

Опыт применения



От партнеров программы Natural Gas STAR

OPTIONS FOR REDUCING METHANE EMISSIONS FROM PNEUMATIC DEVICES IN THE NATURAL GAS INDUSTRY

ВАРИАНТЫ СОКРАЩЕНИЯ ЭМИССИИ МЕТАНА ИЗ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация

Пневматические устройства, работающие на сжатом природном газе, используются широко в газовой отрасли и включают регуляторы уровня жидкости, регуляторы давления и регуляторы управления. Пневматические устройства, ежегодная эмиссия метана из которых оценивается в 31 млрд. фут.³ (0,9 млрд. м³) в секторе газодобычи, 16 млрд. фут.³ (0,45 млрд. м³) в секторе переработки и 14 млрд. фут.³ (0,4 млрд. м³) в секторе транспортировки, являются основным источником утечек метана в газовой промышленности. Сокращение этих утечек путем замены устройств с высокой степенью утечек на устройства с низкой степенью утечек, модернизация устройств с высокой степенью утечек и совершенствование методов технического обслуживания помогут получить значительную прибыль.

Партнеры программы Natural Gas STAR достигли существенной экономии средств и сократили эмиссию метана за счет замены, модернизации и совершенствования обслуживания пневматических устройств с высокими утечками. Партнеры пришли к выводу, что большинство инвестиций на модернизацию окупаются менее чем через год, а замена - менее чем за полгода. К настоящему моменту партнеры программы Natural Gas STAR достигли экономии 20,4 млрд. фут.³ (0,57 млрд. м³) газа путем переоснащения или замены пневматических устройств с высокими утечками на устройства с низкими утечками, что в денежном выражении составило 61,2 миллиона долларов. Индивидуальные сбережения каждой компании зависят от конструкции и специфики эксплуатационных условий регулятора.

Действие	Объем сэкономленного газа, тыс. фут. ³ (тыс. м ³)	Стоимость сэкономленного газа, \$/год ¹	Стоимость работ, \$	Окупаемость, мес.
Замена: Замена устройств с низкой степенью утечек в конце срока эксплуатации. Ранняя замена устройств с высокой степенью утечек.	от 50 до 200 (от 1,41 до 5,6) 260 (7,36)	от 150 до 600 780	от 150 до 250 ² 1350	от 5 до 12 21
Переоснащение	230 (6,51)	690	500	9
Техническое обслуживание	от 45 до 260 (от 1,27 до 7,36)	от 135 до 780	Незначительное до 350	от 0 до 5

¹ Стоимость газа \$3/тыс. фут.³ (\$106/тыс. м³).

² Разница в стоимости между оборудованием с низкой степенью утечек и оборудованием с высокой степенью утечек.

Пневматические устройства, работающие на природном газе, выполняют разнообразные функции во всех трех секторах газовой отрасли. Регулирующие устройства могут работать на электричестве или сжатом воздухе, когда он доступен - это экономически целесообразно. В большинстве случаев, однако, в газовой промышленности применяются пневматические устройства, работающие за счет энергии сжатого природного газа.

В секторе добычи газа насчитывается 250 000 пневматических устройств, используемых для контроля и наблюдения за расходом и уровнем газа и жидкости в водоотделителях и конденсатосборниках, температурой в рекуператорах водоотделителей и давлением в сепараторах. В секторе переработки газа около 13 000 пневматических устройств используются в компрессорах и системах контроля осушки гликолем, в системах сбора газа и на вспомогательных насосных станциях, а также в изоляционных клапанах обогатительных установок (процесс контроля на обогатительных установках осуществляется преимущественно с применением очищенного (аппаратного) воздуха).

В секторе транспортировки насчитывается от 90 000 до 130 000 пневматических устройств, которые приводят в действие пусковые изоляционные клапаны и регулируют поток и давление газа на компрессорных станциях, в трубопроводе и хранилищах.

Пневматические устройства также находят применение в управлении работой счетчиков на газораспределительных станциях компаний-распределителей газа. В газовой отрасли используются различные регулирующие устройства для автоматического управления работой клапанов, контроля давления, дебита газа, температуры и уровня жидкости.

Выпуск или продувка газа в атмосферу являются частью обычного рабочего цикла пневматических устройств, поэтому они рассматриваются как основной источник эмиссии метана в газовой отрасли. Фактическая интенсивность утечек или уровень эмиссии в значительной степени зависят от конструкции устройства.

Определение пневматических устройств с высокой степенью утечек

Любое пневматическое устройство, через которое происходит утечка в объеме свыше 6 стандартных фут.³ (0,2 м³) в час (свыше 50 тыс. фут.³ (1 415 м³) в год), рассматривается программой Natural Gas STAR как устройство с высокой степенью утечек.

