



METHANE
GUIDING
PRINCIPLES

Сокращение выбросов метана:
Руководство по передовому опыту
**Использование
энергетических ресурсов**

Ноябрь 2019



Оговорка об ограничении использования

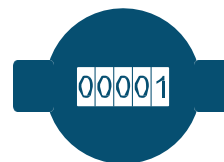
Данный документ разработан в рамках партнерства Methane Guiding Principles. В данном руководстве приведена сводка существующих известных мер по снижению уровня выбросов, затрат и доступных технологий на дату публикации, но со временем они могут быть изменены или усовершенствованы. Приведенная информация, насколько это известно авторам, является точной, но она не обязательно отражает взгляды или позиции всех подписавших сторон или организаций, поддерживающих партнерство Methane Guiding Principles, и читатели должны будут самостоятельно оценить предоставленную информацию. Читателям не предоставляется никаких гарантий относительно полноты или точности информации, приведенной в данном Руководстве корпорацией SLR International и ее подрядчиками, партнерством Methane Guiding Principles или подписавшими ее сторонами или поддерживающими организациями.

В данном Руководстве описываются действия, которые организация может предпринять для управления выбросами метана.

Эти действия или рекомендации не являются обязательными; это просто один из эффективных способов помочь контролировать выбросы метана. Другие подходы могут быть столь же эффективными, или более эффективными в конкретной ситуации. Действия, которые выбирают читатели, часто зависят от обстоятельств, конкретных рисков при управлении и применимого правового режима.

Содержание

Краткий обзор.....	2
Введение	3
Стратегии смягчения последствий.....	4
Чек-лист.....	9
Приложение 1	10
Список литературы.....	11



Природный газ, состоящий главным образом из метана, используется в нефтегазовой промышленности как топливо - для сжатия, выработки электричества, обогрева, обезвоживания и удаления углекислого газа. Двигатели внутреннего сгорания, в которых в качестве топлива используется природный газ, обычно рассчитаны на эффективность сгорания не менее 98% (это означает, что сгорает не менее 98% природного газа); таким образом, некоторое количество метана выделяется в атмосферу в результате неполного сгорания природного газа. Такие выбросы называют «проскок метана». Несмотря на то, что проскоки обычно составляет небольшой процент от использованного топлива, в работах, при которых потребляется значительное количество энергии, проскоки метана могут быть основным источником выбросов. Использование природного газа в качестве топлива может также привести к выбросам от газовых двигателей внутреннего сгорания, например, выбросам из цилиндров или поршневого штока. Чем меньше природного газа используется в качестве топлива, тем ниже становятся выбросы метана, что может сократить затраты на выработку энергии.

Выбросы метана в нефтегазовой промышленности можно снизить следующим образом:

- Использовать электричество или другие типы энергии вместо природного газа.
- Повысить эффективность процессов, что снизит количество потребляемой (в форме природного газа) энергии.
- Повысить КПД двигателей внутреннего сгорания в случаях, когда в качестве топлива необходимо использовать природный газ.

Снижение стоимости топлива означает, что затраты на некоторые указанные мероприятия окупятся в срок от нескольких месяцев до года.

Лучшая практика по снижению выбросов метана от использования энергии при проведении нефтегазовых работ

- ✓ Ведение точного учета работ, где в качестве топлива используется природный газ
- ✓ Использование электричества или пневматической энергии сжатого воздуха или азота
- ✓ Повышение энергетической эффективности работ и оборудования
- ✓ Если в качестве топлива необходимо использовать природный газ, следует повысить КПД двигателей внутреннего сгорания
- ✓ Следить за ходом сокращения использования природного газа в качестве топлива

Введение

Природный газ, который состоит в основном из метана, используется в нефтегазовой промышленности в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания, используемых для компрессии, выработки электроэнергии, отопления, дегидратации и удаления углекислого газа. Двигатели внутреннего сгорания, в которых в качестве топлива используется природный газ, обычно рассчитаны на эффективность сгорания не менее 98% (это означает, что сгорает не менее 98% природного газа); таким образом, некоторое количество метана выделяется в атмосферу в результате неполного сгорания природного газа. Такие выбросы называют «проскок метана». Проскоки метана обычно оцениваются, а не измеряются, и оценки могут варьироваться в зависимости от того, как производится оценка. Например, в Соединенных Штатах оценка проскоков метана в компиляции факторов выбросов (AP-42)¹ Агентства по охране окружающей среды США и данные, приведенные в «Перечне выбросов и стоков парниковых газов США» (GHGI)² сравнимы, но они намного выше, чем результаты оценки, приведенные в подразделе С «Программы отчетности по парниковым газам США 3»³. Из-за этих различий в коэффициентах выбросов все оценки выбросов следует рассматривать с осторожностью.

