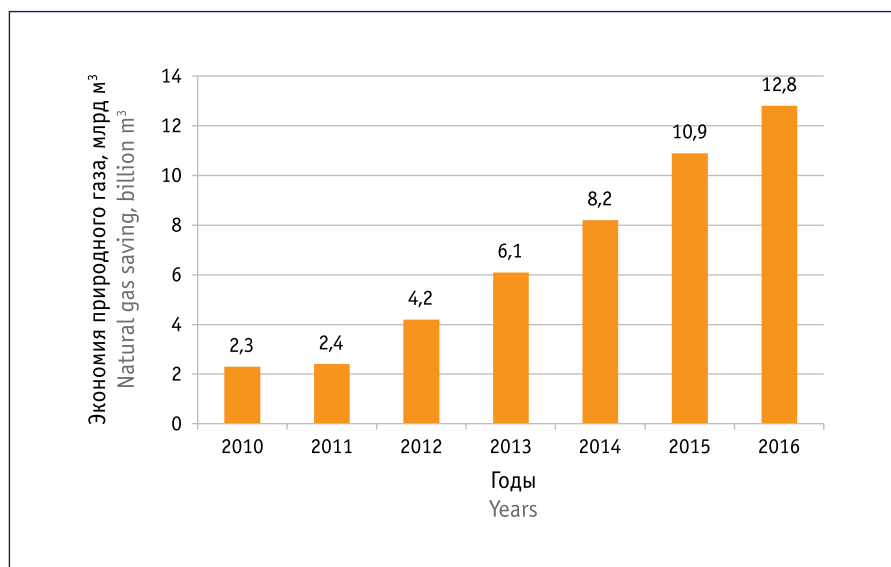


Рис. 1. Экономия природного газа за 2010–2016 гг. нарастающим итогом, млрд м³
Fig. 1. Saving of natural gas for 2010–2016 cumulatively, billion m³

- оптимизации режимов работы технологических объектов газотранспортной сети (ГТС) (20,4 %);
- реконструкции и модернизации технологического оборудования компрессорных станций (КС) (14,5 %);
- улучшения технического состояния газоперекачивающих агрегатов (ГПА) за счет проведения ремонтных работ (13,0 %);

- сокращения потерь газа на технологических объектах КС, ЛЧ МГ, ГРС (8,7 %). Учитывая, что газораспределительная система России является одной из самых разветвленных и протяженных в мире, величина экономии ТЭР в системе распределения газа может быть увеличена прежде всего за счет уменьшения технологических потерь газораспределительных организаций

Для цитирования (for citation):

Тухбатуллин Ф.Г., Семейченков Д.С. Сокращение потерь природного газа в системе газораспределения за счет применения балансовых карт. Территория «НЕФТЕГАЗ». 2018. № 1–2. С. 12–20.
Tukhbatullin F.G., Semeichenkov D.S. Reduction of Natural Gas Losses in the Gas Distribution System due to the Use of Balance Cards. Territorija «NEFTEGAS» = Oil and Gas Territory, 2018, No. 1–2, P. 12–20. (In Russ.)