На рис. 1 схематично представлена пневматическая система контроля давления газа. Постоянное давление чистого сухого сжатого газа поддерживается обычно на уровне около 20 фунт/дюйм² (137 кПа). Подача такого газа используется и как сигнал, и как источник питания. Небольшой поток газа направляется в устройство, которое контролирует условия протекания процесса (уровень жидкости, давление газа, поток, температуру). Данное устройство регулирует давление этого небольшого газового потока (от 3 до 15 фунт/дюйм² - от 20,68 до 103,4 кПа) в соответствии с режимом работы. Поток направляется в регулятор управления пневматического клапана, где возникающий перепад давления используется для привода в действие исполнительного механизма.

Для закрытия клапана, как показано на рис. 1, сжатый газ при давлении 20 фунт/дюйм² (137 кПа) направляется на исполнительный механизм и перемещает подпружиненную мембрану вниз, которая штоком клапана перекрывает поток. Когда газ выпущен из исполнительного механизма,

пружина сжимается, вновь открывая клапан. Слабый сигнальный поток непрерывно выпускается в атмосферу. Электропневматические устройства используют слабый электрический ток вместо слабого газового потока в качестве сигнала для привода в действие пневматического клапана.



В целом, контроллеры одинаковой конструкции имеют установочную степень утечек независимо от фирмы-изготовителя. Пневматические устройства бывают трех конструкций:

- ★ **Устройства с непрерывными утечками** используются для регулирования расхода, уровня жидкости или давления, и через них газ обычно выбрасывается с постоянной интенсивностью.
- ★ **Устройства пиковых или импульсных утечек**, выполняющие регулирующие функции при быстром срабатывании и сбрасывающие газ только при ударном открытии или закрытии клапанов или при перекрытии газовых потоков.
- ★ **Замкнутые устройства**, сбрасывающие газ в нагнетательный трубопровод, а не в атмосферу.

Для снижения эмиссии из пневматических устройств можно использовать следующие варианты по отдельности, либо в комбинации:

1. Замена устройств с высокой степенью утечек на устройства с низкой степенью утечек, имеющие схожие технические характеристики.
2. Установка комплектов модернизированного оборудования на действующие устройства для снижения утечек.
3. Совершенствование методов технического обслуживания, очистка и настройка, восстановление/замена изношенных прокладок, трубных фитингов и уплотнений.

Практический опыт показывает, что более 80 процентов всех устройств с высокой степенью утечек могут быть заменены или модернизированы на устройства с низкой степенью утечек. На рис. 2 перечислены общие варианты, способные удовлетворить любые требования, которые предъявляются к регуляторам.

Рис. 2: Варианты снижения газовых утечек при использовании различных типов регуляторов

Действие	Тип пневматического устройства		
	Регуляторы уровня	Регуляторы давления	Установочные приспособления/преобразователи
<u>Замена</u> Устройства с высокой степенью утечек на устройства с низкой степенью утечек	X	X	X (электропневматические)
<u>Модернизация</u> Установка комплекта оборудования для модернизации	X	X	X
<u>Техническое обслуживание</u> Снижение давления подачи газа/замена пружин/повторная слесарная обработка	X	X	X
Предотвращение утечек, очистка и регулировка	X	X	X
Изменение регулировки усиления	X	X	
Исключение лишних установочных устройств			X

В целом, объем утечек будет также зависеть от изменения давления в пневматической системе подачи газа, частоты использования пусковых механизмов, срока службы и условий эксплуатации оборудования. Из-за необходимости обеспечения высокой точности регуляторы, функционирующие с высокой скоростью, выбрасывают гораздо больше газа, чем устройства, работающие в более медленном режиме. Состояние пневматических устройств является более важным показателем потенциальной эмиссии, чем их срок службы; пневматические устройства, содержащиеся в хорошем техническом состоянии, способны эффективно работать в течение многих лет.

Сокращение эмиссии метана из пневматических устройств с высокой степенью утечек, полученное при выполнении представленных выше действий, позволяет получить значительные выгоды, включающие:

- ★ **Финансовый доход от сокращения утечек газа.** Прибыль от использования природного газа стоимостью \$3 за тыс. фут.³ (\$106/тыс.м³), полученные в результате принятия мер по сокращению эмиссии, могут составить от \$135 до \$780 и более в год на одно устройство. Во многих случаях проект окупается менее чем за год.
- ★ **Увеличение эффективности эксплуатации.** Модернизация или полная замена изношенных единиц оборудования обеспечивает лучшее функционирование и надежность систем в целом, а также более качественный мониторинг технических параметров, таких как поток газа, давление и уровень жидкости.
- ★ **Снижение эмиссии метана.** Снижение эмиссии метана может изменяться в пределах от 45 000 до 260 000 фут.³ (от 1 274 м³ до 7 362 м³) на одно устройство в год в зависимости от типа устройства и особенностей применения.

