

УДК 622.691.4

РЕКОНСТРУКЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ПЕРЕТОЧНОГО ГАЗА ОСИПОВИЧСКОГО ПХГ

*канд. тех. наук, доц. Л.М. СПИРИДЕНКО, Н.А. БОГДАНОВИЧ, А.Р. ЗАХАРОВ
(Полоцкий государственный университет)*

Рассматривается одна из основных проблем, стоящих перед газовой промышленностью и определяющих перспективы ее дальнейшего развития, а именно снижение расхода энергоресурсов на нужды отрасли. Оценивается экологическое воздействие на окружающую среду выброса природного газа, что увеличивает в атмосфере концентрацию метана. Анализируются причины и виды пластовых потерь, возможные способы утилизации газа на подземных хранилищах, схематизирована общая утилизация природного газа. Авторами анализируются способы снижения потерь природного газа в атмосферу, а также модернизация технологической схемы и установки узла редуцирования природного газа. Проведены расчеты объема газа на стравливание. Согласно расчетам, возможно сокращение потерь природного газа на 99% (51 823 м³), общее годовое количество газа на технологические потери – на 68%.

Ключевые слова: *перетоки газа, пластовые потери, ловушка, замок, подземное хранение газа, сборные пункты, стравливание, фильтр-сепаратор.*

Введение. Одной из основных проблем газовой промышленностью, определяющих перспективы ее дальнейшего развития, можно назвать снижение расхода энергоресурсов на нужды отрасли. Сейчас, когда отрасль добывает немногим более 700 млрд м³ газа в год, ежегодно расходуется на собственные нужды около 40–50 млрд м³, эта проблема особенно актуальна.

Существует и экологическое воздействие на окружающую среду, связанное с увеличением в атмосфере концентрации метана. В последние годы усилилось общественное внимание к сохранению озонового слоя и глобальному потеплению климата. В ряду парниковых газов метан занимает второе место после углекислого газа по степени опасности для окружающей среды.

Для Республики Беларусь как транзитной страны по доставке природного газа в Европу вопросы энергосбережения и энергоэффективности являются приоритетным направлением деятельности общества «ОАО Газпром трансгаз Беларусь» и представляют собой комплекс программных мер, направленных на создание необходимых условий организационного, материального, финансового характера для рационального использования и экономного расходования топливно-энергетических ресурсов.

ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» применяет новейшие технологии и самые современные методы производств, обеспечивает экологическую безопасность объектов и снижает экологические риски¹, осуществляя:

- разработку и внедрение эффективных ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий, направленных на охрану окружающей среды;
- оценку воздействия на окружающую среду и уровней возможных изменений;
- комплексное восстановление нарушенных природных систем на территориях строительства и эксплуатации объектов;
- своевременное проведение технической диагностики, профилактических и ремонтных работ;
- совершенствование системы производственного экологического контроля.

Белорусской дочерней компанией реализован ряд природосберегающих проектов. Подтверждая свой статус экологически ответственного предприятия, помимо работы, направленной на соблюдение природоохранных требований национального законодательства, ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» берет на себя и дополнительные добровольные обязательства по охране окружающей среды. Основным направлением этой работы является уменьшение производственных потерь природного газа.

Основная часть. *Источник потерь природного газа на Осиповичском ПХГ.* Основной источник потерь природного газа на Осиповичском ПХГ – перетоки газа. Перетоки газа на стадии эксплуатации ПХГ относятся к пластовым потерям газа и связаны с его миграцией из объекта хранения за замок ловушки или контрольные горизонты при нарушении герметичности «покрышки» объекта хранения. Пластовые потери обусловлены тем, что современный уровень разведки структур для хранения газа не позволяет однозначно определить герметичность «покрышки» объекта хранения.

¹ Экологическая политика ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» [Электронный ресурс] : Протокол дирекции ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» от 31.03.2014, № 11. URL: <http://www.btg.by/d/textpage/14/20/ehkologicheskaya-politika.pdf>

К пластовым потерям принято относить:

- газ, находящийся за пределами ловушки и изолированный от основной залежи ПХГ;
- газ, мигрирующий в вышележащие водоносные горизонты и не участвующий в технологии отбора газа и не оказывающий влияния на процесс эксплуатации хранилища.

Пластовые потери газа при эксплуатации ПХГ вызваны как геологическими, так и техническими причинами, проявляющимися самостоятельно или совместно.