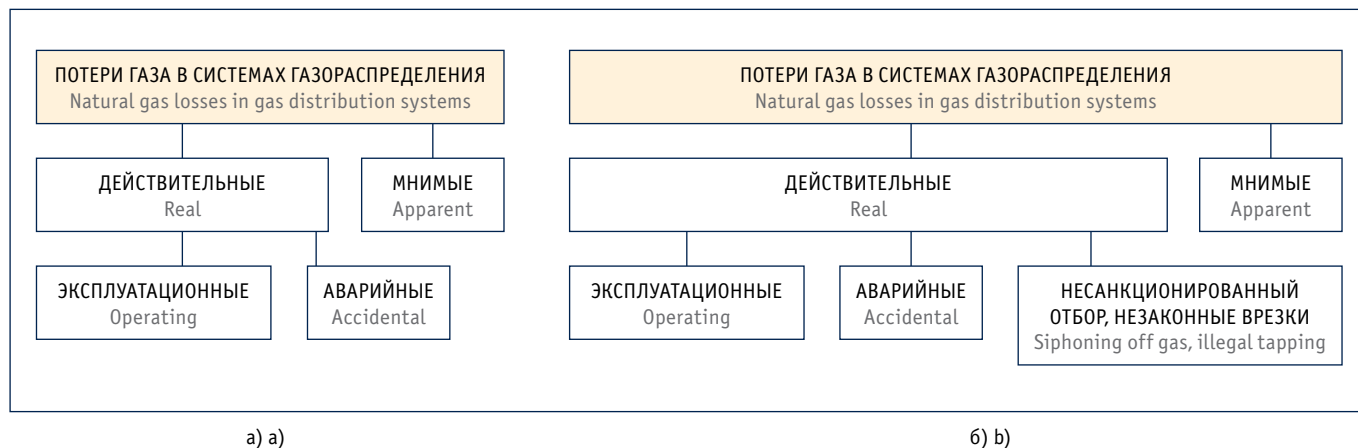


Рис. 2. Классификация потерь природного газа в системах газораспределения: а) традиционная; б) обновленная
Fig. 2. Classification of losses of natural gas in gas distribution systems: a) traditional; b) updated

(ГРО). Именно в системе распределения природного газа видится серьезный энергосберегающий потенциал.

РАСЧЕТ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА В СИСТЕМАХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В соответствии с [5] технологические потери $Q_{тн}$ рассчитываются по формуле:

$$Q_{тн} = Q_{ут} + Q_{нб} \quad (1)$$

где $Q_{ут}$ – утечки газа, представляющие собой неорганизованное поступление в атмосферу газа в виде ненаправленных потоков в результате негерметичности оборудования, $м^3/с$; $Q_{нб}$ – мнимые потери газа, обусловленные небалансом системы учета газа, которые носят случайный характер и могут быть как положительными, так и отрицательными, $м^3$. $Q_{нб}$ также называют разбалансом природного газа. Стоит отметить, что величина разбаланса является виртуальным объемом газа, т. е. он не выбрасывается в атмосферу. Причинами разбаланса могут быть погрешность измерений (случайного и неслучайного характера), технологические потери, аварийные ситуации, изменение режимов перекачки газа, некорректный учет газа у населения, закрытие объемов при снятых счетчиках и корректорах (ремонт, поверка), сложность учета газа вследствие перетоков в сетях газораспределения и др. [6–9].

Классификация потерь природного газа в системах газораспределения

в соответствии с [2] представлена на рис. 2а.

К мнимым потерям относят количество газа, полученное и полезно используемое потребителем, но неучтенное вследствие несовершенства методов контроля и учета расхода газа и потому неоплаченное.

В свою очередь, действительные потери делятся на:

- эксплуатационные утечки газа в газопроводах и оборудовании, а также потери газа при проведении сливо-наливных операций на газонаполнительных станциях (ГНС), газонаполнительных пунктах (ГНП), автомобильных газозаправочных станциях (АГЗС), резервуарных установках;
 - аварийные выбросы газа при повреждении газопроводов и оборудования.
- К эксплуатационным утечкам газа относятся потери газа через разъемные соединения (вследствие их негерметичности) на газопроводах, арматуре и оборудовании [2].

В результате выполнения операций коммерческого и оперативного учета газа происходит формирование баланса газа ГРО за отчетный период (сутки, месяц, год), который может быть представлен в виде следующего уравнения [2]:

$$Q_n = Q_{сн} + Q_{тн} + Q_{ав} + Q_{нт} + Q_{пр} \quad (2)$$

где Q_n – количество поступающего от поставщика газа, $м^3$; $Q_{сн}$ – количество газа, расходуемое на собственные нужды, $м^3$; $Q_{тн}$ – количество газа, расходуемое на технологические нужды, $м^3$;

$Q_{ав}$ – количество газа, расходуемое на проведение аварийных работ, $м^3$; $Q_{нт}$ – потери газа в системах газораспределения, $м^3$; $Q_{пр}$ – количество газа, реализованное ГРО промышленным потребителям и населению, $м^3$.