Экономические и экологические выгоды

Принятие решения

Компания может определить варианты снижения утечек газа, которые лучше подходят для сложившихся ситуаций, следуя описанной ниже методике. В зависимости от типа рассматриваемого устройства, могут быть подобраны один или несколько вариантов сокращения утечек газа.

Пять действий по сокращению эмиссии метана из пневматических установок:

1. Выявление и описание устройств с высокой степенью утечек.
2. Определение технической целесообразности и стоимости каждого варианта.
3. Оценка экономии.
4. Экономический расчет.
5. Разработка плана выполнения.

Этап 1: Выявление и описание устройств с высокой степенью утечек. Партнеры должны в первую очередь определить тип устройств с высокой степенью утечек, которые предполагается установить, модернизировать или отремонтировать. Определение необходимого оборудования и его характеристик может проводиться во время обычного технического обслуживания или специального инспектирования пневматических устройств и всей системы. Для каждого пневматического устройства регистрируется место размещения, предполагаемые функции, изготовитель и модель, техническое состояние, срок эксплуатации, возможный период дальнейшей эксплуатации, специфика утечек (объем и характер протекания - переменный или постоянный).

Интенсивность утечек из пневматических устройств можно определить в результате прямых измерений или по данным, предоставленным фирмой-изготовителем. Прямые измерения могут включать анализ данных, полученных с помощью различных приборов, объемного пробоотборника (см. "Целевое инспектирование и техническое обслуживание на компрессорных станциях" из серии "Опыт применения") или утечек, фиксируемых с применением стандартных методов. При этом нет необходимости измерять объем утечек на каждом устройстве. В большинстве случаев достаточно просто провести выборочные измерения на нескольких устройствах. Из опыта известно, что интенсивность утечек, предполагаемая производителем, несколько занижена, поэтому там, где возможно, следует производить измерения.

В Приложении А приводится список моделей различных пневматических устройств, а также информация по возможным утечкам газа, предоставленная фирмами-изготовителями. Это неполный список, но он описывает наиболее часто применяемые устройства. По возможности, информация сопровождается результатами измерений фактических объемов утечек.

Этап 2: Определение технической целесообразности и стоимости каждого варианта. Почти все пневматические устройства с высокой степенью утечек

Некоторые устройства с высокими утечками, однако, не всегда могут быть заменены устройствами с низкими утечками. Для управления большими клапанами, которые должны быстро и точно реагировать на изменения в процессе, требуется применение регуляторов управления с высокими утечками. Такая ситуация наблюдается чаще на нагнетательных и перепускных регуляторах давления, устанавливаемых на мощных компрессорах. ЕРА рекомендует консультироваться с поставщиками относительно новых моделей быстродействующих устройств с низким уровнем допустимых утечек.

могут быть заменены или модернизированы в целях снижения утечек. При приобретении пневматического устройства проконсультируйтесь у поставщика или специалиста относительно наличия, рабочих характеристик и стоимости соответствующего устройства. Устройства с низкой степенью утечек могут иметь допустимые утечки менее 6 стандартных фут.³ (0,2 м³) в час. Важно отметить, что не все производители предоставляют информацию по объему утечек в одном стиле и компании должны быть особенно внимательны при приобретении устройств с низкой степенью утечек.

В Приложении В приводится стоимость большинства моделей пневматических устройств с низкой степенью утечек и общая информация по совместимости комплектов оборудования для модернизации с различными типами регуляторов. Это неполный перечень, но он описывает наиболее широко применяемые устройства.

Техническое обслуживание пневматических приборов представляет собой экономически рентабельный метод снижения эмиссии. Компании должны рассматривать техническое обслуживание как важную часть планов реализации проекта. Очистка и регулировка в дополнение к ремонту изношенных прокладок, соединений трубопровода и уплотнительных колец позволяет сократить от 5 до 10 фут.³ (0,14 до 0,28 м³) газа на одно устройства. Регулировка для эксплуатации в более широком интервале пропорционального диапазона зачастую позволяет сократить объемы утечек до 10 фут.³ (0,28 м³) в час. Отказ от лишних установочных устройств поможет снизить утечки газа до 18 фут.³ (0,5 м³) в час с одного устройства.

Этап 3: Оценка экономии. Определите потенциальную экономию газа при использовании регуляторов с низкими утечками на основе фактических измерений в полевых условиях на действующих регуляторах с высокими утечками и подобных регуляторах с низкими утечками. Если такие измерения не возможно выполнить, то воспользуйтесь информацией, предоставляемой производителями.

Экономию газа можно перевести в ежегодную прибыль, приняв цену на газ \$3 за тыс. фут.³ (\$106/тыс. м³) и умножив ее на величину сокращения, обычно выражаемую в стандартных кубических футах в час, и умножив на 8 670 часов в год.

