



METHANE
GUIDING
PRINCIPLES

Сокращение выбросов метана:
Руководство по передовому опыту
**Инженерно-техническое проектирование и
строительство**

Ноябрь 2019



Оговорка об ограничении использования

Данный документ разработан в рамках партнерства Methane Guiding Principles. В 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 подписавших ее сторон или поддерживающих организаций.

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
Пример стратегий инженерно-технического проектирования	5
Контрольный список.....	14
Приложение 1: Стратегии снижения воздействия, которые могут быть использованы на стадии проектирования	15
Список литературы	18

Краткий обзор



Инженерно-технические и проектные характеристики могут играть жизненно важную роль в сокращении выбросов метана и являются первой линией защиты. Кроме того, как правило, значительно дешевле снизить выбросы на этапе проектирования, чем адаптировать системы позднее или как часть технического обслуживания. Во многих случаях выбросы метана могут быть устранены путем проектирования. Если это невыполнимо, стравливание газа и утечки могут быть сведены к минимуму благодаря эффективному проектированию систем. Это может включать в себя конструкции, которые уменьшают количество утечки или сброса метана и используемого топлива, или, в крайнем случае, включают в себя контрольное устройство для контроля метана. Общие принципы проектирования для сокращения выбросов метана приведены ниже:

Наилучшая практика для снижения выброса метана при использовании энергии в нефтегазовых операциях

	Использование электрического, механического и пневматического оборудования
	Централизованное управление объектами
	Использование трубопроводов для транспортировки нефти и природного газа с объектов
	Восстановление метана для полезного использования
	Использование альтернативного оборудования с низким уровнем выбросов и требующее низкого уровня обслуживания

Введение

Для сокращения выбросов метана до начала эксплуатации новых установок или после модификации существующих установок могут быть использованы инженерно-технические и проектные характеристики систем. Этап проектирования обеспечивает наилучшую возможность для сокращения выбросов метана. Кроме того, обычно дешевле применять стратегии восстановления на этапе проектирования, чем впоследствии модифицировать установку. Инженер системы должен рассмотреть следующие стратегии по снижению выбросов метана. Эти стратегии приведены в порядке их приоритета.

1. Устранение источников метана
2. Снижение выброса метана и количества используемого топлива
3. Контроль оставшихся источников метана

Большинство инженерных решений должны относиться к операциям и объектам компании и развиваться по мере развития технологий. Любой проект должен отдавать предпочтение целостности, безопасности, противопожарной защите и нормативным требованиям, а не уменьшению выбросов. Эффективные стратегии проектирования для сокращения выбросов метана по всей цепочке поставок природного газа подробно обсуждаются ниже.

- 1. Использование электрического, механического и работающего на сжатом воздухе оборудования**
Пневматические устройства для природного газа являются значительным источником выбросов метана при некоторых операциях в нефтегазовой промышленности. Использование электрических, механических или работающих на сжатом воздухе устройств может полностью устранить выбросы от пневматических устройств.

Если на удаленном объекте отсутствует сетевое электричество, вместо нескольких пневматических устройств можно использовать один газовый генератор или воздушный компрессор. Использование электрических компрессоров и насосов вместо работающего на газе оборудования может сократить использование природного газа в качестве топлива и увеличить объем продаж. Электродвигатели также более надежны, чем газовые, но если на участке нет сетевого электричества, может потребоваться газовый генератор.

- 2. Централизованное управление объектами**

Централизация объектов может устранить источники выбросов метана и позволить использовать более эффективное оборудование и процессы. Например, централизованная установка может использовать один нагреватель горячего масла для обеспечения теплом всего оборудования на объекте вместо отдельного нагревателя для каждой единицы оборудования.

Централизация объектов также может сделать экономически выгодным оборудование для снижения выбросов или восстановления метана. Например, стабилизатор масла или многоступенчатая система сепарации, которая может забирать продукцию с окружающих объектов, чтобы уменьшить выбросы из резервуара. Подобные системы на каждом отдельном объекте могут быть недоступны или гораздо менее экономичными.

- 3. Использование трубопроводов для транспортировки нефти и природного газа с объектов**

Использование трубопроводов для природного газа обеспечивает продажу метана, а также уменьшает или устраняет его сжигание на факелах или стравливание газа на производственных объектах. Трубопроводы для жидкого сырья могут устранить выбросы метана из резервуаров и при загрузке грузовых автомобилей. Эти трубопроводы также дают возможность централизации оборудования.

- 4. Восстановление метана для полезного использования**

Восстановление природного газа должно быть приоритетом перед сжиганием на факеле или стравливания. Природный газ может быть продан или использован в качестве топлива на месте. Для повышения давления газа с низким давлением с целью его продажи могут использоваться установки для улавливания паров. Газ может быть направлен также в топливную систему низкого давления или в местный сборочный трубопровод. Некоторые операторы будут использовать его для выработки электроэнергии для запуска воздушных компрессоров или, возможно, для продажи электроэнергии в местную сеть. Газ может быть также закачан обратно в скважину для улучшения извлечения.

Инженерное проектирование, по возможности, должно определять приоритеты добычи природного газа.

5. Использование альтернативного оборудования с низким уровнем выбросов и требующее низкого уровня обслуживания

Некоторые процессы или оборудование могут быть изъяты или заменены альтернативными системами без выбросов или с низким уровнем выбросов. Следует рассмотреть альтернативные системы, если они могут соответствовать требованиям проекта. Например, впрыск метанола или влагопоглотители являются некоторыми характеризующимися низким уровнем выброса альтернативами традиционным установкам осушки газа гликолем. Также следует рассмотреть возможность использования оборудования с низкими эксплуатационными расходами, чтобы уменьшить вентиляционные выбросы природного газа.