Пластовые потери газа по геологическим причинам присущи хранилищам с водонапорным режимом, сооружаемым в сложных горно-геологических условиях. К геологическим причинам, вызывающим пластовые потери, относят наличие тектонических нарушений и литологических «окон» в основной крышке, непосредственно перекрывающей объект хранения газа [1].

Потери газа по техническим причинам имеют место на многих действующих ПХГ, сооружаемых как в водоносных пластах, так и в истощенных месторождениях. Частным случаем таких потерь являются перетоки газа в вышележащие горизонты и на поверхность, наблюдаемые по отдельным скважинам. Потери газа по техническим причинам, как показывает практика, носят локальный характер, контролируются различными промыслово-геофизическими методами.

При пластовых потерях газ может образовывать вторичные (техногенные) залежи в вышележащих контрольных горизонтах и за проектным контуром газоносности хранилища. К пластовым потерям следует относить такие техногенные залежи, из которых при существующей технике и технологии экономически нецелесообразно отбирать газ и принимать меры к недопущению его дальнейшего накопления.

Способы утилизации переточного газа. Утилизация переточного газа на объектах ПХГ предназначена для предотвращения скопления природного газа за пределами ловушки, в прилегающих горизонтах, и загрязнения окружающей среды. Технология утилизации переточного газа позволяет существенно снизить пластовые потери газа за счет его дальнейшего полезного использования.

Возможные варианты утилизации газа на ПХГ:

- эжектирование газа с использованием компрессоров;
- газификация близлежащих населенных пунктов;
- компримирование газа;
- использование низконапорного газа на собственные технологические нужды и в качестве топлива для генераторных установок по производству электроэнергии.

Эжектирование газа с использованием компрессоров теоретически возможно закачивать в трубопровод и в шлейф эксплуатационной скважины в дальнейшем использовать на собственные нужды.

Газификация близлежащих сел также связана с частичной утилизацией перетекающего газа. Однако ввиду сезонных колебаний потребления газа местными потребителями не удастся полностью утилизировать перетекающий газ, т.к. его объемы значительно больше.

Таким образом, наиболее целесообразной схемой утилизации на сегодня является использование низконапорного газа, отбираемого из техногенных залежей, путем применения компрессорной установки для подачи его в газопровод либо использование его на газогенераторных установках для выработки электроэнергии, что обеспечивает непрерывность процесса утилизации. Подобная технология утилизации позволяет обеспечить оптимальный режим работы разгружаемых скважин и круглогодичную утилизацию техногенного газа. Целесообразность этого варианта подтверждается схемами утилизации пластовых потерь газа на Осиповичском ПХГ².

Общая утилизация природного газа указана на рисунке 1.

Следующим видом потерь являются технологические потери при эксплуатации ПХГ. Анализ основных источников потерь газа при эксплуатации сборных пунктов газа показал, что все потери можно представить в табличной форме в виде работ, производимых при обслуживании и ремонте объектов ПХГ.

При нормальной эксплуатации сборных пунктов газа основные технологические потери газа за 1 год приведены в таблице 1.

Основным источником технологических потерь газа на сборных пунктах является стравливание из технологического оборудования и газопроводов (проведение капитальных ремонтов скважин, ремонтных работ на технологических нитках сборных пунктов газа, технического обследования и диагностирования газосепараторов).

Модернизация технологической схемы. Для снижения выбросов природного газа из газопроводов и оборудования в атмосферный воздух в первую очередь необходимо направить мероприятия на утилизацию или уменьшение технологических потерь при проведении ремонтных работ на технологическом оборудовании.

² Очистка и промывка технологического оборудования компрессорной станции и сборных пунктов Осиповичского ПХГ : СФШИ.40.101-2015. – 2015.