Следует отметить, что несанкционированный отбор и незаконные врезки оказывают существенное влияние на итоговый баланс газа ГРО, при этом являясь физическими потерями газа, однако данная величина не входит ни в действительные, ни в мнимые потери согласно классификации [2]. В связи с этим авторами данной статьи предлагается дополнить имеющуюся классификацию, включив в число действительных потери, обусловленные возможным несанкционированным отбором и незаконными врезками в сети ГРО (рис. 2б).

МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА В СИСТЕМЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

К числу мероприятий, позволяющих снизить потери природного газа в системе газораспределения, в соответствии с [2] относятся:

- повышение герметичности систем газоснабжения за счет применения новых видов оборудования, арматуры (например, шаровых кранов) и уплотнительных материалов (например, на основе фторопласта), а также совершенствование организации и профилактического обслуживания систем газоснабжения эксплуатационными службами;

ОРГАНИЗАТОРЫ

ТЕРРИТОРИЯ
НЕФТЕГАЗ



РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина



28 МАРТА 2018 ГОДА
Г. МОСКВА

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА»

ЦЕЛИ КОНФЕРЕНЦИИ

- Состояние промышленной безопасности предприятий нефтегазового комплекса, организация контроля и надзора нефтегазовой промышленности Российской Федерации
- Вопросы нормативно-правового регулирования промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса
- Актуальные вопросы разработки и функционирования интегрированных систем управления промышленной безопасностью опасных производственных объектов
- Актуальные вопросы реализации деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности на предприятиях нефтегазового комплекса
- Лучшие практики методологии анализа рынка в промышленной безопасности, техническом регулировании и страховании на ОПО

Технический организатор
конференции
ООО «Медиа Миры»
Ануфриева Наталья

Тел./факс:
+7 (495) 240-54-57
+7 (968) 472-72-42
an@neftegas.info
www.neftegas.info

Таблица 2. Периодичность проведения технических осмотров газопроводов

Table 2. Frequency of technical inspections of gas pipelines

Газопроводы Gas pipelines	Периодичность проведения технических осмотров Frequency of technical inspections		
	На застроенной территории поселений, с давлением газа, МПа In the built-up area of settlements, with gas pressure, MPa		На незастроенной территории и вне поселений In the non-built up area and outside of settlements
	До 0,005 МПа включительно Up to 0.005 MPa inclusive	>0,005 до 1,2 МПа включительно >0.005 to 1.2 MPa inclusive	
Стальные подземные со сроком службы более 15 лет Underground steel pipelines with a service life of more than 15 years	1 раз в 2 месяца Once in two months	1 раз в месяц Once in a month	1 раз в 6 месяцев Once in six months
Надземные со сроком службы более 15 лет Above-ground pipelines with a service life of more than 15 years	1 раз в 6 месяцев Once in six months		1 раз в год Once a year
Полиэтиленовые со сроком службы более 15 лет Polyethylene pipelines with a service life of more than 15 years	1 раз в 6 месяцев Once in six months		1 раз в год Once a year
Стальные подземные, эксплуатируемые в зоне действия источников блуждающих токов и/или в грунтах высокой коррозионной активности, не обеспеченные минимальным защитным потенциалом, а также с неустраненными дефектами защитных покрытий Underground steel pipelines operated in stray current coverage area and/or in soils with high corrosive activity, unprovided with a minimal protective potential and with unremoved defects in protective coatings	1 раз в неделю Once a week	2 раза в неделю Twice a week	2 раза в месяц Twice a month
Стальные подземные при наличии анодных и знакопеременных зон Underground steel pipelines in the presence of anode and alternating zones	Ежедневно Daily	Ежедневно Daily	2 раза в неделю Twice a week
Стальные подземные и полиэтиленовые, подлежащие капитальному ремонту и реконструкции Underground steel and polyethylene pipelines, subject to major repair and reconstruction	1 раз в неделю Once a week	2 раза в неделю Twice a week	2 раза в месяц Twice a month
Стальные надземные, подлежащие капитальному ремонту и реконструкции Above-ground steel pipelines, subject to major repair and reconstruction	1 раз в неделю Once a week	2 раза в неделю Twice a week	1 раз в месяц Once a month