Количественное определение выбросов

Методы количественной оценки выбросов метана дают такие показатели, как масса за время (например, килограммы в час) или объем за единицу времени (например, стандартные кубические метры в час), и могут быть выполнены посредством инженерных расчетов, непосредственного измерения источников метана или с использованием моделей. На этапе проектирования существует три основных метода количественной оценки выбросов. Они перечислены ниже, в порядке от самых точных до наименее точных.

- Моделирование (для мгновенных выбросов из бака и из установки регенерации гликолевого дегидрататора газа) с использованием программы моделирования процесса для прогнозирования выбросов на основе первых принципов и уравнений.
- Уравнения расчета выбросов могут использовать различную информацию от производителя оборудования или собранную на месте для оценки эффективности определенных процессов или видов деятельности.

Для некоторых источников и процессов широко используются коммерчески доступные программы и модели для моделирования процессов обработки, переработки и обращения с углеводородным сырьем. Примерами этих программ являются ProMax® или Aspen HYSYS®, или упрощенные варианты этих моделей в методах оценки, таких как E&P Tanks, разработанных Американским институтом нефти (API - The American Petroleum Institute). Эти модели могут также использоваться для характеристики выбросов метана из вентиляционных отверстий системы гликолевого дегидрататора, и существуют также упрощенные модели, такие как программа GLYCalc™ Института технологии газа (GTI). Преимущество этой модели состоит в том, что можно вводить специфические для объекта условия, чтобы можно было точно моделировать каждый отдельный процесс. В некоторых юрисдикциях даже требуется использование определенных моделей. Примером может служить отчет о мгновенных выбросах из цистерн в соответствии с правилом отчетности по выбросам парниковых газов США или в соответствии со стандартами выбросов для нового оборудования США, подраздел OOOOa.

Могут использоваться менее подробные уравнения для оценки выбросов. Эти уравнения требуют использования конкретной информации для характеристики выбросов. Уравнения могут использовать различную собранную на месте информацию для оценки эффективности определенных процессов или видов деятельности.

Самый простой, но и наименее точный метод оценки выбросов - это использование информации от производителя оборудования и «коэффициентов выбросов», где выбросы на одну деятельность (например, количество газа в год на тип оборудования) просто умножаются на количество единиц оборудования.

Пример стратегий инженерно-технического проектирования

Данное руководство не предназначено для подробного описания всех рекомендаций по проектированию, которые могут снизить выбросы метана, а скорее для того, чтобы привести некоторые примеры передовой практики, которой можно следовать для снижения выбросов метана. В целях инженерно-технического проектирования могут использоваться многие стратегии смягчения последствий, подробно описанные в других руководствах по передовой практике. Эти стратегии в данном руководстве не описываются. В данном руководстве рассматриваются стратегии, представленные в таблице ниже.

Стратегия инженерно-технического планирования	Устраняет источники выбросов метана	Снижает вентиляционные выбросы, утечки или потребление энергии	Контролирует метан	Стратегия планирования категории
1. Размещение и централизация коммунальных сооружений	✓	✓		1, 2 и 3
2. Модульное исполнение	✓	✓		5
3. Удаление летучих компонентов		✓		5
4. Размещение противопожарных клапанов и отсекающих задвижек		✓		4
5. Вторичное и третичное разделение		✓		4
6. Безрезервуарный дизайн	✓	✓		3 и 5
7. Дизайн с резервуарами для хранения		✓	✓	5
8. Использование электрических компрессоров	✓	✓	✓	1
9. Наклонные мостки для скребков и перепускные трубопроводы		✓		4 и 5
10. Использование метанола для предупреждения образования гидратов	✓	✓		5
11. Расширительный бак амина		✓		4
12. Устройство для контроля углекислого газа		✓	✓	5

Стратегия инженерно-технического планирования 1: Размещение и централизация коммунальных сооружений

Нефть и природный газ добываются в удаленных местах, часто с ограниченными газосборными трубопроводами и энергоснабжением. Многие объекты основаны на нагревателях, двигателях и пневматических устройствах, которые используют природный газ в качестве топлива и рабочего газа. Кроме того, на этих объектах иногда приходится сжигать или выпускать природный газ.

Там, где это технически и экономически выполнимо, решение о месте размещения объекта должно учитывать близость к существующим источникам питания и трубопроводам, а проектирование сооружений должно сократить

использование природного газа в качестве топлива и вместо него использовать электрическое оборудование. Если объект не может быть расположен рядом с существующей инфраструктурой, то к нему должны быть подведены источники питания и трубопроводы, если это технически и экономически выполнимо.

Операторы должны централизовать производственные мощности для крупномасштабных разработок, если это практически выполнимо. Централизация - это когда на площадке скважины обработка, переработка и обращение с жидкостями не происходит (или происходит минимально), а вместо этого разделение, обработка, хранение и обращение осуществляется на центральном объекте. Централизованный объект может использовать меры по смягчению последствий, которые могут быть неэкономичными на небольших объектах.

Требования по эксплуатации

Если предполагается вероятность частых перебоев в подаче электроэнергии, следует рассмотреть вопрос наличия резервных систем, таких как аварийные генераторы, факелы и транспортировка жидкостей на грузовом автомобиле. На объекте также могут понадобиться дополнительные процессы обработки, такие как дегидратация, удаление кислого газа и полировки нефти, чтобы убедиться, что продукт соответствует спецификациям, необходимым для транспортировки по трубопроводу.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

Сокращение и экономическая оценка вариантов смягчения воздействия, которые требуют подачи электроэнергии подробно описаны в других стратегиях инженерно-технического проектирования.

