

Опыт компании «BP» по сокращению эмиссии метана



Встреча с делегацией
Республики Туркменистан

9 ноября 2011 г.
Фармингтон, Нью Мексико

Рейд Смит
«BP»

Старший консультант по вопросам парниковых
газов и качества воздуха



Содержание

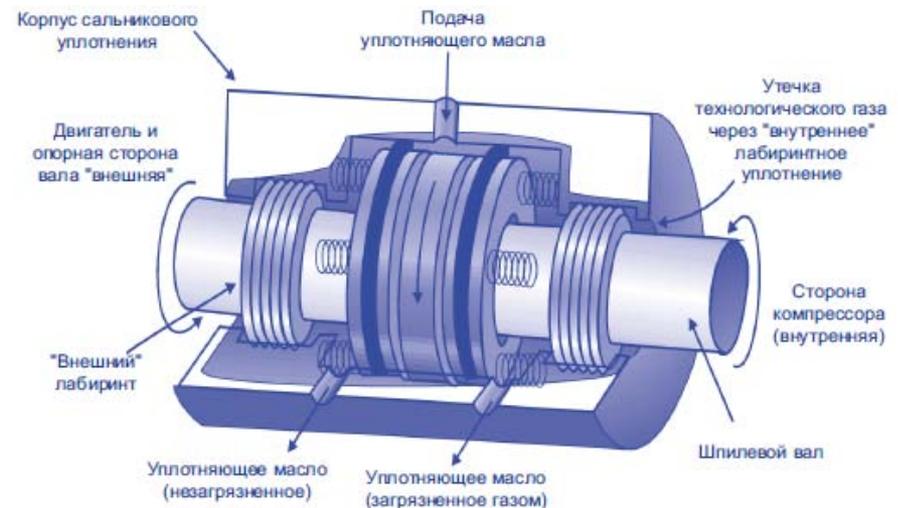
- 🔥 Масляные уплотнения в центробежных компрессорах
- 🔥 Переоборудование/Установка сухих уплотнений
- 🔥 История исследования в районе Норт Слоуп (North Slope) штата Аляска
- 🔥 Технологический процесс в районе Норт Слоуп
- 🔥 Центральная компрессорная станция
- 🔥 Установка улавливания паров уплотнительных масел, полученных из сернистых нефтей
- 🔥 Результаты до проведения совместного исследования: измерения, проведенные компанией «BP» на ЦКС
- 🔥 Предварительные результаты исследования: измерение скорости потока
- 🔥 Области применения/Преимущества
- 🔥 Выводы и следующие шаги
- 🔥 Контактная информация

Масляные уплотнения в центробежных компрессорах

- ⚡ Масло уплотнения циркулирует под высоким давлением между кольцами вокруг штока компрессора
- ⚡ Масло поглощает газ с внутренней стороны
 - ⚡ Небольшое количество газа просачивается через масляное уплотнение
 - ⚡ При разгазировании масла уплотнения происходит выпуск метана в атмосферу
- В масляных уплотнениях небольшое количество газа просачивается через торцевое уплотнение
- Большинство выбросов происходит при разгазировании масла уплотнения
- При таком разгазировании объем выбросов может достигать от 1,1 до 5,7 м³/мин.
- Одна из компаний-партнеров программы Natural Gas STAR сообщила о выбросах, достигающих объема в 2 124 м³/день