Даже несмотря на то, что проскок метана обычно составляет небольшой процент от объема природного газа, используемого в качестве топлива, в тех частях цепочки поставок, где используют значительное количество природного газа в качестве топлива для компрессии, удаления углекислого газа, дегидратации или других целей, проскок метана может оказаться основным источником выбросов. Использование природного газа в качестве топлива для работающих на газе двигателей внутреннего сгорания, может провоцировать выбросы, в том числе утечки из деталей двигателей внутреннего сгорания, и пневматических устройств, приводимых в действие природным газом.

В данном документе содержится руководство по лучшим практикам снижения выбросов, непосредственно связанных с использованием энергетических ресурсов в нефтегазовой отрасли. Иные рекомендации по передовым практикам приведены в руководствах по работе пневматических устройств, отводам газа в атмосферу и утечкам на оборудовании. В целом, снижение потребления энергоресурсов может различными путями снизить выбросы метана. Тем не менее, существует вероятность, что снижение использования природного газа в качестве топлива в одном виде деятельности может повысить количество выбросов от других видов деятельности (например, когда электродвигатель заменяется на двигатель внутреннего сгорания, а электричество вырабатывается с использованием природного газа).

Сокращение количества природного газа, используемого в качестве топлива, может также снизить затраты на выработку энергии.

Стратегии смягчения последствий

- Выбросы метана можно предотвратить, заменив используемый в качестве топлива природный газ на электрическую или пневматическую энергию, получаемую посредством использования сжатого воздуха или азота.
- Меры по повышению энергоэффективности сокращают потребление энергии и выбросы метана. Можно сократить использование энергии, используя сборные трубопроводы.
- Выбросы метана можно снизить за счет повышения эффективности сжигания топлива.
- Поскольку стратегии смягчения последствий предотвращают или сокращают использование природного газа, некоторые из них способны окупить себя менее чем за год.

Выбросы метана от использования энергии (при использовании природного газа в качестве топлива) в нефтегазовой отрасли можно сократить за счет:

- использования электрической или пневматической энергии с использованием сжатого газа или азота;
- снижения расхода топлива за счет повышения эффективности процесса, для которого используется энергия;
- повышения эффективности сжигания там, где необходимо использовать природный газ.

Стратегии смягчения последствий приведены в таблице ниже, а более подробные описания приведены на следующих страницах. Некоторые стратегии, разработанные для повышения энергоэффективности посредством проектирования систем, описаны в руководстве по передовому опыту в области инженерного проектирования. Стратегии смягчения последствий использования энергии изложены также в руководствах по работе пневматических устройств, отводам газа в атмосферу и утечкам на оборудовании. Ссылки на дополнительную информацию приведены в Приложении 1.

Стратегии по смягчению последствий	Описание
1. Использование электричества или других типов энергии вместо природного газа	1а Установка электрических компрессоров.
	1б Замена природного газа, используемого в моторах стартера компрессора электрическими стартерами или пневматическими стартерами, в которых используются воздух или азот.
2. Снижение объемов использованного топлива посредством повышения энергоэффективности	Повышение эффективности использования энергии на сборных трубопроводах.
3. Повышение эффективности сжигания топлива	3а Замена цилиндрических разгрузочных устройств.
	3б Внедрение устройства для автоматического контроля соотношения воздуха и топлива.

Поскольку стратегии смягчения последствий предотвращают или сокращают использование природного газа, некоторые из них способны окупить себя менее чем за год, в зависимости от цен на энергоносители.

Стратегия смягчения последствий 1а: Установка электрических компрессоров⁴

Компрессоры, работающие на природном газе и используемые для сбора и передачи газа, можно заменить компрессорами с электроприводом (если есть электричество). Если на объекте нет электроэнергии, можно установить генератор для запитывания компрессоров и другого оборудования (см. Руководство по передовой практике для пневматических устройств). Электрификация устраняет выброс несожженного газа (проскок метана). Несмотря на то, что электрификация может уменьшить проскоки метана из компрессоров, она не сможет уменьшить проскоки метана в целом, если электроэнергия вырабатывается с использованием природного газа. Тем не менее, даже если природный газ применяется для выработки электроэнергии, используемой компрессорами, все равно возможно снизить общие выбросы, поскольку электрификация устраняет также выбросы от компонентов двигателя.