В континентальной части США в 2017 году стоимость трубопроводов диаметром менее 20 дюймов (500 мм) варьировалась от 29 000 долларов США за дюйм на милю до 167 000 долларов США за дюйм на милю (от 710 до 4086 долларов США за мм-километр)¹. В континентальной части США в 2013 году стоимость наземных линий электропередачи, по оценкам, составляла от 285 000 до 390 000 долларов США за милю (от 177 000 долларов США до 242 000 долларов США за километр)².

Стратегия инженерно-технического проектирования 2: Модульная конструкция

Дебит скважин со временем снижается, особенно в случае нетрадиционных скважин. Поскольку дебит скважины снижается, производственное оборудование, рассчитанное на первоначальное производство, не потребуется. Модульная конструкция позволяет сократить оборудование при снижении производительности. Удаление оборудования может уменьшить количество неконтролируемых утечек, а также количество природного газа, используемого для привода в действие пневматических устройств. Примеры модульной конструкции включают в себя использование смонтированного на салазках оборудования, которое легко снимается и заменяется, с несколькими небольшими резервуарами вместо одного большого резервуара и с несколькими меньшими компрессорами вместо одного большого компрессора.

Требования по эксплуатации

Объекты должны быть достаточно большими, чтобы на них помещалось несколько единиц оборудования, а не одно большое оборудование. Операторы должны регулярно оценивать эффективность оборудования, чтобы решить, когда оно должно быть удалено.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

Сокращение и стоимость зависят от оборудования. По оценкам одного оператора, экономия природного газа составляет 4 200 мскф (тысяч стандартных кубических футов) в год (120 000 м³ (кубических метров) в год) природного газа на каждый снятый резервуар для хранения³. Первоначальные затраты на оборудование могут быть немного выше, чем традиционные, из-за необходимости приобретения дополнительного оборудования. Для крупномасштабных разработок модульная конструкция может также привести к экономии средств, поскольку удаленное оборудование может использоваться на других объектах.

Стратегия инженерно-технического проектирования 3: Устранение скрытых утечек

Для соединения трубопроводов, оборудования и других компонентов, таких как клапаны, используются резьбовые соединения и фланцы. Резьбовые соединения обычно используются на трубопроводах диаметром в два дюйма (50 мм) или меньше. Фланцы обычно используются на трубопроводах диаметром более двух дюймов. Существует вероятность утечки природного газа из резьбовых соединений и фланцев. Эти соединения иногда могут быть заменены сварными соединениями, которые с гораздо меньшей вероятностью могут протекать.

Требования по эксплуатации

Резьбовые или фланцевые соединения необходимы при соединении клапанов или других компонентов, которые необходимо часто снимать или заменять, чтобы избежать необходимость разрезать трубопровод.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

На этапе проектирования стоимость замены фланцев или резьбовых соединений сварными швами минимальна. Выбросы из фланцев оцениваются в пределах $5,7 \times 10^{-6}$ и $0,39 \times 10^{-6}$ кг в час на один фланец⁴. Выбросы из резьбовых соединений оцениваются в пределах $1,0 \times 10^{-5}$ и $0,75 \times 10^{-5}$ кг в час на одно соединение⁴. Сварные соединения протекать не должны.

Стратегия инженерно-технического проектирования 4: Размещение противопожарных клапанов и отсекающих задвижек

Изолирующие клапаны используются для изоляции оборудования, такого как компрессоры или разделительные резервуары, чтобы в них можно было сбросить давление (сброс) в целях технического обслуживания и ремонта. Расположение клапанов как можно ближе к оборудованию уменьшает количество метана, выделяющегося при сбросе.

Противопожарные клапаны используются для изоляции объекта во время аварийного отключения. Расположение противопожарных клапанов как можно ближе к первому и последнему элементу оборудования на объекте также уменьшает количество метана, выделяющегося при аварийных остановках.

Требования по эксплуатации

Расположение клапанов может быть продиктовано правилами техники безопасности или противопожарной защиты.

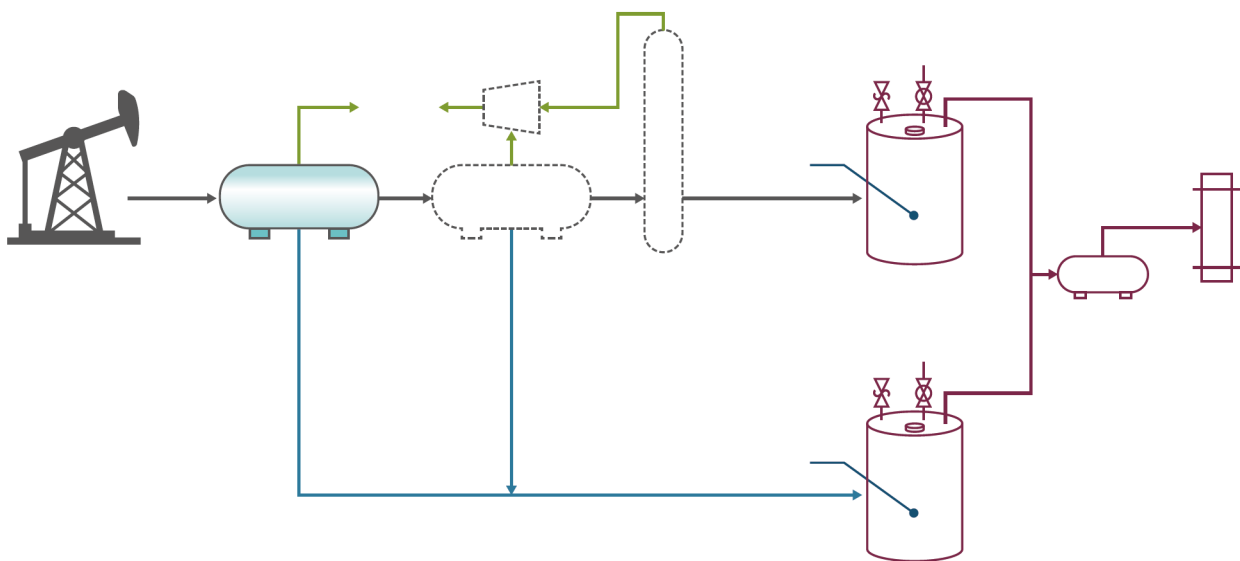
Сокращение выбросов и экономическая оценка