Источник: компания PEMEX

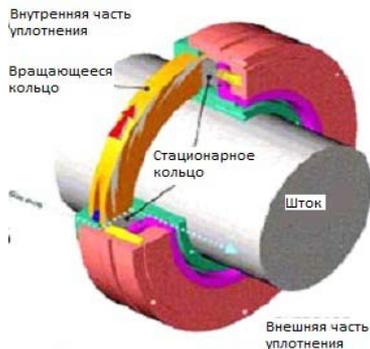


Традиционное решение: Переоборудование/Установка сухих уплотнений

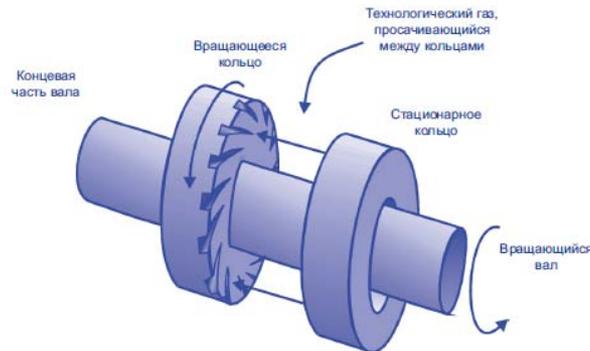
- 🔥 Сухие уплотнения:
 - 🔥 Скорость утечки - 0,8-5,1 м³/час (0,01-0,08 м³/мин.)
 - 🔥 Объем выбросов значительно ниже, чем 1,1-5,7 м³/мин. от масляных уплотнений
- 🔥 Экономически эффективное решение для новых компрессоров
- 🔥 Значительные капитальные затраты и время простоя оборудования в случае переоснащения компрессора
 - 🔥 Для более подробной информации см. документ по «Опыту применения»
- 🔥 Существует альтернативный подход, позволяющий осуществить более экономически эффективное разгазирование масла уплотнения и переоснащение установки улавливания паров при уменьшении времени простоя