Экономия газа = (Высокая степень утечек, станд. фут.³/ час) - (Низкая степень утечек, станд. фут.³/час)

Ежегодная экономия газа = Экономия газа (станд. фут.³/час)*8 760 час/год *1 тыс. фут.³ (28,3 м³)/1 000 станд. фут.³ * \$3,00/тыс. фут.³

Этап 4: Экономический расчет. Экономическая эффективность замены, модернизации или технического обслуживания пневматических устройств с высокими утечками может быть рассчитана по методу прямого экономического анализа. Анализ затрат и результатов замены или модернизации является целесообразным, если только не требуются применение устройств с высокими утечками для рабочих операций.

На рис. 3 приведен анализ затрат и результатов замены регуляторов уровня жидкости при высоких утечках в системе. Поток денежных средств за пятилетний период рассчитан с учетом объемов и периодичности издержек (показано в скобках) и прибыли. В данном примере приобретен регулятор уровня стоимостью \$380, что позволило сэкономить 19 станд. фут.³/час (0,53 м³/час) газа. При цене на газ \$3 за 1 000 фут.³ (\$106/тыс. м³) устройства с низкими утечками обеспечивают

Рис 3: Расчет экономической эффективности для варианта замены

Тип издержек	0 год	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
Затраты на выполнение, \$ (капитальные затраты) ¹	(380)					
Годовая экономия, \$ (новые устройства вместо старых) ²		498	498	498	498	498
Затраты на техническое обслуживание, \$ (новые регуляторы) ³		(24)	(24)	(24)	(24)	(24)
Исключение технического обслуживания, \$ (замена регулятора) ³		50	50	50	50	50
Чистая прибыль	(380)	524	524	524	524	524
Чистая приведенная стоимость ⁴ = \$1 606 Коэффициент окупаемости инвестиций = 138%						
Примечание: ¹ Объявленная цена устройства Fisher 2680. См. Приложение В. ² Годовая экономия для одного устройства, рассчитанная по изменению интенсивности утечек, 19 (станд. фут. ³) x 8 760 (час/год) = 167 000 (фут. ³ /год) при цене \$3/тыс. фут. ³ ³ Стоимость циклов технического обслуживания рассчитывается.						

\$498 годовой экономии денежных средств. Затраты на техническое обслуживание устаревших устройств с высокой степенью утечек показаны как прибыль, поскольку данные затраты отсутствуют. Чистая приведенная стоимость (NPV) эквивалентна прибыли за вычетом затрат, понесенных в течение пяти лет и дисконтированных на 10 процентов в год. Коэффициент окупаемости инвестиций представляет собой ставку дисконтирования, при которой NPV формируется при нулевых инвестициях.

На рис. 4 представлены экономические выгоды, получаемые за счет применения проверенных методов снижения эмиссии от утечек газа. Для простоты расчета допускается, что стоимость технического обслуживания пневматического устройства будет такой же, как до, так и после замены, модернизации или более совершенного технического обслуживания.

Информация, представленная на рис. 4, свидетельствует о том, что иногда для сокращения эмиссии газа целесообразно и экономически эффективно применять более одного из предлагаемых вариантов. Заметим, что период окупаемости по отношению к затратам на выполнение работ может варьироваться от менее одного месяца до двух лет.

Рис. 4: Экономические выгоды сокращения эмиссии из пневматических устройств

Действие	Стоимость ¹ , \$	Снижение интенсивности утечек ² , тыс. фут. ³ (м ³)/год/на устройство	Годовая экономия ³ , \$/год	Период окупаемости, мес.	Возврат по инвестициям ⁴ , %
Замена					
Регуляторов уровня с высокими утечками на регуляторы с низкими утечками	380	166 (4,7)	498	9	31
Регуляторов давления с высокими утечками на регуляторы с Мембран, изготовленных из жестких металлов, на более эластичные	1 340	228 (6,45)	684	24	42
	77	219 (6,2)	657	1,4	>800
Модернизация					
Регуляторы уровня					
Комплект модернизации Mizer	500	219 (6,2)	657	9	131
Отверстия большого диаметра на отверстия меньшего диаметра	30	184 (5,2)	552	<1	>1 800
Сопла больших размеров на сопла меньшего диаметра	140	131 (3,7)	393	4	>250
Регуляторы давления					
Отверстия большого диаметра на отверстия меньшего диаметра	30	184 (5,2)	552	<1	>1 800
Техническое обслуживание					
Все типы					
Уменьшение давления в линии нагнетания	153	175 (4,95)	525	4	>300
Профилактика утечек, регулировка	23	44 (1,24)	132	2	>500
Регуляторы					
Изменение регулировки усиления	0	88 (2,49)	264	немедленный	---
Позиционеры					
Удаление ненужных элементов	0	158 (4,47)	474	немедленный	---

¹ Стоимость выполнения работ представляет собой среднюю стоимость установки пневматических устройств Fisher.

