



Methane to Markets



Снижение Выбросов Метана из Центробежных и Поршневых Компрессоров

Технологии и Стратегия Снижения Выбросов Метана
Семинар с Участием Независимых Российских
Производителей Нефти и Природного Газа

4 октября, 2010 г., Москва, Россия

Дон Робинсон, Вице-Президент
ICF International

Уплотнители Компрессоров - Программа

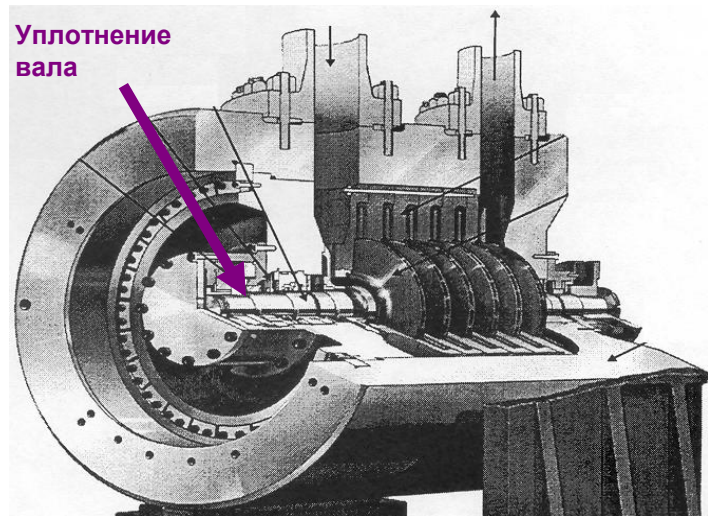
- Эмиссии метана от уплотнителей компрессоров в США
- Влажные уплотнители на центробежных компрессорах
 - Потери метана
 - Решения
 - Экономические показатели
 - Промышленный опыт/Новые возможности
- Уплотнение штока на поршневых компрессорах
 - Потери метана
 - Решения
 - Экономические показатели
 - Промышленный опыт/Новые возможности
- Контактная и дополнительная информация

Эмиссии Метана в Секторе Транспортировки Газа в 2008 г (97 млрд. ф³)



Потери Метана на Центробежных Компрессорах

- Небольшая утечка газа происходит с поверхности влажных уплотнителей центробежных насосов
 - Большая часть выбросов приходится на время освобождения циркулирующего масла от газа, который выпускается в атмосферу
 - Выбросы в атмосферу от дегазации масла уплотнителей могут достигать от 1,1 до 5,7 м³/минуту
 - Одна из Компаний-Партнёров Программы Natural Gas STAR сообщила об эмиссиях, достигающих 2 124 м³/сут