Сухие уплотнения не позволяют газу утекать при вращении штока

Двойные сухие уплотнения



Источник: компания REMEX

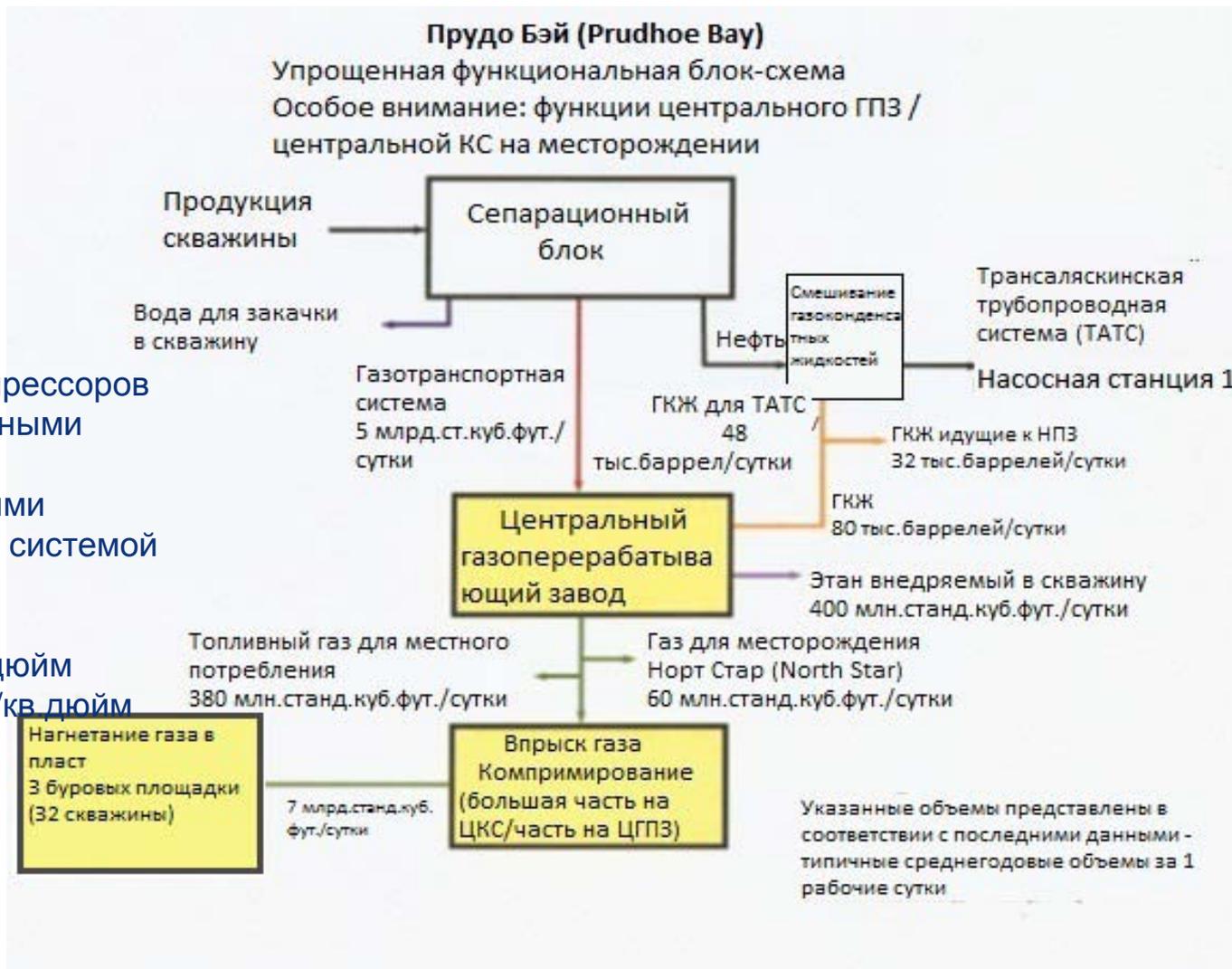


История исследования в районе Норт Слоуп (North Slope) штата Аляска

- 🔥 Несколько лет назад представители программы Natural Gas STAR получили информацию от компаний (в устной форме) о потенциальной возможности сокращения выбросов метана в районе Норт Слоуп
 - 💡 Теоретический пример был составлен и представлен компаниям-партнерам программы Natural Gas STAR на семинарах, а также в информационном письме весной 2009 г.
- 🔥 При проведении измерений «BP» обнаружила систему улавливания паров от масляных уплотнений на своих центробежных компрессорах в районе Норт Слоуп
 - 💡 Предварительные результаты измерений показали, что было захвачено более 99% газа от масляных уплотнений, который иначе был бы выпущен в атмосферу из резервуара разгазирования
- 🔥 Это привело к совместному проведению компанией «BP» и представителями программы Natural Gas STAR подробного исследования альтернативных способов улавливания паров от масляных уплотнений
 - 💡 Система улавливания, отделяющая газ от загрязненного уплотняющего масла до передачи его в резервуар разгазирования
 - 💡 Захваченный газ расходуется в различных направлениях: на факельное сжигание, к всасу компрессора, используется в качестве топливного газа низкого давления или в качестве турбинного топлива с давлением в ~273 фунт. на кв. дюйм (18,6 бар)
 - 💡 Подобная система позволяет сократить объем выбросов из резервуара разгазирования (более подробное описание на следующем слайде)

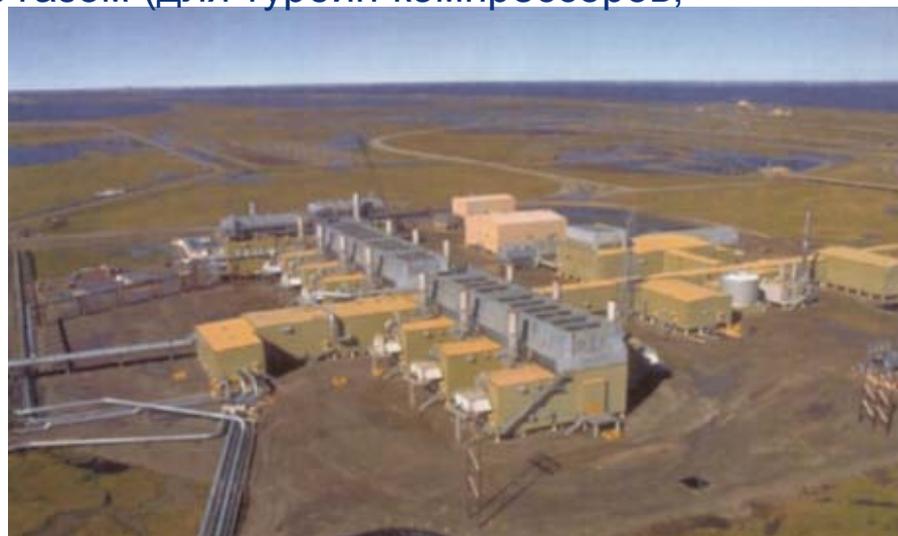
Технологический процесс в районе Норт Слоуп