² Снижение интенсивности утечек = изменение интенсивности утечек (станд. фут.³/час) x 8 760 час/год.

³ Экономия рассчитана при цене газа \$3/тыс. фут.³ (\$106/тыс. м³)

⁴ Коэффициент окупаемости инвестиций рассчитан на 5 лет.

Рис. 5: Пример оценки модернизации для снижения утечек газа партнерами программы Natural Gas STAR

Исследование	Стоимость, \$	Сокращение эмиссии, тыс. фут. ³ (м ³)/год	Годовая экономия, \$/год	Период окупаемости, мес.	Коэффициент возврата инвестиций, %
Компания 1:					
Платформа 1	6 405	2 286 (64,73)	6 858	11	104
Платформа 2	9 900	3 592 (101,7)	10 776	11	106
Модернизация регуляторов уровня жидкости	3 885	1 717 (48,62)	5 151	9	131
Компания 2:					
На одно устройство	500	219 (6,2)	\$657	9	129

При рассмотрении конкретных вариантов, представленных на рис. 5, учитывается прибыль, полученная двумя партнерами программы Natural Gas STAR, которые установили комплекты оборудования для модернизации на установки добычи газа.

Этап 5: Разработка плана выполнения. После определения типа пневматических устройств, замена, модернизация и техническое обслуживание которых может быть выгодно, составьте системный план выполнения необходимых изменений. План может включать усовершенствование графика текущего осмотра и технического обслуживания и определения очередности замены или модернизации узлов. Возможно, замена всех устройств окажется наиболее экономически эффективным вариантом, который соответствует техническим и экономическим критериям вашего анализа и обеспечит одновременное снижение трудозатрат и простоев.

Если срок службы пневматического устройства заканчивается и запланирована его замена, то оно должно заменяться, по возможности, на модель с низкими утечками вместо установки нового устройства с высокими утечками.

Регуляторы управления, работающие на аппаратном воздухе, азоте или электричестве, а также механические системы управления являются альтернативой газовым пневматическим устройствам и используются партнерами программы.

Другие технологии

★ **Очищенный (технологический) воздух.** В системах данного вида происходит замена природного газа пневматических устройств на сжатый сухой воздух, и, таким образом, полностью исключается эмиссия метана. Системы технологического воздуха обычно устанавливаются в устройствах с большим количеством пневматических регулирующих клапанов, когда требуется постоянное присутствие оператора (например, большинство предприятий по переработки газа используют технологический воздух для пневматических устройств). Основная составляющая стоимости в системах технологического воздуха приходится на капитальные издержки и ремонт. Для поддержания работы системы

технологического воздуха необходимы мощные электрические компрессоры и установка осушителей и объемных резервуаров для фильтрации, сушки и хранения воздуха, предназначенного для использования в пневматических устройствах. Обычно партнеры сообщают, что рентабельное использование систем технологического воздуха ограничено промышленными площадками с выходом на энергосистему общего пользования или с автономными энергоустановками. В отчете "Преобразование газовых пневматических систем управления на использование технологического воздуха" серии "Опыт применения" приведено подробное описание технических и экономических решений для перевода газовых пневматических устройств на использование технологического воздуха.

- ★ **Азот.** В отличие от систем технологического воздуха, для внедрения которых требуются капитальные затраты и наличие электрической энергии, для использования азотных систем необходимы криогенный жидко-азотный цилиндр, который периодически заменяется, и жидко-азотный испаритель. В этой системе используется регулятор давления для контроля расширения азота (т. е. давления газа) по мере его поступления в систему управления. Основным недостатком таких систем является высокая стоимость жидкого азота и потенциальная опасность применения криогенных жидкостей.
- ★ **Электрические регуляторы управления.** Благодаря техническому прогрессу расширяется использование электронных приборов контроля. Такие системы используют небольшие электрические двигатели для управления клапанами, и поэтому в них исключены утечки метана в атмосферу. Несмотря на то, что для обеспечения их работы необходим постоянный источник электропитания и требуются высокие операционные издержки, тем не менее они обладают преимуществом, связанным с отсутствием компрессора и необходимости в утилизации природного газа.
- ★ **Механические системы контроля.** Такие устройства широко используются в нефтяной и газовой промышленности. Они работают, используя комбинации пружин, рычагов, поточных каналов и маховиков ручной подачи. Они просты в исполнении и не требуют для своего функционирования природного газа или электроэнергии, но их применение ограничено, так как регулятор управления должен находиться в непосредственной близости от контролируемого процесса. Данные системы также не способны управлять большими пульсациями потока, и они не обладают чувствительностью, характерной для пневматических систем.