На этапе проектирования стоимость перемещения клапанов минимальна. Снижение метана основано на давлении в трубопроводе или оборудовании и количестве трубопроводов, в которых необходимо сбросить давление во время аварийных ситуаций или технического обслуживания, а также на частоте проведения продувки.

Стратегия инженерно-технического проектирования 5: Вторичное и третичное разделение

На производственных, компрессорных и перерабатывающих заводах нефть и конденсат необходимо отделять от природного газа. Такое разделение обычно происходит при высоком давлении, превышающем 100 фунтов на квадратный дюйм (700 кПа). Когда нефть или конденсат переносятся из сепараторов высокого давления в резервуары при атмосферном давлении, выделяется «мгновенный газ». Мгновенный газ обычно выпускается из резервуара для хранения или сжигается в факеле. Для восстановления части или всего мгновенно выделившегося газа и сведения к минимуму испарения в резервуарах можно использовать вторичное и третичное разделение. На рисунке 1 показаны вторичные и третичные сепараторы, представленные на производственном объекте в виде подогревателя-деэмульгатора и колонны для рекуперации пара (VRT).

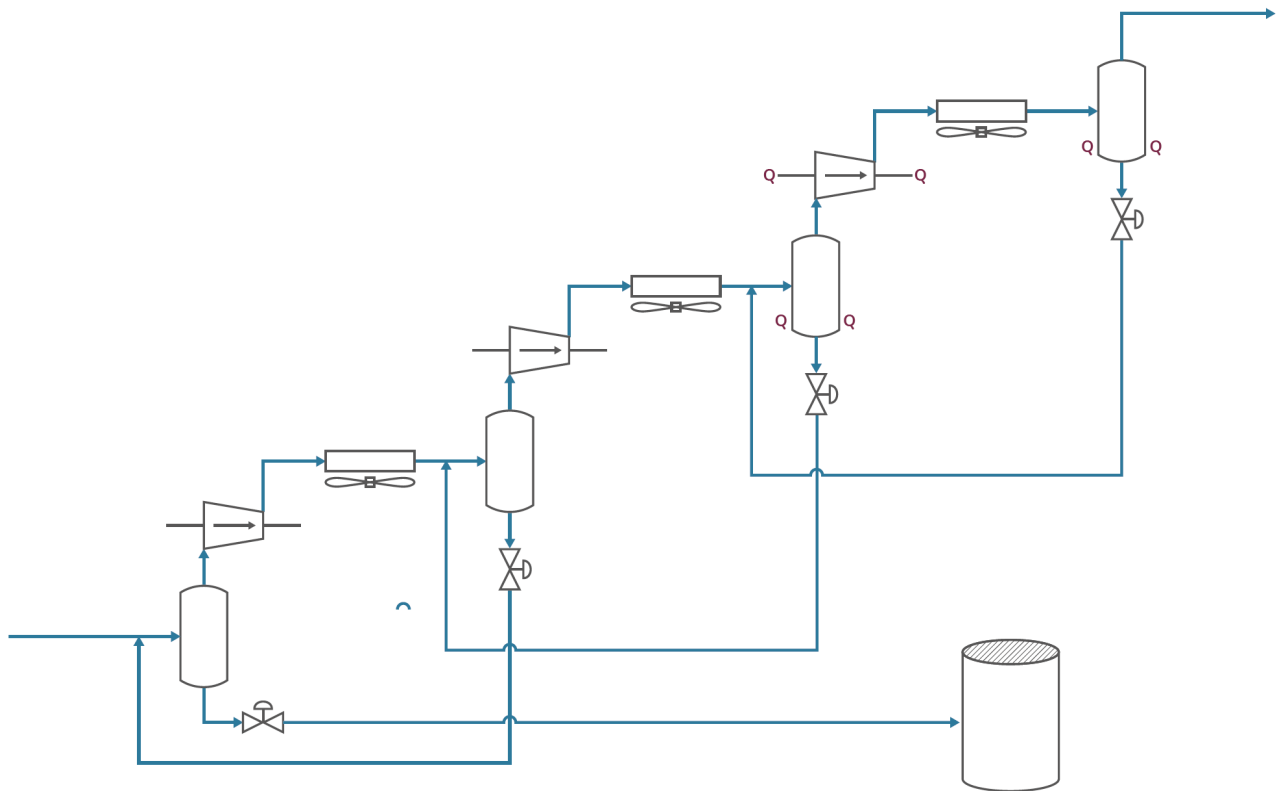
Рисунок 1: Вторичные и третичные сепараторы на производственном объекте



Источник: Ссылки на литературные источники⁵

Практика вторичного и третичного разделения также может быть использована для скрубберов компрессоров, где конденсированный конденсат направляется в резервуары низкого давления вместо резервуаров для хранения без давления. Примером является конфигурация каскадных скрубберов, как показано на рисунке 2, где конденсат с высоким давлением направляется в следующий скруббер с более низким давлением, и в резервуары направляется только впускной скруббер.