~100 центробежных компрессоров
Практически все с масляными уплотнениями
Все установки с масляными уплотнениями оснащены системой улавливания паров
Давление:
всасывание - 3 фунт./кв.дюйм
Нагнетание - 4 700 фунт./кв. дюйм

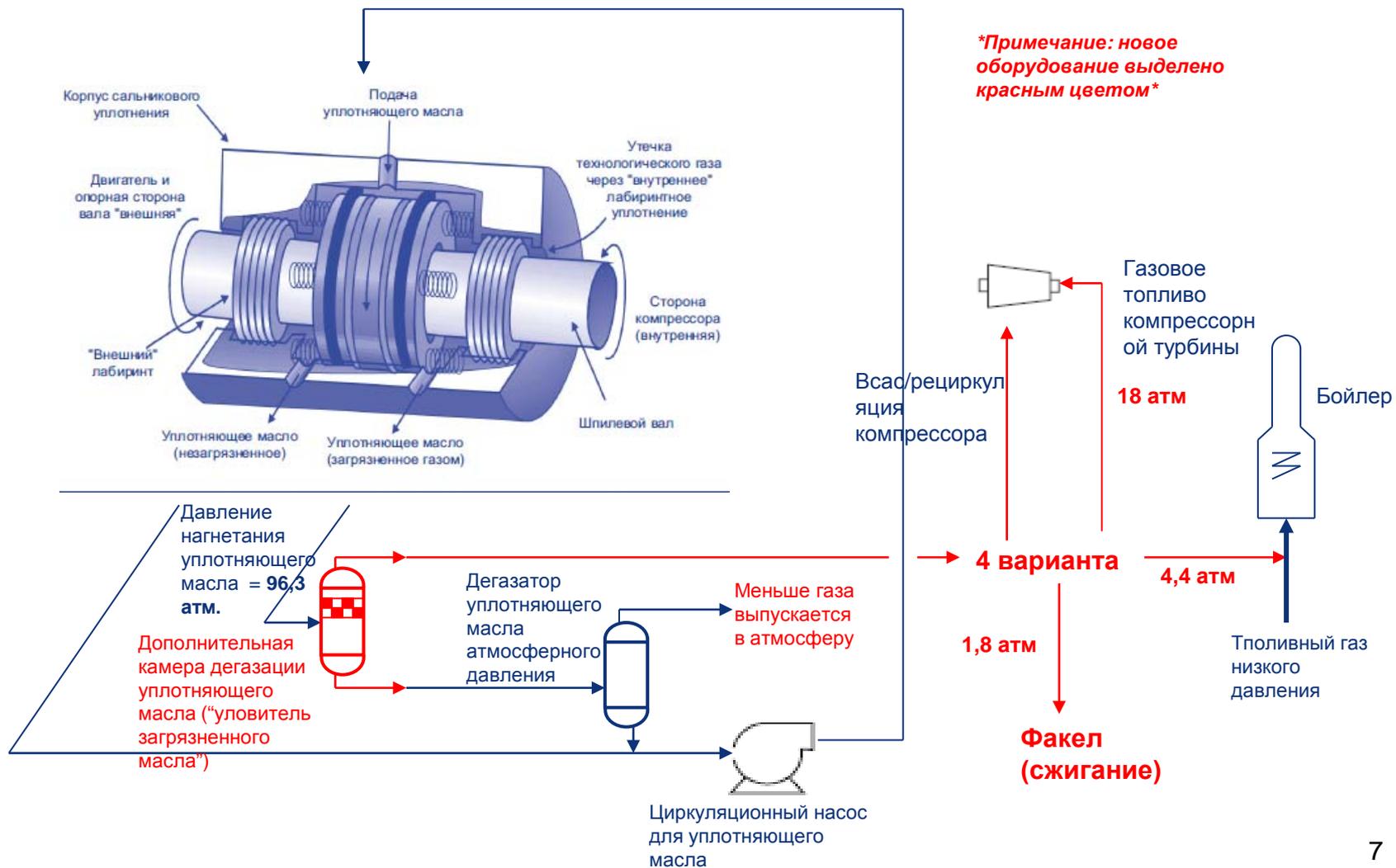


Центральная компрессорная станция (ЦКС)

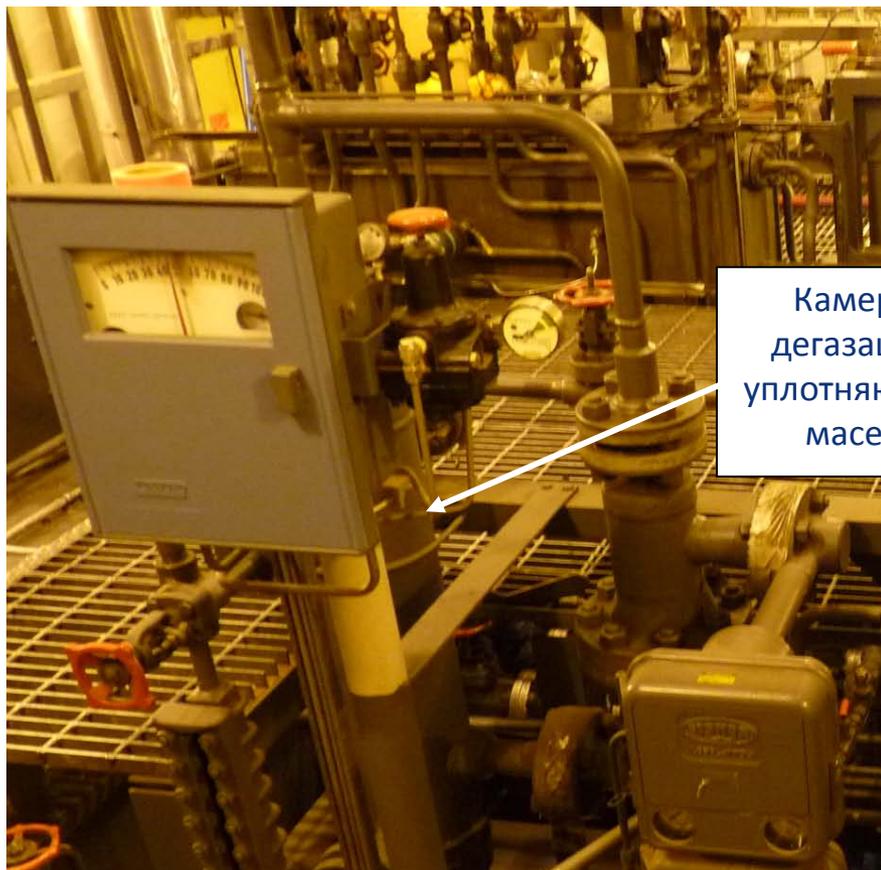
- ⚡ Самая крупная в мире компрессорная станция (мощность ~238 млн. м³/день)
- ⚡ Сухой газ поступает из центрального газоперерабатывающего завода, подвергается сжатию до высокого давления и затем направляется на буровые площадки для нагнетания в пласт (~200 млн. м³/день при давлении в 3 600-4 000 фунт./кв.дюйм)
- ⚡ 15 компрессоров (общей мощностью в 537 000 л.с.)
 - ⚡ 9 компрессоров низкого давления (1^{ой} ступени), соединенных параллельно
 - ⚡ 4 компрессора высокого давления (2^{ой} ступени), соединенных параллельно
 - ⚡ 2 тандемных компрессора, соединенных параллельно (1^{ой} и 2^{ой} ступеней)
- ⚡ Потоки газа от установок улавливания паров от масляных уплотнений направляются к факелу на сжигание или в трубопровод с газом (для турбин компрессоров, нагревателей и защитного газового слоя в нефтехранилищах)