Партнеры программы US EPA Natural Gas Star⁴ указывают на то, что электрические компрессоры характеризуются более низкими затратами на техническое обслуживание, чем газовые компрессоры. Это делает данную стратегию смягчения последствий особенно экономически выгодной для удаленных площадок, использующих электроэнергию и несущих большие затраты на техническое обслуживание.

Рисунок 1: Компрессор природного газа



Источник: BP

Снижение выбросов и возмещение затрат

Производственная площадка заменила газовые компрессоры с номинальной мощностью более 15 000 л.с. на электрические. Первоначальные затраты составили 6 000 000 долларов США. Сокращение выбросов метана можно определить количественно приняв за основу коэффициент выбросов метана в размере 60 кубических метров в год на 1 л.с. На этой площадке сокращение составило примерно 1 млн. м³ год⁴. Время, необходимое для возмещения затрат, составит от одного года до более чем пяти лет, в зависимости от цен на газ, цен на электроэнергию и других факторов.

Стратегия смягчения последствий 1б: Замена газовых моторов стартера компрессора электрическими стартерами или пневматическими стартерами с использованием воздуха или азота^{5,6}

В газовой промышленности двигатели внутреннего сгорания часто запускают с использованием газотурбинных двигателей. В моторах стартеров используется природный газ высокого давления, который хранится в баллоне. Для запуска компрессора газ расширяется через пусковую турбину, а затем выпускается.

При каждом запуске используется приблизительно 1,4 м³ газа на каждые 100 л.с. двигателя. Точный объем необходимого газа зависит от конструкции стартера. Объем выбросов также зависит от давления, при котором хранится природный газ, что определяет объем энергии, выделяемой газорасширительной турбиной. Выбросы метана можно устранить, используя сжатый воздух или азот вместо природного газа. Если на площадке есть электричество, газотурбинный двигатель можно заменить электродвигателем. По сравнению со стратегией смягчения неблагоприятных последствий 1а, эта стратегия смягчения последствий устраняет выбросы метана, однако общий объем выбросов будет зависеть от того, каким образом вырабатывается электрическая или пневматическая энергия.

Снижение выбросов и возмещение затрат

Партнеры компании Natural Gas Star добились сокращения выбросов в объеме 40 000 стандартных м³/3000 л.с. компрессора в год в результате замены газотурбинных стартеров пневматическими или электрическими альтернативами.^{5,6} В этом сценарии было 10 пусков в год. Затраты на электрические стартеры зависят от объема двигателя, но обычно находятся в диапазоне от 1000 до 10 000 долларов США. Затраты и объем сокращения выбросов зависят от размера компрессора, количества пусков и от того, меняют ли его на

электродвигатель или пневмодвигатель, работающие на сжатом воздухе или азоте. В случае замены на пневмодвигатель срок окупаемости составляет несколько месяцев. Для электродвигателей, где первоначальные затраты могут быть выше, срок окупаемости может составлять до нескольких лет.

Стратегия смягчения последствий 2: Повышение энергоэффективности на сборных трубопроводах⁷

Системы сбора доставляют газ от скважин на установки по переработке. Объем переработанного газа и пропускная способность системы меняются в зависимости от объемов добычи, накопления жидкости и гидратов в сборных трубопроводах, изменений в составе газа и изменения атмосферных и погодных условий. Временами может потребоваться дополнительная компрессия и энергия для поддержания работы сети и предотвращения сжигания избыточного газа в системе.

Емкость системы сбора можно увеличить, а объем используемой энергии уменьшить, если часто проводить чистку трубопровода (внутренняя чистка скребками) и минимизировать накопление жидкости и гидратов за счет нагревания линии или закачки химреагентов. Это снижает объем используемой энергии и может также предотвратить сжигание газа в факеле (см. Руководство по передовым практикам сжигания на факеле). В целом, по возможности следует избегать многофазного потока, идущего через сборные трубопроводы⁷. Это можно сделать путем разделения газов и жидкостей на кустах (см. Руководство по передовой практике отвода газа в атмосферу и сжигания на факеле). Однако чистка скребками, закачка химреагентов, разделение и хранение жидкостей также могут спровоцировать выбросы метана, поэтому следует тщательно изучить объем общих выбросов метана в цепочке поставок.