Рисунок 2: Каскадная газоочистительная система на компрессоре



Требования по эксплуатации

Установки для регенерации испарений (VRU) используются для улавливания газа из резервуаров с низким давлением. Использование электрических VRU является предпочтительным из-за их способности работать при более широком диапазоне скоростей потока, чем компрессоры, приводимые в движение двигателями, работающими на природном газе.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

Исследование, проведенное компанией Occidental Petroleum, показало, что стоимость вторичного сепаратора и VRT с VRU составляет от 100 000 до 200 000⁶ долларов США. Периоды окупаемости обычно составляют от одного до пяти месяцев⁶.

Стоимость каскадных скрубберов неизвестна, но, вероятно, будет минимальной из-за минимальных изменений, которые необходимо внести в трубопровод. Сокращение выбросов зависит от состава газа, но одно исследование, проведенное Кентом Пеннибейкером, показало, что

сбросы каскадного скруббера могут сократить выброс газа из резервуара для хранения на 98,7% и увеличить количество газа, которое может быть продано на 1,2%⁷.

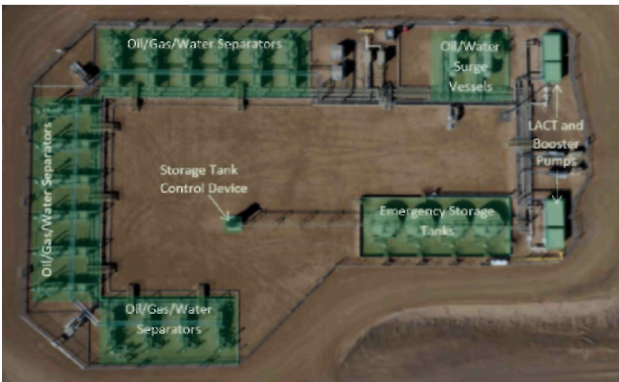
Стратегия инженерно-технического проектирования 6: Безрезервуарный дизайн

Резервуары для хранения при атмосферном давлении используются для хранения сырой нефти, углеводородного конденсата и добываемой воды (и их смесей) до их перемещения с объекта. По оценкам Агентства по охране окружающей среды (EPA), метан из резервуаров для хранения при атмосферном давлении составляет около 10% метана от всей нефтегазовой промышленности⁸. Один из методов проектирования заключается в том, чтобы полностью изъять резервуар для хранения. Такая конструкция «без резервуара» может применяться различными способами при добыче, сборе и обработке. Примеры безрезервуарного дизайна

с точки зрения производства, сбора и переработки заключаются в следующем.

- Производственная жидкость из сепаратора подается напрямую в трубопровод через установку LACT (автоматическая откачка по закрытой системе) или в расширительный сосуд, работающий при давлении, близком к атмосферному. Промежуточный сосуд рассчитан на давление, значительно превышающее атмосферное давление. Большой рабочий диапазон позволяет резервуару выдерживать колебания производительности и изменения давления в резервуаре из-за переполнения. Пар, образующийся в расширительном сосуде, сжимается и направляется в трубопровод. На рисунке 3 показан пример производственного объекта с использованием конструкции без резервуара.

Рисунок 3: Производственный объект, использующий безрезервуарный дизайн



Источник: Ссылка⁹

- Сбор - на компрессорной станции жидкость из «ловушки для конденсата» с помощью электрического насоса или выдувного кожуха направляется непосредственно к выходу с установки. Затем жидкости перерабатываются на следующем объекте, таком как завод по переработке природного газа.
- Переработка - на заводе по переработке природного газа жидкость из ловушки для конденсата стабилизируется и смешивается со сжиженным природным газом (СПГ) в резервуарах под давлением или направляется непосредственно в трубопровод для СПГ.

Требования по эксплуатации

Для конструкции без резервуаров требуется доступ к трубопроводу. Жидкость должна соответствовать определенным спецификациям для транспортировки по трубопроводу. Может потребоваться использовать метод повторной обработки или хранения жидкости, которая не соответствует спецификациям. Также может быть необходимо обеспечить емкость резервуара для аварийного хранения, чтобы скважины могли добывать, когда доступ к трубопроводу с объекта закрыт.

Электричество на объекте также является важным, так как оно позволяет использовать электрические насосы и VRU. Для систем, использующих технику перекачки на компрессорных станциях, может потребоваться более частая «прокачка» трубопровода. На заводах по переработке природного газа добавление конденсата в СПГ должно оцениваться для каждого объекта отдельно, чтобы убедиться, что СПГ может по-прежнему соответствовать требованиям покупателя или трубопровода.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

Выбросы из резервуаров можно почти полностью устранить, используя конструкцию без резервуаров. По сообщениям одного оператора сокращение выбросов составляет более 90% за счет использования установок без резервуаров⁹. Затраты, вероятно, будут меньше, чем в случае традиционных объектов из-за уменьшения количества оборудования и размера рабочей площадки.