Система улавливания паров от уплотняющих масел из сернистых нефтей



Сепараторы дегазации уплотняющих масел



Камера
дегазации
уплотняющих
масел

Сепараторы/системы дегазации уплотняющих масел



Сепараторы дегазации уплотняющих масел



Результаты на ранней стадии: измерения, проведенные «ВР» на ЦКС

- 🔥 В таблице приведены показатели первоначальных измерений, проведенных «ВР» на компрессорах низкого и высокого давления, установленных на ЦКС, до осуществления исследования
- 🔥 Для расчета объема выделения в атмосферу углеводородов в общем и метана в частности
- 🔥 Захваченный газ: 0,92 млн.станд.куб.фут./сутки газового топлива низкого давления;
- 🔥 3,7 млн.станд.куб.фут./сутки турбинного топлива высокого давления

	Компрессор высокого давления	Компрессор низкого давления
Скорость продувки азотом (станд.куб.фут./час)	33	25
Анализ выбросов (моляр. %)		
Азот	43,846	86,734
Метан	37,872	6,93
Всего углеводороды + CO ₂	56,1540	13,2660
Итого выпуск метана в атмосферу (станд.куб.фут./мин.)	0,4751	0,0333
Итого выделение технологического газа (станд.куб.фут./мин.)	0,7044	0,0637
Количество уплотнений	2	2
Итого выпуск метана в атмосферу (станд.куб.фут./мин. на 1 уплотнение)	0,2375	0,0166
Итого выделение технологического газа (станд.куб.фут./мин. на 1 уплотнение)	0,3522	0,0319
“Средний” объем газа в загрязненном масле 1 уплотнения (стан.куб.фут./мин.)	108	108
% захваченного газа	0,997	1,000

Предварительные результаты: Измерение скорости потока



- В таблице представлены замеры крыльчатого анемометра, снятые до и во время проведения исследования
- Окончательные результаты еще не утверждены, но первичные результаты замеров на ЦКС, в общей сложности, показывают результаты, сопоставимые с результатами замеров до проведения исследования