- совершенствование материалов и оборудования, применяемого для пассивной и активной защиты от электрохимической коррозии газопроводов, своевременного нахождения повреждений изоляции, включая новые виды изоляционных материалов, современных конструкций катодных станций и приборной техники нового поколения на основе микропроцессоров, а также переход на использование полиэтиленовых труб, не подверженных коррозии;
- использование нового высокотехнологического оборудования для ГНС, ГНП и АГЗС, обеспечивающего минимальные потери газа;
- совершенствование приборной техники диагностирования и контроля герметичности элементов систем газоснабжения природным и сжиженным газом;
- проведение профилактических мероприятий по предупреждению по-

вреждений подземных и надземных газопроводов строительной техникой и транспортными средствами.

Несколько подходов к решению вопроса снижения потерь природного газа в сетях ГРО предлагается в [4], в котором предложены следующие энергосберегающие мероприятия:

- внедрение систем и технических устройств телемеханики (телеметрии) для контроля и управления технологическими процессами;
- применение схем продувки газопроводов и других объектов систем газоснабжения без сброса газа в атмосферу;
- внедрение оборудования для врезки в газопровод без снижения давления;
- применение в пунктах редуцирования газа (ПРГ) оборудования с увеличенными сроками между техническим обслуживанием и текущим ремонтом;

• внедрение системы оценки технического состояния объектов газораспределительных систем на базе современных средств диагностики и контроля состояния объектов для определения остаточного ресурса и установления предельного срока эксплуатации;

- применение высокочувствительных газоанализаторов для проверки герметичности подземных газопроводов;
- пресечение незаконных врезок, выявление несанкционированного отбора газа;
- использование в сетях газораспределения клапанов безопасности «Газ-Стоп»;
- оснащение ПРГ регулирующим оборудованием в прогрессивной компоновке с последовательной установкой регулятора-монитора и регулятора;
- использование при строительстве и реконструкции линейной части и ПРГ

в качестве запорной арматуры вместо традиционных задвижек современных шаровых кранов с необслуживаемыми сальниковыми камерами;

- применение современных прокладочных и уплотнительных материалов для запорно-регулирующей арматуры сетей газораспределения.

Представляется, что перечень, предложенный в [4], более полный. В то же время стоит отметить, что вне зависимости от избранной системы большинство энергосберегающих мероприятий требуют проведения мониторинга технического состояния газопроводов.

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОПРОВОДОВ С УЧЕТОМ ДАННЫХ БАЛАНСОВОЙ КАРТЫ

В процессе эксплуатации газораспределительной системы должны выполняться следующие регламентные работы по мониторингу технического состояния:

- проверка состояния охранных зон газопроводов;

- технический осмотр (осмотр технического состояния) подземных и надземных газопроводов;

- техническое обследование подземных газопроводов;

- оценка технического состояния подземных и надземных газопроводов;

- техническое диагностирование подземных газопроводов.

Периодичность проведения проверок состояния охранных зон газопроводов устанавливается эксплуатационной организацией самостоятельно с учетом плотности застройки территории, гидрогеологических условий эксплуатации и прокладки газопроводов, но не реже сроков проведения технического осмотра газопроводов [1].

Периодичность проведения технических осмотров газопроводов представлена в табл. 2.

Техническое обследование подземных газопроводов делится на плановое и внеплановое.