Стратегия инженерно-технического проектирования 7: Дизайн с резервуарами для хранения

Системы контроля для резервуаров для хранения могут быть сложными из-за очень узкого диапазона их рабочего давления, обычно менее 1 фунта/кв. дюйм (7 кПа). Клапаны мгновенного действия, плунжерные подъемные системы и внутренняя чистка труб скребками могут привести к изменениям расхода жидкости и пара в систему контроля. Система контроля резервуаров при атмосферном давлении должна быть спроектирована таким образом, чтобы устройства для сброса давления не выходили в атмосферу, а все пары из резервуара направлялись в контрольное устройство

или VRU во время приемлемых пиковых показателей производства. Конструкция должна учитывать максимальные скорости потока пара и жидкости, которые могут отличаться от суточной производительности, особенно для систем с клапанами мгновенного действия или скважин на подъеме плунжера. Конструкция должна оценивать пропускную способность контрольного устройства и перепад давления в трубопроводе для сбора паров.

Требования по эксплуатации

Для определения пикового давления при хранении может оказаться необходимым проведение моделирования.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

Стоимость проведения оценки проекта по системам контроля резервуаров в континентальной части США оценивается в 550–360 долл. США на установку¹⁰.

Стратегия инженерно-технического проектирования 8: Использование электрических компрессоров

Компрессоры используются для перемещения природного газа по трубопроводам, а также для извлечения газа из систем низкого давления. Для приведения компрессоров в действие обычно используются двигатели, работающие на природном газе. Альтернативой для привода компрессоров в действие является использование электродвигателей. Двигатели на природном газе могут работать только при не менее 50% их максимальной нагрузки. Электродвигатели с частотно-регулируемыми приводами могут работать при очень низких нагрузках. Кроме того, электродвигатели нуждаются в меньшем обслуживании, чем двигатели на природном газе, и поэтому являются более надежными.

Требования по эксплуатации

Для приведения в действие электрических компрессоров необходим источник питания. Большим компрессорам могут понадобиться высоковольтные линии. Для областей, где источник питания является ненадежным, может понадобиться резервный генератор.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

Предполагается, что электрические компрессоры экономят 2,11 Mscf газа на одну лошадиную силу (80 000 м³ на киловатт) компрессора. Стоимость зависит от размера компрессора. В одном исследовании предположительные первоначальные затраты составляли 1 500 000 долл. США для двигателя мощностью 1 750 лошадиных сил (1300 кВт). Годовые эксплуатационные расходы были примерно равны начальным капитальным затратам и в основном были связаны с затратами на электроэнергию³.

Стратегия инженерно-технического проектирования 9: Наклонные мостки для скребков и перепускные трубопроводы

Для проверки трубопроводов и проталкивания через них скопившейся жидкости в расположенное ниже оборудование используются скребки (датчики для проверки труб). В ловушке для скребков в начале трубопровода сбрасывается давление, чтобы появилась возможность вставления скребка в трубопровод. Затем в ловушку для скребка подается давление, чтобы проталкивать его по трубопроводу. Скребок попадает в следующую ловушку для скребка на другом конце трубопровода (приемник). В приемнике как перед скребком, так и на самом скребке собирается некоторое количество жидкости. При удалении скребка происходит высвобождение метана из собранной жидкости. Наклонные мостки позволяют улавливать находящуюся перед скребком и на нем жидкость и направлять ее в трубопровод до сброса давления в ловушке, что позволяет снизить внезапные выбросы. Перепускные трубопроводы могут частично сбросить давление в ловушке для снижения выбросов во время операций по очистке при помощи скребков.

Требования по эксплуатации

Наклонные мостки в основном являются пассивными устройствами, но на введение скребка и его удаление из ловушки может потребоваться дополнительное время, чтобы позволить жидкостям стечь обратно в трубопровод. Для получения газа из ловушки для скребка должна быть также доступна система низкого давления.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

По оценкам компании MPLX использование наклонных мостков и перепускных трубопроводов может снизить выбросы во время чистки скребками вплоть до 85%¹¹ при стоимости 8 175 долларов США на объект¹¹.

Стратегия инженерно-технического проектирования 10: Использование метанола для предупреждения образования гидратов

В холодную погоду вода может замерзнуть и образовать гидраты в трубопроводах, которые могут препятствовать потоку природного газа. Когда существует вероятность образования гидратов, для удаления воды из природного газа обычно используется гликолевый дегидратор. Гликоль поглощает также некоторое количество метана, который выделяется в атмосферу во время регенерации гликоля. Для ингибирования образования гидратов вместо гликолевой дегидратации может быть использован метанол. Метанол просто впрыскивается в газ, прежде чем он попадает в трубопровод и удаляется вниз по течению.

Требования по эксплуатации

Метанол следует вводить в сжатый природный газ из резервуара под атмосферным давлением с помощью насоса. Насосы, как правило, просты в использовании и работают на солнечной энергии. Метанол доставляется на каждый объект автотранспортом.

Метанол необходимо удалять из природного газа во время обработки, обычно при нормальном разделении и удалении кислого газа.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

Сокращение выбросов оценивается в 800 Mscf (22 500 м³) природного газа на установку. Стоимость операции оценивается в 2250 долл. США за установку плюс эксплуатационные расходы в 3,45 долл. США за MMscf (121 долл. США за 106 м³) природного газа³.

Стратегия инженерно-технического проектирования 11: Расширительный резервуар аминовой установки

Кислый газ, который содержит высокие концентрации соединений серы, главным образом сероводорода и углекислого газа, должен быть обработан для удаления этих соединений. Аминовые установки являются способом удаления этих компонентов. Наиболее часто используемым амином является метилдиэтианоламин. Амин циркулирует в колонне и поглощает эти соединения из сжатого природного газа. Амин захватывает также метан из газа. Затем амин направляется в регенератор для удаления диоксида углерода и серы, чтобы амин мог быть использован повторно. Удаленный углекислый газ и сера называют кислым газом, который обычно выбрасывается в атмосферу.