Каждый из этих вариантов имеет специфические преимущества и недостатки. Там, где партнеры программы Natural Gas STAR устанавливают такие системы в качестве замены газовых пневматических устройств, они должны сообщить о полученном снижении эмиссии и рассчитать экономию.

Опыт компании-партнера

Компания Marathon Oil провела измерения утечек из 158 пневматических регуляторов на 50 производственных участках с помощью высокорасходного пробоотборника. Половина этих регуляторов была отнесена к устройствам без утечек (например, утяжеленный спускной клапан, пружинный регулирующий клапан, защищенный капиллярный регулятор температуры, реле давления). Устройства с высокими утечками включают 35 из 67 регуляторов уровня, 5 из 76 регуляторов давления и 1 из 15 регуляторов температуры. Измеренная общая эмиссия газа составила 583 станд. фут.³/час (16,5 м³/час), причем 86% эмиссии приходилось на регуляторы уровня с утечками, превышающими 48 станд. фут.³/час (1,35 м³/час) при среднем значении - 7,6 станд. фут.³/час (0,22 м³/час). Компания Marathon Oil также пришла к заключению, что "регулирующие устройства с высокими утечками могут быть обнаружены по характерному звуку и поэтому нет необходимости в количественных измерениях эмиссии метана с применением новейшего оборудования".

Опыт компании-партнера

Компания Union Pacific Resources заменила 70 пневматических устройств с высокими утечками на пневматические устройства с низкими утечками и модернизировала 330 пневматических устройств с высокими утечками. В результате компания достигла общего снижения эмиссии 49 600 000 фут.³ (1 404 516 м³) метана в год. При цене газа \$3/тыс. фут.³ (\$106/тыс. м³) экономия средств составила \$148 800. Стоимость замены и модернизации всех устройств, включая материалы и трудозатраты, составила \$118 500, а период окупаемости - менее одного года.

Опыт применения

Партнеры программы Natural Gas STAR предлагают применять следующий опыт:

- ★ Услышьте, почувствуйте и произведите замену. Если утечки можно услышать или почувствовать, то это является признаком того, что эмиссия достаточно высокая и необходимо принимать меры.
- ★ Частота срабатываний регулирующего клапана в рабочем цикле является другим индикатором высокой эмиссии. Если эта частота выше одного раза в минуту, то устройства могут быть заменены или модернизированы с выгодой.
- ★ Объем утечек, который указывает производители, не всегда соответствует реальному объему утечек. Их фактическая интенсивность обычно превышает указанные в спецификации, т. к. условия эксплуатации отличаются от предположений производителя, установочных показаний и характера технического обслуживания.
- ★ Необходимо совместно применять модернизацию или замену оборудования с повышением качества технического обслуживания. Не исключайте простых решений, таких как замена труб и арматуры или реконфигурация регуляторов.
- ★ Малые отверстия в устройствах с низкими утечками и комплекты оборудования для модернизации могут засоряться при нарушении труб. Поэтому трубы и трубная обвязка для пневматической подачи газа должны очищаться перед модернизацией устройств с малыми отверстиями, а газовые фильтры должны поддерживаться в хорошем состоянии.
- ★ При замене пневматических регуляторов, работающих на сжатом

Литература

природном газе, аппаратном воздухе или других принципах, обязательно оценивайте экономию, получаемую за счет снижения эмиссии метана.

- ★ Необходимо включать данные по сокращению эмиссии метана от пневматических систем в ежегодные отчеты программы Natural Gas STAR.

Burlage, Brian, Fisher Controls International, Inc., personal contact.

Colwell, Chris, Masoneilan, personal contact.

Fisher Controls International, Inc. *Pneumatic Instrument Gas Bleed Reduction Strategy and Practical Application*.

Frese, Jack, Norriseal, personal contact.

Garvey, J. Michael, DFC Becker Operations, personal contact.

Hankel, Bill, Ametek - PMT Division, personal contact.

Henderson, Carolyn, U.S. EPA Natural Gas STAR Program, personal contact.

Husson, Frank, ITT Barton, personal contact.

Loupe, Bob, Control Systems Specialist Inc., personal contact.

Murphy, John, Bristol Babcock, personal contact.

Radian Corporation. *Pneumatic Device Characterization*. Draft Final Report, Gas Research Institute and U.S. Environmental Protection Agency, January 1996.

Tingley, Kevin, U.S. EPA Natural Gas STAR Program, personal contact.

Wilmore, Martin R., Shafer Valve Company, personal contact.

Ulanski, Wayne. *Valve and Actuator Technology*. McGraw-Hill, 1991.

Приложение А

Приведенная ниже таблица содержит отчет производителя по объемам утечек. Там, где возможно, были включены фактические данные по утечкам. Некоторые расхождения объясняются рядом причин, включающим:

- ★ Особенности технического обслуживания.
- ★ Различия в условиях эксплуатации.
- ★ Расхождение данных изготовителя с фактическими.