Первое плановое техническое обследование полиэтиленовых и стальных

газопроводов должно проводиться через 15 лет после ввода их в эксплуатацию. Последующие плановые технические обследования полиэтиленовых газопроводов должны проводиться не реже одного раза в 10 лет, стальных газопроводов – не реже одного раза в 5 лет. Техническое обследование участков стальных газопроводов, не обеспеченных минимальным защитным потенциалом, при их эксплуатации в зонах опасного действия источников блуждающих токов или в грунтах с высокой коррозионной агрессивностью, включая биокоррозионную, должно проводиться не реже одного раза в год. Внеплановое техническое обследование отдельных участков стальных газопроводов должно проводиться:

- при обнаружении сквозных коррозионных повреждений;

- при суммарных перерывах в работе электрозащитных установок (если защита газопровода не была обеспечена другими средствами электрохимзащиты) в течение календарного года более

Защита от коррозии

- подземных трубопроводов (нефте-, газо-, водопроводов)
- подземных резервуаров
- иных подземных металлоконструкций



- ЛИТКОР
- ЛИТКОР-НИ
- ЛИТКОР-НИ-АРМ
- ПИРМА
- РУИЗ-АРМ
- ЛИТКОР КМ

- Просто
- Быстро
- Надежно

Таблица 3. Ежедневные показатели $Q_{\text{пр}}$, тыс. м³ в течение отчетного месяца
Table 3. Daily indicators $Q_{\text{пр}}$, 1000 m³ during the reporting month

День Day	$Q_{\text{пр}}$, м ³ $Q_{\text{пр}}$, m ³	День Day	$Q_{\text{пр}}$, м ³ $Q_{\text{пр}}$, m ³
1	455	16	-258
2	356	17	-365
3	258	18	-451
4	249	19	-852
5	-111	20	-922
6	-81	21	-1025
7	11	22	-1121
8	251	23	-1055
9	135	24	-1089
10	289	25	-1100
11	191	26	-1357
12	140	27	-1432
13	85	28	-1253
14	-7	29	-1100
15	-191	30	-1053

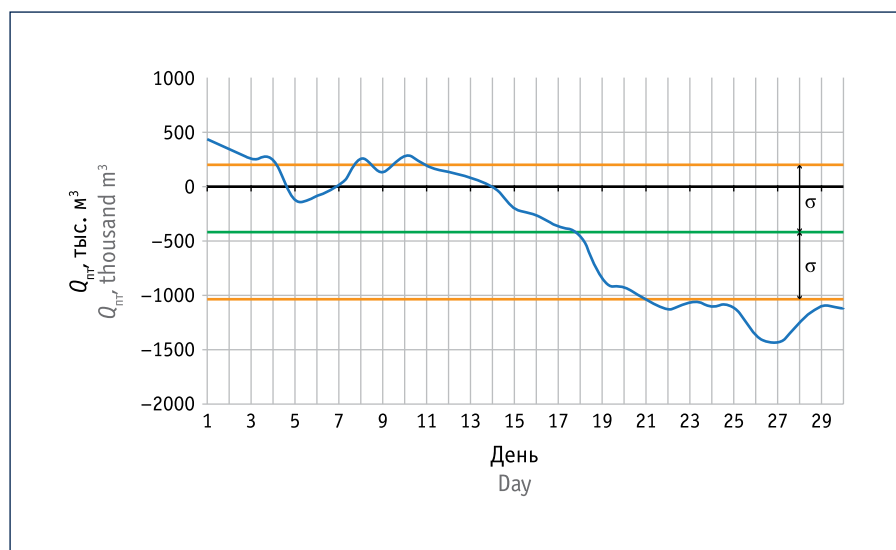


Рис. 3. Балансовая карта газораспределительной системы за отчетный месяц
Fig. 3. Balance sheet of the gas distribution system for the reporting month

одного месяца – в зонах опасного действия блуждающих токов, более шести месяцев – в остальных случаях. Техническое обследование подземных газопроводов проводится с применением специальных приборов, позволяющих выявлять места повреждения изоляции и утечек газа без вскрытия грунта и дорожных покрытий. Стоит отметить, что плановое техническое обследование проводится через сравнительно большие промежутки времени, а основания для внепланового

обследования имеют очень узкую направленность. То есть даже при наличии утечки газа из-за дефекта, не обнаруженного в ходе технического осмотра газопровода, пройдет довольно много времени до планового технического обследования. За этот период потери газа, с учетом множества сопутствующих факторов, воздействующих на состояние трубопровода, могут оказаться весьма существенными, что отразится на месячном и годовом балансе ГРО. В связи с этим предлагается проводить