Для извлечения части метана, поглощенного амином, расширительный резервуар может быть установлен выше по потоку от регенератора. В расширительном резервуаре давление ниже, чем в колонне, и часть метана испаряется, когда давление амина при поступлении в расширительный резервуар падает. Метан может быть перенесен в систему низкого давления, такую как топливная система установки.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

Сокращение выбросов зависит от системы, но по ожиданиям составляет 90%, аналогично установке расширительного резервуара на установке гликолевой дегидратации³. Стоимость варьируется в зависимости от размера установленного резервуара.

Стратегия инженерно-технического проектирования 12: Устройство для контроля углекислого газа

Кислый газ, выделяемый при обработке амином, обычно содержит очень много диоксида углерода газа и серы с небольшой концентрацией углеводородов. Кислый газ может подвергаться контролю по соображениям безопасности или для соответствия стандартам по экологии. Кислый газ с высоким содержанием двуоксида углерода не обладает достаточным теплосодержанием (теплотворной способностью) для сжигания на факеле или в камере сгорания. Вспомогательный газ, обычно топливный газ, может быть добавлен к кислому газу, чтобы довести содержание тепла, по меньшей мере, до 300 б.т.е/ф³ (11,2 МДж/м³)¹². Необходимый вспомогательный газ может иметь довольно большой объем в зависимости от объема извлекаемого кислого газа. Для окисления метана могут быть использованы прямые термические окислители, но традиционные термические окислители нуждаются в большом объеме топлива, чтобы поддерживать камеру сгорания при требуемой температуре.

«Рекуперационные» или «регенерационные» термоокислители являются более экономичными способами контроля кислого газа. Эти контрольные устройства используют отработанное тепло, тем самым уменьшая количество топлива, необходимое для поддержания достаточно высокой температуры в камере сгорания.

Требования по эксплуатации

Термические окислители нуждаются в специальной конструкции для таких агрессивных газов, как кислый газ. Термоокислителям также требуется питание для работы вентиляторов, контрольных устройств и клапанов.

Сокращение выбросов и экономическая оценка

Сокращение выбросов зависит от размера аминовой установки. По сообщениям одной компании экономия затрат на топливо в год за счет замены термического окислителя на регенерационный термический окислитель составила 750 000 долларов США¹³.

Контрольный список

Приведенный контрольный список позволит оценить ваш прогресс в сокращении выбросов и благодаря дизайну систем.

Действие	Выполнено	Количество всего оборудования или процессов в данной программе
 Включить снижение выбросов метана в стандартную практику проектирования		
 По возможности использование электрического, механического и работающего на сжатом воздухе оборудования		
 Централизованное управление объектами		
 Использование трубопроводов для транспортировки нефти и природного газа с объектов		
 Восстановление метана, где это возможно		
 Контроль метана там, где восстановление невозможно		
 Использование альтернативного оборудования и процессов с низким уровнем выбросов		
 Использование альтернативного оборудования и процессов, требующих минимального обслуживания		

Приложение 1: Стратегии снижения воздействия, которые могут быть использованы на стадии проектирования

Источник выбросов	Описание стратегии снижения воздействия	Руководство
1. Факельное сжигание газа	Повторное закачивание Закачивание газа обратно в нефтяной или газовый резервуар для увеличения извлечения.	Сброс на факел
	Грузоперевозки сжатого природного газа (СПГ) Сжатие природного газа для его транспортировки с объекта на грузовом автотранспорте.	Сброс на факел
	Регенерация СПГ Использование системы регенерация сжиженного природного газа	Сброс на факел
	Газа для выработки электроэнергии Использование газовых турбин или поршневых двигателей для выработки электроэнергии	Сброс на факел
2. Резервуары для хранения: мгновенно выделившийся газ	Использование на резервуарах устройств для улавливания газа (VRU) Установка VRU с целью использования, продажи или сжигания газа на факеле.	Сжигание выбросов при стравливании
	Снижение рабочего давления на устройствах разведки и добычи Установление стабилизационных башен или башни для рекуперации пара (VRT) перед резервуарами для снижения давления газа.	Сжигание выбросов при стравливании
	Повышение давления в резервуаре Установить устройства для сброса давления до расчетного давления в резервуаре для хранения.	Стравливание газа
	Устранение резервуаров на производственных площадках Использовать системы автоматической откачки по закрытой системе (LACT) для передачи жидкостей непосредственно из сепараторов в трубопровод.	Стравливание газа
3. Резервуары для хранения: эмиссия при загрузке и разгрузке	Добавление систем автоматического измерения Системы автоматического измерения устраняют необходимость открывать люк для произведения замеров в резервуарах во время нормальной работы и при загрузке жидкостей на грузовой автотранспорт для транспортировки.	Стравливание газа
	Внедрение системы для сбалансирования или обмена парами между цистернами и автоцистернами. Линии возврата паров собирают вытесненные в грузовике пары во время загрузки жидкостей из резервуаров, и либо возвращают пары в резервуары (баланс паров), либо отправляют их в контрольное устройство.	Стравливание газа