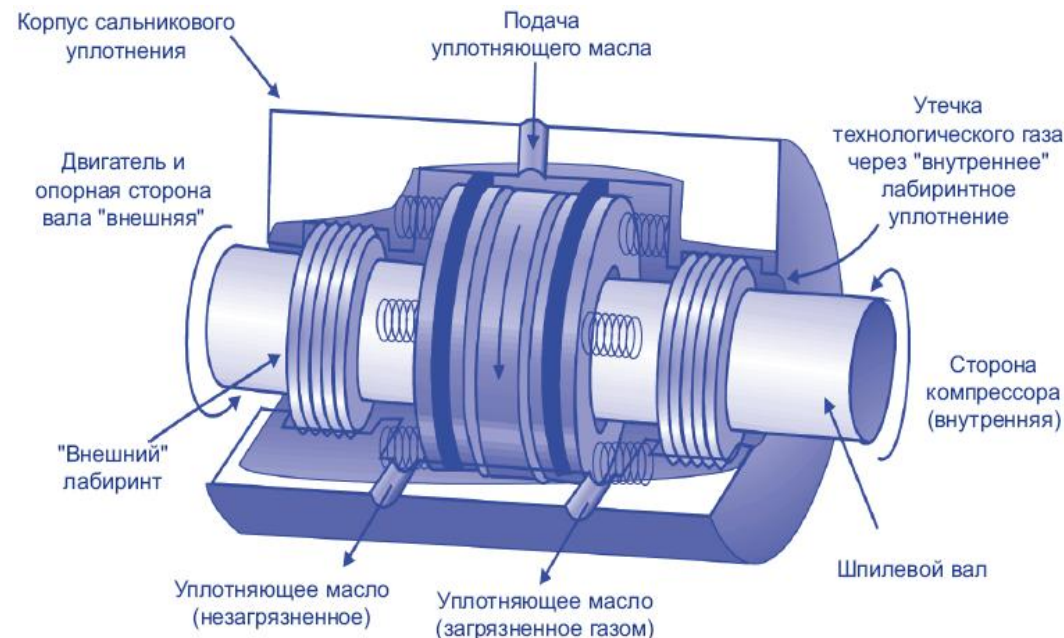


Влажные Уплотнители в Центробежных Компрессорах

- Используют масло, циркулирующее под высоким давлением между кольцами вокруг вала компрессора
- Газ поглощается маслом с внутренней стороны
 - Небольшой объём газа просачивается через масляную прокладку
 - Метан выдувается из масла и выпускается в атмосферу

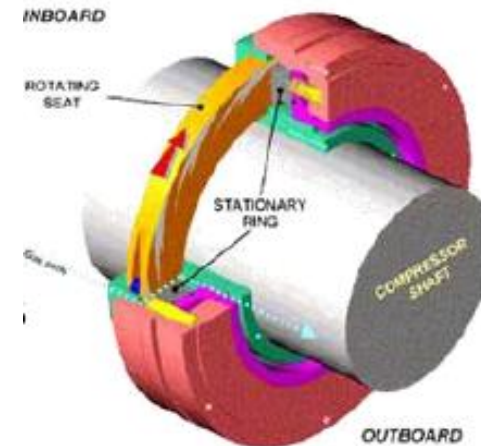


Источник: PEMEX

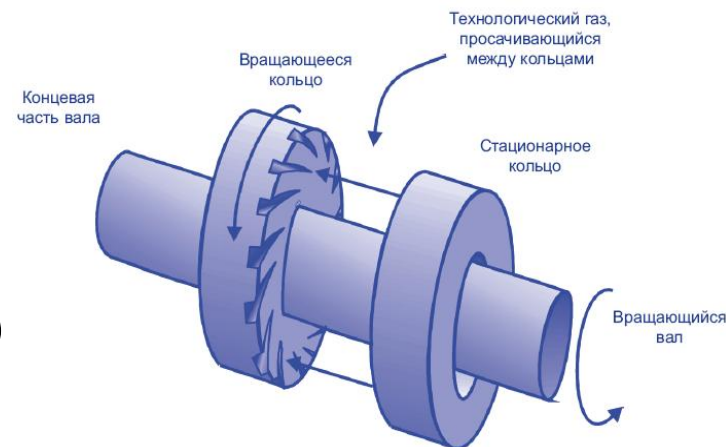


Решение для Влажных Уплотнителей - Заменить на Сухие

- Когда компрессор не вращается, стационарное кольцо сухого уплотнителя на передней части корпуса прижато к вращающемуся кольцу пружинами
- Когда вал компрессора вращается с высокой скоростью, газ прокачивается между колец с помощью выемок на вращающемся кольце, что создаёт барьер высокого давления, препятствующий утечке
- Может просачиваться лишь небольшой объём газа
- Часто применяются два уплотнителя одновременно
- Безопасное использование сухих уплотнителей возможно в компрессорах, работающих при давлении до 206 атмосфер (атм)