анализ системы газораспределения на предмет наличия утечек, учитывая статистические данные по сведению коммерческого баланса газа за определенный период. Для этого необходимо сформировать балансовую карту – статистическую карту, демонстрирующую контрольные границы возможного отклонения величины потерь при сведении баланса газа на отдельной ГРС или системе закольцованных ГРС. При значительном отклонении от границ, обозначенных в балансовой карте, необходимо провести внеплановое техническое обследование подземных газопроводов. Конечно, данные мероприятия целесообразно выполнять, убедившись в корректности учета газа как со стороны поставщика, так и со стороны конечного потребителя. Если учет газа корректен, верхнюю контрольную границу примем равной $(\bar{Q}_{\text{пр}} + \sigma)$, а нижнюю $(\bar{Q}_{\text{пр}} - \sigma)$, где σ – среднеквадратичное отклонение, $\bar{Q}_{\text{пр}}$ – среднее арифметическое значение $Q_{\text{пр}}$. Среднеквадратичное отклонение характеризует рассеивание значений случайной величины $Q_{\text{пр}}$ относительно ее математического ожидания и рассчитывается как:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{\text{пр}i} - \bar{Q}_{\text{пр}})^2}{n - 1}}, \quad (3)$$

где n – количество суток в отчетном периоде.

Для примера рассмотрим данные потери $Q_{\text{пр}}$ за некий отчетный месяц при поставке газа через ГРС № 1.

На основании таблицы (3) и формулы (3) рассчитываются верхняя и нижняя контрольные границы и формируется балансовая карта (рис. 3):

верхняя граница:


$$\bar{Q}_{\text{пр}} + \sigma = -415 + 623 = 208,$$

нижняя граница:

$$\bar{Q}_{\text{пр}} - \sigma = -415 - 623 = -1038.$$

Внеплановое техническое обследование газопроводов следует проводить при выходе значений $Q_{\text{пр}}$ за контрольные границы (на рис. 3 они обозначены красными линиями). В представленном случае требуется проведение внепланового технического обследования газопроводов.

Помимо технического обследования выполняется техническое диагностирование



XIV Международная научно-практическая конференция

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ В ОБОРУДОВАНИИ И СООРУЖЕНИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

14-16 мая 2018 г., г. Самара



По вопросам участия обращаться по телефону
+7 (495) 240-54-57

info@neftegas.info

ние газопроводов на основании результатов оценки технического состояния газопроводов (при условии наличия таких результатов). Оценка технического состояния проводится не реже одного раза в 5 лет для стальных подземных и не реже одного раза в 10 лет – для полиэтиленовых и стальных надземных газопроводов. Первая плановая оценка технического состояния стальных подземных газопроводов должна проводиться через 30 лет, полиэтиленовых и стальных надземных – через 40 лет после ввода их в эксплуатацию. Техническое диагностирование делится на плановое и внеплановое. Плановое техническое диагностирование подземных газопроводов должно проводиться:

- по результатам оценки технического состояния газопроводов;
- по достижении срока эксплуатации, установленного в проектной документации, эксплуатационной документации изготовителя технических устройств. Внеплановое техническое диагностирование газопроводов проводится:
 - при изменении категории газопроводов по давлению газа;
 - после аварий, не связанных с механическими разрушениями газопроводов;
 - после воздействия на газопроводы грунта в результате его деформации (например: просадки, оползневые явления, размывы, пучения);
 - после землетрясения силой свыше 6 баллов;

- по решению владельца газопровода;
 - по предписанию Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [3].
- Последние два пункта являются относительно субъективными причинами для проведения технической оценки. В связи с этим решение о начале проведения диагностических работ можно принимать исходя из результатов анализа балансовых карт, как в случае с внеплановым техническим обследованием. Это позволит получить основания для проведения внепланового технического диагностирования газопровода, в том числе без оценки его технического состояния, что приведет к значительной экономии материальных, трудовых и временных ресурсов.