Источник выбросов	Описание стратегии снижения воздействия	Руководство
4. Компрессоры: центробежные	<p>Использование сухих уплотнителей Следует покупать только компрессоры с сухими уплотнениями. (Приблизительно 90% компрессоров имеют сухие уплотнители). Сухие уплотнители обычно потребляют меньше энергии, являются более надежными и требуют меньшего обслуживания.</p>	Стравливание газа
5. Компрессоры: стартеры	<p>Использовать электрические стартеры Выбросы можно устранить с помощью электрических стартеров вместо пневматических стартеров, работающих на природном газе.</p>	Использование энергии выбросов при стравливании газа
	<p>Использование стартеров, работающих на сжатом воздухе Выбросы можно устранить посредством использования стартеров, работающих на сжатом воздухе, а не на природном газе.</p>	Использование энергии выбросов при стравливании газа
	<p>Прямые выбросы со стартеров в установку для улавливания паров (VRU) или на факел Природный газ из пневматических стартеров направляется в VRU, чтобы их можно было использовать, продавать или отправлять на факел.</p>	Стравливание газа
6. Гликолевые дегидраторы: выбросы из регенератора	<p>Использование дегидратационной системы с нулевой эмиссией Системы дегидратации твердого поглотителя не дают никаких выбросов при нормальной работе.</p>	Стравливание газа
	<p>Использование электрического насоса регенерированного гликоля Электронасосы исключают необходимость использования пневматических насосов, работающих на природном газе.</p>	Стравливание газа
	<p>Использование сепараторов расширительного резервуара В расширительных резервуарах происходит отделение некоторого количества метана из обогащенного им гликоля перед регенератором, чтобы его можно было вернуть в процесс или использовать, например, в качестве топлива.</p>	Стравливание газа
7. Пневматические устройства	<p>Использование электрических или механических устройств Использование механических или электрических устройств исключает необходимость в пневматических устройствах.</p>	Пневматические устройства
	<p>Использование системы сжатого воздуха Использование в качестве стартера сжатого воздуха, а не природного газа</p>	Пневматические устройства

Источник выбросов	Описание стратегии снижения воздействия	Руководство
	<p>Использование устройств с перемежающейся вентиляцией или с низким уровнем стравливания Устройства с перемежающейся вентиляцией или с низким уровнем стравливания используют меньше природного газа, чем устройства с высоким уровнем стравливания.</p>	Пневматические устройства
8. Использование топлива	<p>Установка электрических компрессоров Оборудование, которое использует природный газ в качестве топлива, высвобождает некоторое количество метана, который не сжигается. Электрические компрессоры исключают использование природного газа в качестве топлива.</p>	Потребление энергии
	<p>Замена цилиндрических разгрузочных устройств Разгрузочные устройства выпускают метан через уплотнительные кольца, крышки и уплотнения под давлением.</p>	Потребление энергии
	<p>Внедрение автоматических устройств для контроля соотношения воздух-топливо Более широкое использование устройств для контроля соотношения воздух-топливо в компрессорных двигателях для контроля количества используемого топлива привело к повышению эффективности двигателей внутреннего сгорания, которые потребляют меньше топлива.</p>	Потребление энергии

Список литературы

- 1 Компания «Межгосударственная ассоциация производителей природного газа Америки (INGAA), Инк.», Инфраструктура среднего уровня в Северной Америке до 2035 года, июнь 2018 года.
- 2 Фрэнк Алонсо и Кэролин А.Е. Гринвелл, «Подземные и накладные расходы: сравнение стоимости проведения линий электропередачи и снижение воздействия», презентация на конференции Electric Light & Power Executive, февраль 2013 г., доступно по ссылке www.elp.com/articles/powergrid_international/print/volume-18/issue-2/features/underground-vs-overhead-power-line-installation-cost-comparison.html
- 3 Программа Natural Gas Star «Рекомендуемые технологии для сокращения выбросов метана», программа Агентства по охране окружающей среды США (US EPA), доступно по ссылке: www.epa.gov/natural-gas-star-program/recommended-technologies-reduce-methane-emissions
- 4 Обязательное правило отчетности по парниковым газам (MGGR) для систем нефти и природного газа, 40 CFR, часть 98, подраздел W
- 5 Occidental Petroleum Corporation и Калифорнийская независимая нефтяная ассоциация «Конфигурация башни для улавливания паров/VRU», презентация на семинаре по передаче технологий для производителей Natural Gas STAR, август 2007 г.
- 6 Кент А Пеннибейкер, «Оптимизация конструкций полевых компрессорных станций», для компании River City Engineering Inc, Общество инженеров-нефтяников, март 1998 г.
- 7 US EPA, 2017 Программа отчетности по парниковым газам Промышленный профиль: системы нефти и природного газа
- 8 Сокращение промышленных выбросов углеводородов в масштабах всей отрасли (SHER) и подгруппа без резервуаров «Автоматическая откачка нефти потребителю (LACT) и снижение количества нефтяных резервуаров», июль 2018, доступно по ссылке www.drive.google.com/open?id=INMareyGM9jXizG5uXM-mzHuoZqrJKM5e
- 9 Агентство по охране окружающей среды США, Справочный документ технической поддержки для предлагаемого пересмотра стандартов эффективности нового источника 40 CFR, часть 60, подраздел OOOOa, сентябрь 2018 года.
- 10 MPLX LP, «Системы для сокращения выбросов со стартеров/приемников на трубопроводах», доступно по ссылке www.mplx.com/content/documents/mplx/markwest/Launcher%20Receiver%20Design%20Detail.pdf
- 11 US EPA, «Информационный бюллетень по закону о чистоте воздуха MarkWest», май 2018 г. Доступно по ссылке www.epa.gov/enforcement/markwest-clean-air-act-settlement-information-sheet
- 12 Стандарты производительности нового источника (NSPS) 40 CFR Часть 60.18 Общее устройство контроля и требования к производственной практике
- 13 Компания Anguil Environmental Systems Inc, Обработка аминного хвоста, доступно по ссылке www.anguil.com/case-studies/natural-gas-processing/amine-tail-gas-treatment



METHANE
GUIDING
PRINCIPLE