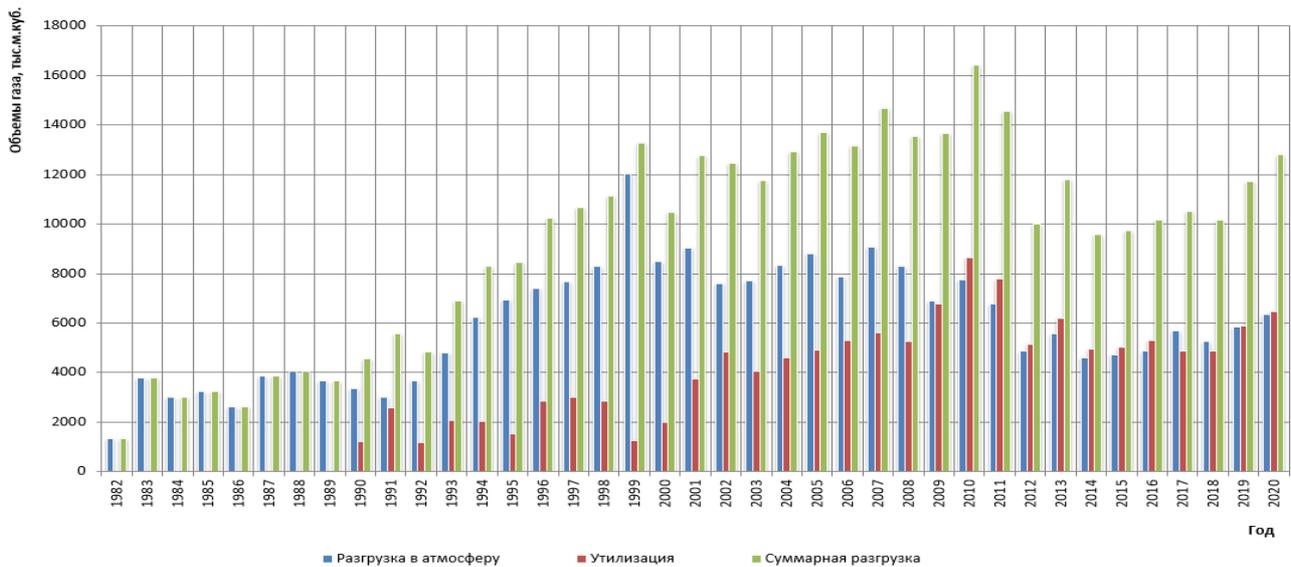


Рисунок 1. – Разгрузка контрольных горизонтов Осиповичского ПХГ

Таблица 1. – Основные технологические потери газа за 1 год

Статья затрат	Потери	
	м ³	%
1. Продувка технологического оборудования и газопроводов (продувка газосепараторов в период отбора газа с целью сброса пластовой воды в технологическую емкость)	22 700	30,1
2. Стравливание из технологического оборудования и газопроводов (проведение капитальных ремонтов скважин, ремонтных работ на технологических нитках сборных пунктов газа, технического обследования и диагностирования газосепараторов)	52 300	69,3
3. Перестановка запорной арматуры пневмоприводом	350	<1
4. Подрыв (проверка срабатывания) предохранительных клапанов	80	<1
Итого	75 430	

На Осиповичском ПХГ существует система утилизации природного газа, предусматривающая по окончании периода отбора газа, с целью промывки шлейфов, его выработку из эксплуатационных скважин³.

Однако при проведении ремонтных работ на оборудовании сборных пунктов газа, при которых необходимо высвобождение (стравливание) природного газа из полости трубопровода или оборудования, производить выработку через существующую систему утилизации газа невозможно технически. Невозможность проведения данных работ обусловлена тем, что установленный фильтр-сепаратор на узле редуцирования газа рассчитан на рабочее давление значительно меньше, чем эксплуатационное давление в технологических нитках сборных пунктов газа, а также технологическая нитка, по которой производится утилизация, может участвовать в закачке (отборе) газа.

В связи с этим предлагается произвести модернизацию технологической схемы и установить узел редуцирования природного газа (рисунок 2). Это позволит понизить давление вырабатываемого газа до допустимого давления на входе в фильтр-сепаратор (1,6 МПа).

Схема работает следующим образом: при стравливании шлейфа-газопровода (на примере технологической нитки № 1) необходимо закрыть шлейфовый кран № 1-6; открыть краны №№ 1-8, 1С и подать газ на предлагаемый узел редуцирования (на схеме изображен красным цветом). Регулятором давления понизить давление газа до 1,6 МПа и произвести подачу газа на фильтр-сепаратор ФС. После фильтра ФС второй ступенью редуцирования произвести понижение давления до 0,05 МПа с последующей подачей:

- на когенерационную установку;
- компрессорную установку БКУ «АРИЭЛЬ»;
- ГПУ-500.

³ Технологические системы в период закачки и отбора газа. Руководство по эксплуатации : СФШИ.40-01-2014. – ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», 2014.