Показатели скорости оборота на ЦКС – во время проведения исследования												
Объект	Номер компрессора	Тип компрессора		Кол-во уплотнений на резервуаре	Диаметр выхлопной трубы	Скорость эмиссии за 1 мин. - ср. арифметическое	Скорость эмиссии за 1 мин. - ср. арифметическое	Скорость эмиссии за 1 мин. - ср. арифметическое	Площадь выхлопа газа			Продукта азота
					дюйм	м/сек	м/сек	м/сек	кв.фут	кв.фут / мин.	ст.куб.фут./мин	ст.куб.фут./мин
ЦКС	K-18-1801	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.36	0.38	0.28	0.022	66.9	1.5	
			Выбросы из резервуара уплотняющего масла		4	0.35	0.34	0.37	0.087	69.6	6.1	
ЦКС	K-18-1809	Газонагнетательный компрессор 2ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.42	0.4	0.2	0.022	66.9	1.5	
			Выбросы из резервуара уплотняющего масла		4	0.6	0.57	0.61	0.087	129.9	11.3	
Velocity Readings - Prior to Study												
ЦК Эндикотт	K-E3-1510/20/30A	Основной А (1ой, 2ой, 3ей ступеней)	Выбросы из резервуара дегазации	6	2	0.86	0.8	0.48	0.022	140.4	3.1	
ЦК Эндикотт	K-E3-1510/20/30A	Вторая выхлопная труба	Выбросы из резервуара дегазации	6	6	0.87	0.52	0.71	0.196	137.8	27.1	
											30.1	
ЦК Эндикотт	K-E3-1510/20/30B	Основной В (1ой, 2ой, 3ей ступеней)	Выбросы из резервуара дегазации	6	2	3.84	3.5	3.15	0.022	688.1	15	
ЦК Эндикотт	K-E3-1510/20/30B	Вторая выхлопная труба	Выбросы из резервуара дегазации	6	6	2.68	2.14	4.67	0.196	622.5	122.3	
											137.3	
ЦК Эндикотт	C-1501/02B	Дожимный компрессор В (1ой и 2ой ступеней)	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.64	0.42	0.67	0.022	113.5	2.5	
ЦК Эндикотт	C-1501/02B	Вторая выхлопная труба	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.54	0.39	0.46	0.021825	91.2	2.0	
											4.5	
Участок добычи Лизборн	K-52-1807	Компрессоры повторной заправки	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.82	0.91	0.83	0.022	167.9	3.7	
Участок добычи Лизборн	K-52-1808	Компрессоры повторной заправки	Выбросы из резервуара дегазации		2	1.44	1.73	1.6	0.022	312.9	6.8	
Участок добычи Лизборн	K-42-1801	STV/P компрессоры	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.82	0.93	1.06	0.022	184.3	4.0	
Участок добычи Лизборн	K-42-1801	Вторая выхлопная труба	Выбросы из резервуара дегазации		4	0.96	0.58	0.52	0.087	135.1	11.8	
											15.8	
ЦКС	K-18-1801	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.3	0.33	0.32	0.022	62.3	1.4	
ЦКС	K-18-1802	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.54	0.56	0.45	0.022	101.7	2.2	
ЦКС	K-18-1803	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.45	0.15	0.19	0.022	51.8	1.1	
ЦКС	K-18-1804	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.05	0.17	0.06	0.022	18.4	0.4	
ЦКС	K-18-1805	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	2.65	2.67	2.52	0.022	514.3	11.2	
ЦКС	K-18-1806	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.38	0.74	0.56	0.022	110.2	2.4	
ЦКС	K-18-1807	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0	0.04	0.22	0.022	17.1	0.4	
ЦКС	K-18-1808	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.2	0.09	0.09	0.022	24.9	0.5	
ЦКС	K-18-1813	Газонагнетательный компрессор 1ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.54	0.64	0.65	0.022	120	2.6	
ЦКС	K-18-1809	Газонагнетательный компрессор 2ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.54	0.42	0.29	0.022	82	1.8	
ЦКС	K-18-1810	Газонагнетательный компрессор 2ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	1.17	0.46	0.34	0.022	129.2	2.8	
ЦКС	K-18-1811	Газонагнетательный компрессор 2ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	1.44	1.38	0.59	0.022	233.7	4.9	
ЦКС	K-18-1812	Газонагнетательный компрессор 2ой ступени	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.38	0.43	0.4	0.022	79.4	1.7	
ЦГПЗ	K-19-1802A/B	Дожимный компрессор № 2	Выбросы из резервуара дегазации	2	3	0.26	0.31	0.93	0.049	98.4	4.8	
ЦГПЗ	K-19-1802A/B	Вторая выхлопная труба	Выбросы из резервуара дегазации		3	0.36	0.25	0.82	0.049	93.8	4.6	
											9.4	
ЦГПЗ	K-19-1805	M компрессор	Выбросы из резервуара дегазации	2	2	0.49	0.4	0.38	0.022	83.3	1.8	
ЦГПЗ	K-19-1805	Вторая выхлопная труба	Выбросы из резервуара дегазации		2	9.98	9.55	9.77	0.022	1922.1	42	
											63.6	