Литература:

1. ГОСТ Р 54983–2012. Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095364> (дата обращения: 27.02.2018).
2. РД 153-39.4-079-01. Методика определения расходов газа на технологические нужды предприятий газового хозяйства и потерь в системах распределения газа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200030215> (дата обращения: 27.02.2018).
3. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 6 февраля 2017 г. № 47 «Об утверждении Руководства по безопасности «Инструкция по техническому диагностированию подземных стальных газопроводов» [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71505856/ (дата обращения: 27.02.2018).
4. СТО Газпром газораспределение 2.8-2013. Методика расчета эффективности энергосберегающих и инновационных мероприятий при разработке и реализации программ ОАО «Газпром газораспределение». СПб.: ОАО «Газпром газораспределение», 2013. 131 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.club-gas.ru/_ld/9/932____2.8-2013.pdf (дата обращения: 27.02.2018).
5. Хворов Г.А., Козлов С.И., Аكوпова Г.С., Евстифеев А.А. Сокращение потерь природного газа при транспортировке по магистральным газопроводам ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2013. № 12. С. 66–69.
6. Павловский М.А. Применение методов математической статистики для анализа причин дисбаланса транспорта природного газа в трубопроводной газотранспортной системе // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2012. № 1. С. 69–75.
7. Игнатьев А.А. Оценка причины разбаланса объемов газа в системе «поставщик – потребитель» // Газовая промышленность. 2010. № 6. С. 20–22.
8. Тухбатуллин Ф.Г., Семейченков Д.С. О причинах разбаланса природного газа в системе газораспределения и методах прогнозирования его величины // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2017. № 6. С. 14–21.
9. Саликов А.Р. Разбаланс в сетях газораспределения // Газ России. 2015. № 4. С. 36–41.

References:

1. State Standard GOST R 54983–2012. Gas Distribution Systems. Natural Gas Distribution Networks. General Requirements for Operation. Operational Documentation [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200095364> (access date: February 27, 2018). (In Russian)
2. Regulatory Document RD 153-39.4-079-01. Methodology for Determining Gas Consumption for Technological Needs of Gas Facilities and Losses in Gas Distribution Systems [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200030215> (access date: February 27, 2018). (In Russian)
3. Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision No. 47 of February 6, 2017, "On Approval of the Safety Guide "Instruction for the Technical Diagnostics of Underground Steel Pipelines" [Electronic source]. Access mode: www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71505856/ (access date: February 27, 2018). (In Russian)
4. Company Standard STO Gazprom gazoraspredeleeniye 2.8-2013. Methodology for Calculating the Efficiency of Energy-Saving and Innovative Measures in the Development and Implementation of Gas Distribution Programs of Gazprom gazoraspredeleeniye OJSC. Saint Petersburg, Gazprom gazoraspredeleeniye OJSC, 2013, 131 p. [Electronic source]. Access mode: http://www.club-gas.ru/_ld/9/932____2.8-2013.pdf (access date: February 27, 2018). (In Russian)
5. Khvorov G.A., Kozlov S.I., Akopova G.S., Evstifeev A.A. Reduction of Natural Gas Losses for Transportation Through Main Pipelines of Gazprom JSC. Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry, 2013, No. 12, P. 66–69. (In Russian)
6. Pavlovsky M.A. Application of Statistical Methods to Analyze the Causes of Imbalance in the Gas Transmission System. Elektronnyi nauchnyi zhurnal "Neftegazovoe delo" = Electronic scientific journal "Oil and Gas Business", 2012, No. 1, P. 69–75. (In Russian)
7. Ignatiev A.A. Evaluation of the Cause Imbalance Volumes of Gas in the System 'Producer – Consumer'. Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry, 2010, No. 6, P. 20–22. (In Russian)
8. Tuxhatullin F.G., Semeichenkov D.S. The Reasons for the Imbalance of Natural Gas in the Gas Distribution System and Methods of its Value Prediction. Territoriya "NEFTEGAS" = Oil and Gas Territory, 2017, No. 6, P. 14–21. (In Russian)
9. Salikov A.R. Imbalance in Gas Distribution Networks. Gaz Rossii = Russian Gas, 2015, No. 4, P. 36–41. (In Russian)