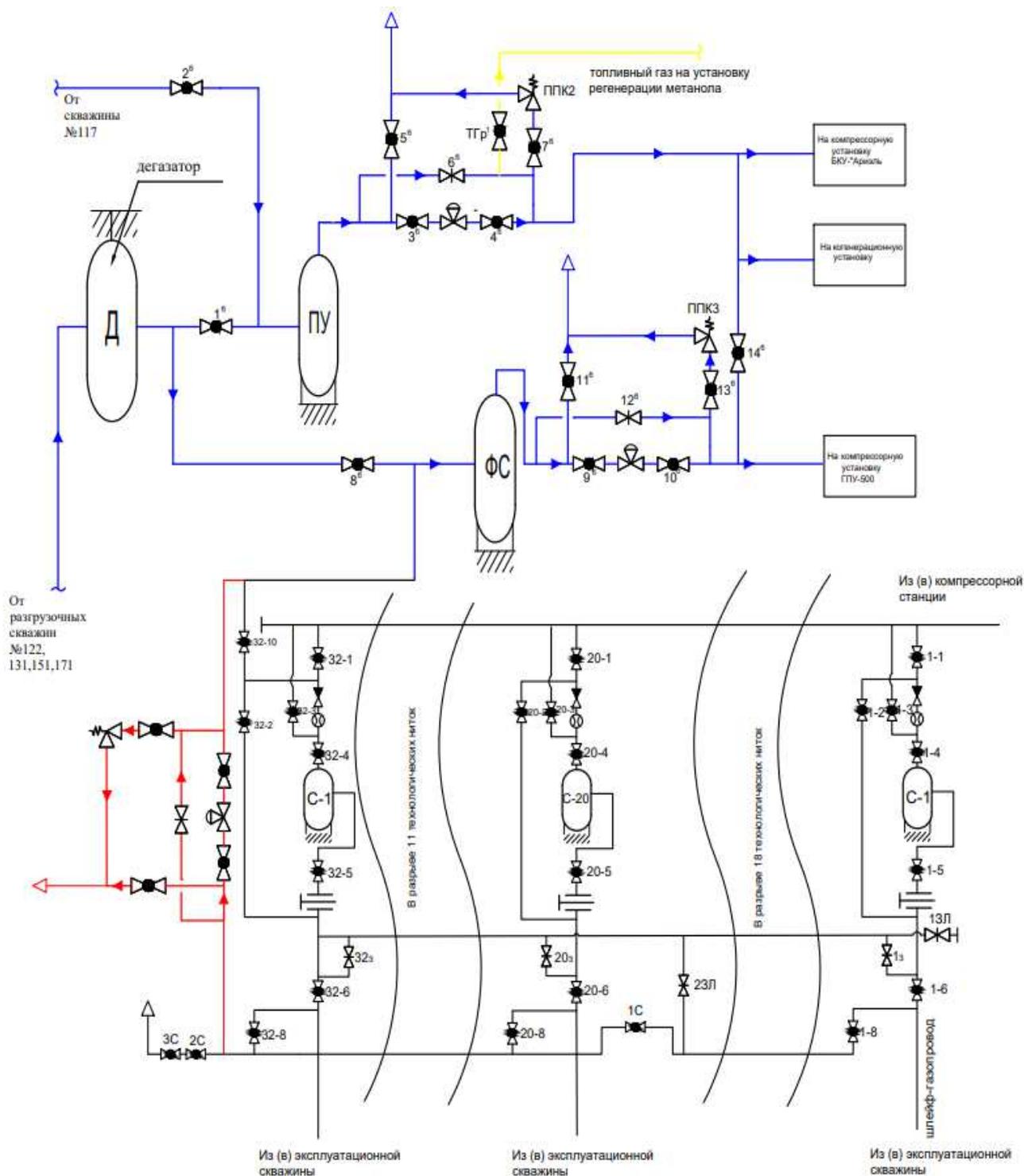


Рисунок 2. –Схема газопровода с установленным узлом редуцирования природного газа

При предлагаемой модернизации допустимо использовать и другой вариант работы технологической схемы. Она возможна при необходимости стравливания газа из технологического оборудования и трубопроводов до крана № 6^б. Для этого необходимо произвести подачу газа не через сечной кран № 8^б, а через существующую задавочную линию. Это позволит вырабатывать природный газ из необходимого участка без стравливания шлейфа-газопровода.

Схема работает следующим образом: при стравливании газосепаратора (на примере технологической нитки № 1) необходимо закрыть краны №№1-4, 1-6, открыть краны №№1-5, 13, 23Л и подать газ на предлагаемый узел редуцирования (на схеме изображен красным цветом). Регулятором давления понизить давление газа

до 1,6 МПа и произвести подачу газа на фильтр-сепаратор ФС. После фильтра ФС второй ступенью редуцирования произвести понижение давления до 0,05 МПа.