Заметим, что информация производителя не проверялась третьей стороной, и поэтому возможны значительные расхождения между отчетами производителя об объемах утечек и фактическими данными, полученными в ходе эксплуатации. Сравнивая производителей и модели установок и не имея полной информации, компании должны осторожно относиться к данным по утечкам, предоставленным в стандартных единицах (фут.³/час). Рассматривая конкретный случай, мы обнаружили, что информация, предоставленная производителями, содержит большой разброс диапазона величин и допущений.

Объем утечек газа для различных пневматических устройств			
Модель регулятора	Тип	Норма расхода, фут. ³ (м³)/час	
		Данные производителя	Эксплуатационные данные, если доступны
Устройства с высокой степенью утечек			
**Fisher 4100 Series	Регулятор давления (35 больших отверстий)	35 (0,99)	
**Fisher 2500 Series	Регулятор уровня жидкости, средний диапазон рабочих	10-34 (0,28-0,96)	44-72 (1,24-2)
*Invalco AE-155	Регулятор уровня жидкости		44-63 (1,24-1,78)
*Moore Products -Model 750P	Позиционер	42 (1,19)	
*Invalco CT Series	Регулятор уровня жидкости	40 (1,13)	34-87 (0,96-2,46)
**Fisher 4150/4160K	Регулятор давления (ДРП = 0 или 10)	2,5-29 (0,07-0,82)	
**Fisher 546	Преобразователь	21 (0,59)	
**Fisher 3620J	Электропневматический позиционер	18,2 (0,51)	
Foxboro 43AP	Регулятор давления	18 (0,5)	
**Fisher 3582i	Электропневматический позиционер	17,2 (0,49)	
**Fisher 4100 Series	Регулятор давления (малое отверстие)	15 (0,42)	
**Fisher DVC 6000	Электропневматический позиционер	14 (0,49)	
**Fisher 846	Преобразователь	12 (0,34)	
**Fisher 4160	Регулятор давления (ДРП=0,5)	10-34 (0,28-0,96)	
**Fisher 2506	Регулятор накопителя (ДРП=0,5)	10 (0,28)	
**Fisher DVC 5000	Электропневматический позиционер	10 (0,28)	
**Masoneilan 4700E	Позиционер	9 (0,25)	
**Fisher 3661	Электропневматический позиционер	8,8 (0,24)	

**Fisher 646	Преобразователь	7,8 (0,22)	
**Fisher 3660	Пневматический позиционер	6 (0,17)	
**ITT Barton 335P	Регулятор давления	6 (0,17)	
*Ametek Series 40	Регуляторы давления	6 (0,17)	
Устройства с низкими утечками или без утечек			
**Masoneilan SV	Позиционер	4 (0,11)	
**Fisher 4195 Series	Регуляторы давления	3,5 (0,99)	
**ITT Barton 273A	Датчик давления	3 (0,08)	
**ITT Barton 274A	Датчик давления	3 (0,08)	
**ITT Barton 284B	Датчик давления	3 (0,08)	
**ITT Barton 285B	Датчик давления	3 (0,08)	
**Bristol Babcock Series 5457-70F	Преобразователь	3 (0,08)	
**Bristol Babcock Series 5453-Model 624-II	Регулятор уровня жидкости	3 (0,08)	
**Bristol Babcock Series 5453-Model 10F	Регуляторы давления	3 (0,08)	
**Bristol Babcock Series 5455 Model 624-III	Регуляторы давления	3 (0,08)	
**ITT Barton 358	Регулятор давления	1,8 (0,05)	
**ITT Barton 359	Регулятор давления 1,8	1,8 (0,05)	
**Fisher 3610J	Пневматический позиционер	16 (0,45)	
**Bristol Babcock Series 502 A/D controllers	Регистрирующее пневматическое устройство	<6 (<0,17)	
**Fisher 4660	Вспомогательный клапан высоко-низкого давления	<5 (<0,14)	
**Bristol Babcock Series 9110-00A	Преобразователи	0,42 (0,01)	
Fisher 2100 Series	Регуляторы уровня жидкости	1 (0,028)	
**Fisher 2680	Регуляторы уровня жидкости	<1 (<0,028)	
*Norriseal 1001 (A) (snap)	Регулятор уровня жидкости	0,2 (5,6 10 ⁻³)	0,2 (5,6 10 ⁻³)
*Norriseal 1001 (A) (Envirosave)	Регулятор уровня жидкости	0	0
*Norriseal 1001 (A) (throttle)	Регулятор уровня жидкости	0.007 (2 10 ⁻⁴)	0.007 (2 10 ⁻⁴)
**Becker VRP-B-CN	Клапан давления регулирующей системы двустороннего действия (заменяет регуляторы и позиционеры)	0-10 (0-0,28)	
**Becker HPP-5	Пневматический позиционер (двустороннего действия)	0-10 (0-0,28)	
**Becker EFP-2.0	Электропневматический позиционер	0	