Рисунки 2а и 2б: Работы по очистке скребками



Источник: BP

Снижение выбросов и возмещение затрат

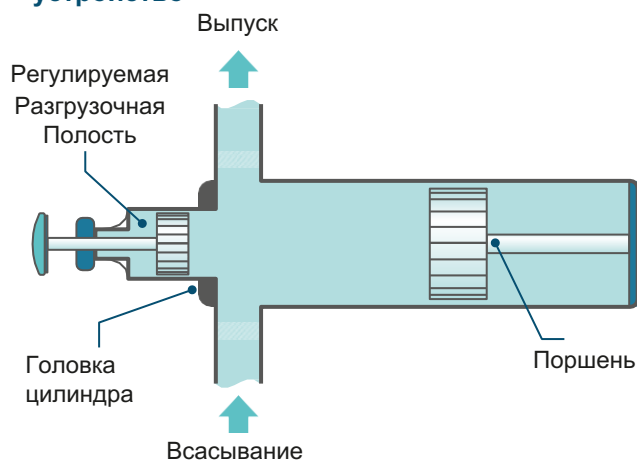
Некоторые стратегии по сокращению числа случаев падения давления на сборных трубопроводах и снижению объемов использования энергии при транспортировке газа по сборным трубопроводам могут как сократить выбросы от использования энергии, так и привести к дополнительным выбросам. Например, частая чистка скребками снижает потребление энергии, но также может привести к выходу газа в атмосферу при чистке. Введение химреагентов, если это делается пневматическими насосами, работающими на природном газе, может снизить объем образования гидратов, но также может привести к увеличению объемов выбросов в атмосферу. Стратегии смягчения последствий могут уменьшить или устранить эти выбросы (см. Руководство по передовой практике работы пневматических устройств и отводу газа в атмосферу). Экономический эффект от сокращения выбросов зависит от конкретного объекта.

Стратегия смягчения последствий 3а: Замена цилиндрических разгрузочных устройств⁸

Цилиндрические разгрузочные устройства используются для регулировки мощности поршневого двигателя путем регулировки объема цилиндра. Цилиндрические разгрузочные устройства могут выделять метан через уплотнительные кольца, крышки или герметические прокладки.

Такие утечки можно обнаружить с помощью инфракрасных камер. Разгрузочные устройства, требующие частого техобслуживания, также могут провоцировать выбросы и остановки поршневых компрессоров.

Рисунок 3: Цилиндрическое разгрузочное устройство



Снижение выбросов и возмещение затрат

По данным партнёров компании Natural Gas Star⁸ стоимость замены разгрузчика составляет от 40 000 до 50 000 долл. США на компрессор, а срок окупаемости обычно составляет один год, в зависимости от цен на топливо.

Стратегии смягчения последствий

Другие преимущества: снижение частоты техобслуживания и меньшее количество внеплановых остановов. По данным партнёров среднее сокращении объемов выбросов составляет более 100 000 стандартных м³ в год на один компрессор.

Стратегия смягчения последствий 3б: Установка автоматических устройств для контроля соотношения воздуха и топлива⁹

В цепях подачи природного газа двигатели работают при различных нагрузках и соотношениях воздух-топливо. Топливо-воздушные смеси с низким содержанием воздуха (сжигание богатой смеси) используются, когда требуется большая мощность. Топливо-воздушные смеси с высоким содержанием воздуха (экономичное сжигание) используются, когда стоит цель получить меньшую мощность и более высокую топливную эффективность. Высокое содержание топлива в смеси приводит к повышению выбросов несгоревшего газа (главным образом, метана) и снижению выбросов оксида азота (NOx). Обедненные топливные смеси приводят к снижению выбросов метана, но к повышению выбросов NOx. Установка автоматизированных систем контроля топливо-воздушных смесей позволяет максимально повысить производительность двигателя. В рамках этих систем также можно улавливать выбросы углеводородов и использовать их в качестве топлива, подавая их в двигатель через воздухозаборник. Система управления будет регулировать забор топлива, учитывая попадание дополнительных углеводородов в систему через воздухозаборник.