Источник: PEMEX

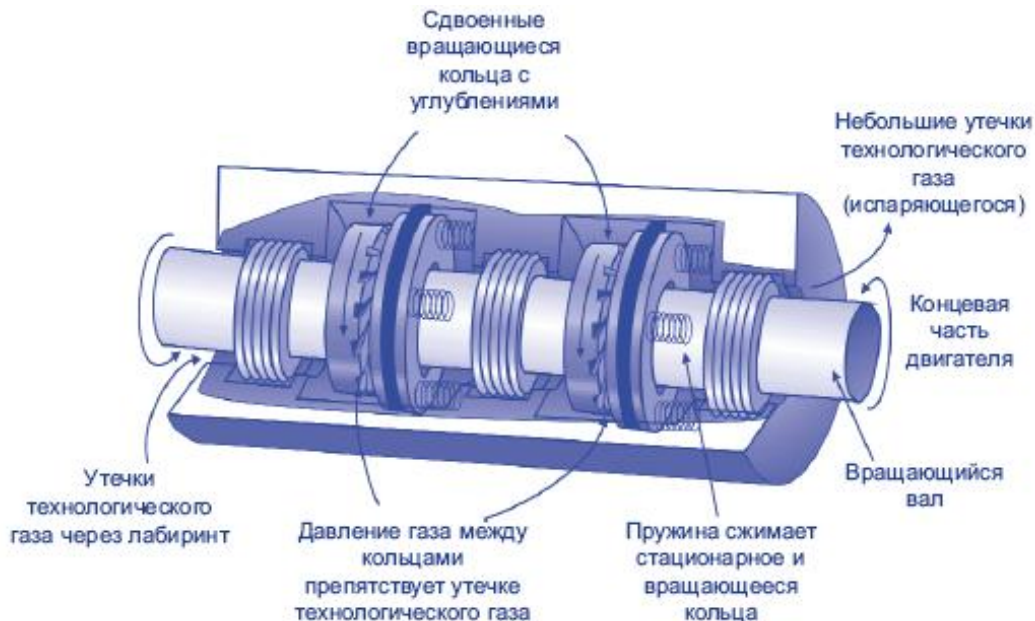


Сбережение Метана с Использованием Сухих Уплотнителей

- Типичный объём утечек через сухой уплотнитель составляет от 0,8 до 5,1 м³/час (от 0,01 до 0,09 м³/мин.)
 - существенно меньше по сравнению с утечками через влажные уплотнители (от 1,1 до 5,7 м³/мин.)
- Экономия газа в переводе на рубли составляет приблизительно от 5 000 000 до 30 000 000 руб. при цене **11 360 руб./Мсм¹**



Источник: PEMEX



¹Мсм = тысяча кубических метров

Экономический Анализ Замены Уплотнителей

- Сравните затраты и объёмы сбережения метана для компрессора "балочного" типа со штоком 15,2 см (6 дюймов)

Категория Затрат	Сухой уплотнитель (руб.)	Влажный Уплотнитель (руб.)
Стоимость работ¹		
Стоимость уплотнителей (2 сухих по цене 414 720 руб./шток-дюйм, с тестированием)	4 976 640	
Стоимость уплотнителей (2 влажных по цене 207 390 руб./шток-дюйм)		2 488 680
Другие затраты (проектирование, установка оборудования)	4 976 640	0
Общая стоимость работ	9 953 280	2 488 680
Годовые расходы на эксплуатацию и техобслуживание	433 150	3 145 730
Годовые эмиссии метана (при цене 11 360 руб./тыс. м ³ ; 8 000 часов/год)		
2 сухих уплотнителя при суммарной эмиссии 12 м³/час	1 090 560	
2 влажных уплотнителя при суммарной эмиссии 168 м³/час		15 267 840
Суммарные затраты за 5-летний период	12 119 030	18 217 330
Общая экономия от сухих уплотнителей за 5 лет		
Экономия	6 098 300	
Снижение выбросов метана (млн м³)	6 24	

¹Корпорация Flowserve (обновленные данные о затратах и сбережениях)

Опыт Промышленности – PEMEX (Мексиканская Газодобывающая Компания)

- На производственном участке компании PEMEX находились 46 компрессоров с влажными уплотнителями
- На трех из них была произведена замена на сухие уплотнители¹
 - Затраты составили 13 639 680 руб./компрессор
 - Экономия газа 580 500 м³ /компрессор/год
 - Экономия затрат 6 594 480 / компрессор/год в виде сэкономленного газа¹
- Только за счет сбережения газа срок окупаемости составит 2,1 года²
- Есть планы последующей установки сухих уплотнителей



Источник: PEMEX

¹Все данные основаны на опыте Партнеров и представлены в виде экономических показателей для США, **в пересчете на Российскую валюту.**

²При цене газа 11 360 руб./тыс. куб. м

Сверхзвуковой Газовый Инжектор: TransCanada (Канадская Газопроводная Компания)

- Разработан для улавливания отходящих газов очень низкого давления и обратной закачки в поток газа высокого давления без использования механизма вращения
- Экономия
 - Сбережение 113 000 м³/год газа на одном компрессоре
 - Стоимость природного газа 1 283 680 руб./год/блок при цене 11 360 руб./тыс. куб.м
 - Отсутствие эксплуатационных расходов