**Becker VRP-SB	Клапан давления регулирующей системы одностороннего действия (заменяет контроллеры и позиционеры)	0	
**Becker VRP-SB GAP Controller	Заменяет пневматический тип регулятора "gap "	0	
**Becker VRP-SB-PID Controller	Клапан давления регулирующей системы одностороннего действия специально спроектирован для питающих электростанций (заменяет регуляторы и позиционеры)	0	
**Becker VRP-SB-CH	Клапан давления регулирующей системы одностороннего действия (заменяет контроллеры и позиционеры)	0	
**Becker HPP-SB	Пневматический позиционер (одностороннего действия)	0	
Модель рабочего органа	Габариты	Данные производителя	Эксплуатационные данные
*Shafer RV-Series Rotary Vane Valve Actuators (ротационные пускатели шиберного клапана)	33" x 32"	1 084 (30,7)	
	36" x 26"	768 (21,74)	
	26" x 22"	469 (13,28)	
	25" x 16"	323 (9,14)	
	20" x 16"	201(5,69)	
	16.5" x 16"	128 (3,62)	
	14.5" x 14"	86 (2,44)	
	12.5" x 12"	49 (1,39)	
	12" x 9"	22 (0,62)	
	11" x 10"	32 (0,9)	
	9" x 7"	12 (0,34)	
	8" x 6.5"	8 (0,22)	
	6.5" x 3.5"	6 (0,17)	
	5" x 3"	6 (0,17)	
Модель рабочего органа	Габариты	Число мгновенных ходов на фут. ³	Число дроселирующих ходов на фут. ³
**Fisher Valve Actuators (пускатели клапана)	20	21	39
**Fisher Valve Actuators(пускатели клапана)	30	12	22
**Fisher Valve Actuators(пускатели клапана)	34/40	6	10
**Fisher Valve Actuators(пускатели клапана)	45/50	3	5
**Fisher Valve Actuators(пускатели клапана)	46/50	2	3
*последнее обновление в 1996.			
**последнее обновление в 2001.			

Приложение В

Регуляторы, совместимые с комплектом модернизации MIZER	
Тип	Марка/номер модели
Регулятор уровня жидкости	C.E.Invalco - 215, 402, AE-155
	Norriseal - 1001, 1001A
Регуляторы давления	Norriseal - 4300
Предлагаемая розничная цена для различных марок пневматических устройств с низкими утечками основана на полной информации, предоставленной на момент публикации	
Марка/модель	Цена за устройство
**ITT Barton 335P (регулятор давления)	\$920
**ITT Barton 273A (датчик давления)	\$1 010
**ITT Barton 274A (датчик давления)	\$1 385
**ITT Barton 284B (датчик давления)	\$1 605
**ITT Barton 285B (датчик давления)	\$1 990
**ITT Barton 340E (пишущий регулятор)	\$1 400
**ITT Barton 338E (пишущий регулятор)	\$2 800
**Ametek Series 40 (регуляторы давления)	\$1 100 (средняя цена)
**Becker VRP-B-CH	\$1 575,00
**Becker HPP-5	\$1 675,00
**Becker VRP-SB	\$1 575,00 - \$2 000,00
**Becker VRP-SB-CH-PID	\$2 075,00
**Becker VRP-SB-CH	\$1 575,00
**Becker HPP-SB	\$1 675,00
**Mizer Retrofit Kits	\$400-\$600
**Fisher 67AFR (регулятор воздуха)	\$80
**Fisher 2680 (регуляторы уровня жидкости)	\$380
**Fisher 4195 (регуляторы давления)	\$1 340
**Bristol Babcock Series 9110-00A (преобразователи)	\$1 535 - \$1 550
**Bristol Babcock Series 5453 (регуляторы)	\$1 540
**Bristol Babcock Series 5453 40 G (регуляторы температуры)	\$3 500
**Bristol Babcock Series 5457-624 II (регуляторы)	\$3 140
**Bristol Babcock Series 502 A/D (пишущие регуляторы)	\$3 000
**Bristol Babcock Series 5455-624 III (регуляторы давления)	\$1 135
**Bristol Babcock Series 5453-624 II (регуляторы уровня жидкости)	\$2 345
**Bristol Babcock Series 5453-10F (регуляторы давления)	\$1 440
*последнее обновление в 1996 г.	
**последнее обновление в 2001 г.	



United States
Environmental Protection Agency
Air and Radiation (6202J)
1200 Pennsylvania Ave., NW
Washington, DC 20460

EPA430-B-03-004
Июль 2003 г.