Автоматические регуляторы соотношения воздух-топливо выгодны для двигателей мощностью более 1000 л.с. Наибольший эффект наблюдается у высокоскоростных двигателей с турбонаддувом мощностью от 1000 до 3000 л.с., работающих на обогащенном топливе⁹.

Снижение выбросов и возмещение затрат

Известно, что средняя экономия топлива от использования систем автоматического контроля соотношения воздух-топливо, составляет порядка 1 млн. стандартных м³ в год на двигатель⁹. Если средняя эффективность сгорания в двигателе составляет от 98 до 99%, сокращение выбросов метана будет составлять порядка 10 000–20 000 стандартных м³ в расчете на один двигатель в год.

Первоначальные затраты обычно составляют 140 000 долларов США на двигатель, что окупается приблизительно за один год⁹.

Чек-лист

В приведенном ниже чек-листе приводится оценка хода снижения выбросов при использовании энергоресурсов.

Мероприятие	Выполнено	Процент задействованного оборудования или объектов
✓ Ведение точного учета устройств, где в качестве топлива используется природный газ		
✓ Использование электрических компрессоров		
✓ Замена работающих на природном газе пневматических стартеров электрическими или пневматическими стартерами, работающими за счет сжатого воздуха или азота.		
✓ Снижение потребления энергии при сборе газа посредством частой очистки трубопроводов скребками и снижения накопления жидкости и гидратов посредством подогрева трубопроводов или введения химреагентов		
✓ Замена цилиндрических разгрузочных устройств		
✓ Внедрение автоматических устройств для контроля соотношения воздуха и топлива в смеси		

Приложение 1

Ссылки на дополнительную информацию по стратегиям смягчения последствий

Стратегии смягчения последствий	Описание	Ссылки на более подробную информацию
1. Использование электричества или других типов источников энергии вместо природного газа	Установка электрических компрессоров	(4)
	Замена природного газа, используемого в двигателе стартера компрессоров воздухом или азотом	(5)
	Установка двигателей с электрическим стартером	(6)
2. Снижение объемов использования топлива посредством повышения энергоэффективности	Повышение энергоэффективности на сборных трубопроводах	(7)
3. Повышение эффективности сжигания топлива	Замена цилиндрических разгрузочных устройств	(8)
	Внедрение автоматических устройств для контроля соотношения воздуха и топлива в смеси	(9)

Список литературы

- 1 US EPA, AP 42 Раздел 3.2 Работающие на природном газе поршневые двигатели.
<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch03/related/c03s02.html>
- 2 Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) 2019 «Перечень США по выбросам и стокам парниковых газов: 1990–2017» (Апрель 2019 года)
- 3 40 C.F.R. 98.33, ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ОТЧЕТНОСТЬ ПО ПАРНИКОВЫМ ГАЗАМ
Подраздел С: Общие стационарные источники сгорания топлива
- 4 Агентство по охране окружающей среды (US EPA) 2019a, Natural Gas Star «Установка электрических компрессоров» (2019 год). Доступно по ссылке www.epa.gov/natural-gas-star-program/install-electric-compressors
- 5 Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) 2016, Natural Gas Star «Замена газовых стартеров воздушными или азотными стартерами» (2019). Доступно по ссылке www.epa.gov/natural-gas-star-program/replace-gas-starters-air-or-nitrogen
- 6 Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) 2019c, Natural Gas Star «Установка электрических моторных стартеров» (2019). Доступно по ссылке www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/installelectricstarters.pdf
- 7 Канадская ассоциация производителей нефти (CAPP), Ассоциация исследователей и производителей Канады, Ассоциация по переработке газа Канады, Советы по сохранению энергетических и природных ресурсов Канады.
Практика управления топливным газом (FGБМР) (Январь 2008 года)
- 8 Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) 2019f, Natural Gas Star «Замена компрессорных цилиндрических разгрузчиков» (2019). Доступно по ссылке www.epa.gov/natural-gas-star-program/replace-compressor-cylinder-unloaders
- 9 Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) 2019e, Natural Gas Star «Установка автоматических систем контроля соотношения воздух-топливо» (2019). Доступно по ссылке www.epa.gov/natural-gas-star-program/install-automated-airfuel-ratio-controls



METHANE
GUIDING
PRINCIPLES