Выработку газа из сборных пунктов необходимо производить до избыточного давления 0,05 МПа (минимальное входное давление на когенерационной установке).

Расчет объема газа на стравливание. Произведем перерасчет объема газа на высвобождение (стравливание) из технологического оборудования и газопроводов на свечу при условии, что давление избыточного газа в оборудовании составит 0,05 МПа по формуле⁴

$$Q_{\text{сmp}} = K_c \cdot V \cdot \left(\frac{P_n}{T_n \cdot z_n} - \frac{P_k}{T_k \cdot z_k} \right),$$

где K_c – коэффициент приведения объема газа к стандартным условиям (2893,17 К/МПа);

V – геометрический объем опорожняемого оборудования, м³;

P_n – абсолютное давление газа в оборудовании до стравливания, МПа;

P_k – абсолютное давление газа в оборудовании после стравливания, МПа;

T_n – температура газа до стравливания, К;

T_k – температура газа после стравливания, К;

z_n – коэффициент сжимаемости газа при P_n и T_n ;

z_k – коэффициент сжимаемости газа при P_k и T_k .

$$Q_{\text{сmp}} = 2893,17 \cdot 1025 \cdot \left(\frac{0,13}{293 \cdot 0,9998} - \frac{0,1}{285 \cdot 0,9988} \right) = 477 \text{ м}^3.$$

Рассчитаем количество сокращенного газа при внедрении данного узла редуцирования при условии, что потери при стравливании из технологического оборудования и газопроводов равны $Q_{\text{потерь}} = 52\,300 \text{ м}^3$ (см. таблицу 1).

$$Q_{\text{экон}} = Q_{\text{потерь}} - Q_{\text{сmp}} = 52\,300 - 477 = 51\,823 \text{ м}^3.$$

Как видно, статью затрат на стравливание из технологического оборудования и газопроводов (проведение капитальных ремонтов скважин, ремонтных работ на технологических нитках сборных пунктов газа, технического обследования и диагностирования газосепараторов) можно сократить на 99% (51 823 м³), а общее годовое количество газа на технологические потери – на 68%.

Заключение. Согласно проведенному анализу, были определены основные источники потери газа на ПХГ и факторы, влияющие на увеличение потерь газа.

Выявлены источники с наибольшими потерями газа. Так, наибольшие количественные потери газа происходят при ремонтных работах и составляют 45–50% от общих потерь.

Предложена модернизация технологической схемы выработки газа из шлейфов-газопроводов эксплуатационных скважин Осиповичского ПХГ по окончании периода отбора газа с целью промывки шлейфов. Практическое применение данной модернизации позволит значительно сократить потери товарного газа, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду, сократить плату за эмиссию метана в атмосферу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайловский, А.А. Аналитический контроль объемов газа в пластах-коллекторах ПХГ / А.А. Михайловский. – М. : Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – 250 с.

REFERENCES

1. Mikhaylovskiy, A.A. (2013). *Analiticheskiy kontrol' ob'yemov gaza v plastakh-kollektorakh PKHG [Analytical control of gas volumes in UGS reservoirs]*. Moscow: Gazprom VNIIGAZ. (In Russ.).

Поступила 27.08.2021

⁴ Методика расчета расхода природного газа на собственные технологические нужды и технологические потери газа при его транспортировке по газотранспортной системе ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» и магистральному газопроводу Ямал–Европа : СТП СФШИ.02.90-2017. – Минск : ОАО «Газпром», 2017.

**RECONSTRUCTION OF THE EXISTING CLEANING GAS UNIKIZATION SYSTEM
OF THE OSIPOVICHSKY UGS****L. SPIRIDENOK, N. BOGDANOVICH, A. ZAKHAROV**

The article discusses one of the main problems facing the gas industry and determining the prospects for its further development, namely, reducing energy consumption for the needs of the industry. It also considers the environmental impact on the environment through the release of natural gas, which in turn increases the concentration of methane in the atmosphere. The reasons and types of reservoir losses, possible ways of gas utilization in underground storage facilities were considered, general utilization of natural gas was schematized. The authors considered ways to reduce losses of natural gas into the atmosphere, and it was also proposed to modernize the technological scheme and install a natural gas reduction unit. Calculations were made of the volume of gas for bleeding. The result of the calculations was a reduction in natural gas losses by 99% (51823 m³), and the total annual amount of gas for technological losses by 68%.

Keywords: *gas flows, formation losses, trap, lock, underground gas storage, collection points, bleeding, filter separator.*