Измерение объема выбросов от компрессоров ЦКС



Вид вблизи



Проверка с помощью инфра красной камеры «FLIR» («Флир»)



Wet Seal.wmv



MOD-4904_GT-1801.avi

Области применения/преимущества для нефтегазовых компаний

- ❖ В соответствии с результатами данного исследования, эта система улавливания паров от уплотняющих масел из сернистых нефтей может послужить экономически эффективной альтернативой переоснащению центробежных компрессоров сухими уплотнениями
 - ❖ На сегодняшний день в нефтегазовой промышленности наблюдается преобладание сухих уплотнений, которые, как правило, дешевле нежели масляные
 - ❖ Переоснащение старых компрессоров сухими уплотнениями, тем не менее, остается дорогостоящим – от 250 тыс. до 1 млн. долл. США на 1 компрессор
 - ❖ Установка систем улавливания паров от уплотняющих масел из сернистых нефтей на компрессорах с масляными уплотнениями требует значительно меньших капитальных затрат, непродолжительной приостановки работы компрессора или перебой газоснабжения
- ❖ Публикация результатов исследований помогает компаниям как сократить эмиссию метана, так и экономически эффективно использовать захваченный газ

Области применения/Преимущества

- 🔥 Капитальные затраты включают в себя:
 - 💧 Промежуточный дегазатор (“уловитель уплотняющих масел из сернистых нефтей”)
 - 💧 Новая система труб
 - 💧 Газовый каплеуловитель/фильтр
 - 💧 Регулятор давления для трубопровода подачи топливного газа

- 🔥 Краткое описание проекта:
 - 💧 Меньшие капитальные затраты по сравнению установкой сухих уплотнений
 - 💧 Предотвращение выброса в атмосферу большинства газов из масляных уплотнений и более эффективная эксплуатация компрессорной станции
 - 💧 Приток денежных средств менее чем через месяц

Краткое описание проекта: Захват и утилизация выбросов от дегазации уплотняющих масел				
Технологические требования	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Центробежные компрессоры с системой масляных уплотнений ▪ Использование топливного газа низкого давления вблизи от компрессорной станции ▪ Новые эвапораторы промежуточного давления, топливные фильтры и регуляторы давления 			
Затраты на покупку и установку оборудования	22 000 долл. США ¹			
Годовые затраты на трудоресурсы и ТО	минимальные			
Экономия метана	1,8 млн. м ³			
Цена газа на тыс.м ³	1	\$105	\$175	\$250
Стоимость экономии газа		\$189 000	\$315 000	\$450 000
Срок окупаемости (мес.)		1,4	0,8	0,6

¹ С учетом обычной скорости потока уплотняющего масла в размере 14,2 литров/мин. (3,75 галлонов/мин.)

Выводы и следующие шаги

- Предварительные результаты являются весьма обнадеживающими и указывают на то, что улавливание паров от масляных уплотнений центробежных компрессоров представляет собой рентабельную альтернативу для компаний
- На сегодняшний день компания «BP» и представители программы Natural Gas STAR продолжают анализ данных, полученных во время исследования
- «BP» и Natural Gas STAR собираются продолжить сотрудничество в рамках данного исследования с целью составления полного и подробного анализа системы улавливания паров от масляных уплотнений в районе Норт Слоуп
- «BP» и Natural Gas STAR собираются совместно опубликовать более подробные результаты исследования в одной из последующих статей



Контактная информация

Для получения более подробной информации
просьба направлять вопросы:

Роджер Фернандез

Natural Gas STAR

fernandez.roger@epa.gov

+1 (202) 343-9386

Рейд Смит

BP

gordon-reid.smith@bp.com

+1 (281) 384-3583

Сэнди Сустрим

ICF International

sseastream@icfi.com

+1 (703) 218-2562