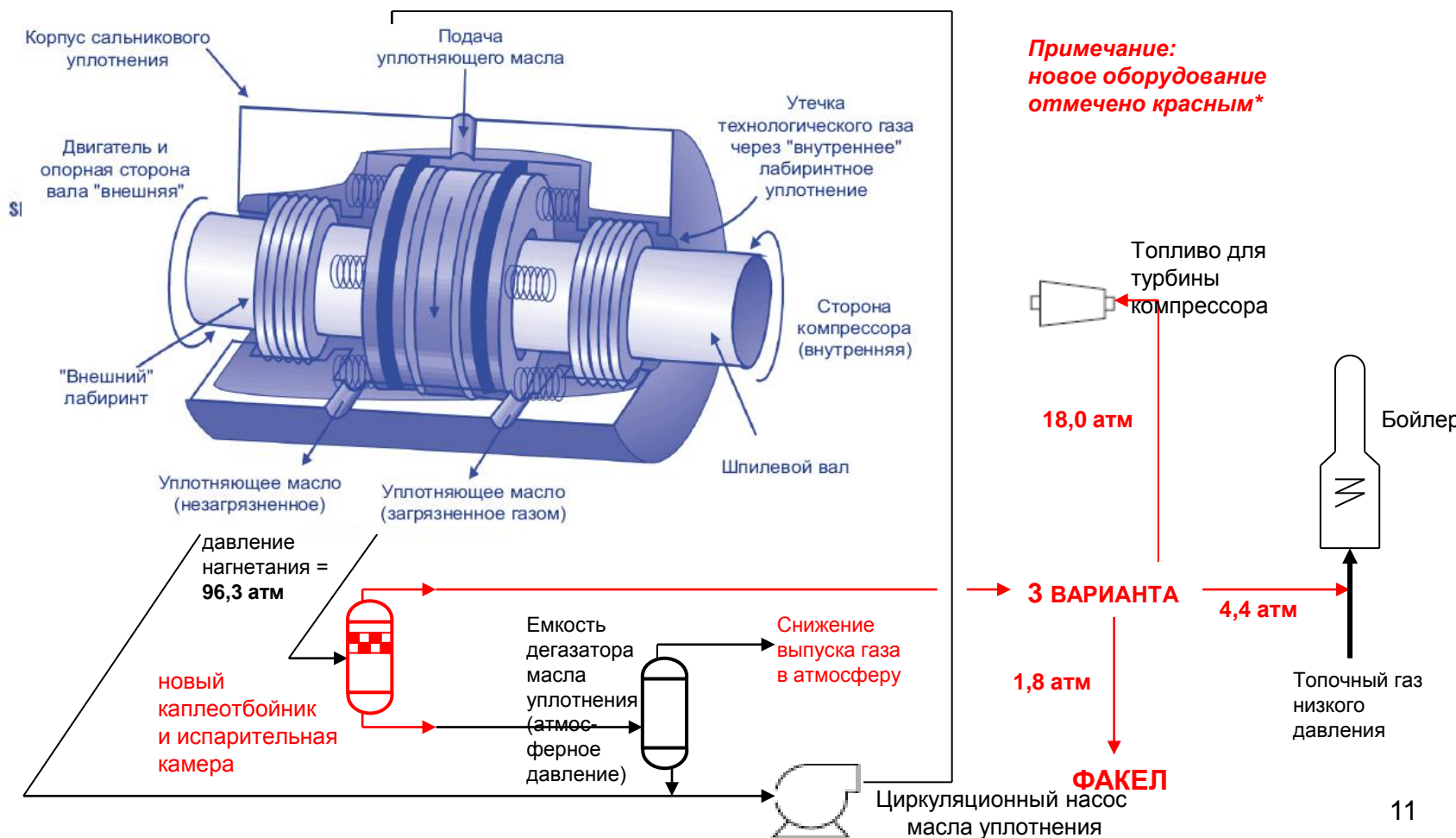
Источник: TransCanada

Поиск Новых Возможностей

- Компании находят новые технологии и методы для снижения эмиссий
- Одна из Компаний-Партнёров дегазирует масло влажных уплотнителей в топливный газовый котёл низкого давления, используя газ:
 - как турбинное топливо
 - как топливо низкого давления
 - для сжигания в факелах
- Предотвращается выветривание в атмосферу большинства газовых эмиссий от масла уплотнителей
- Капитальные затраты меньше, чем с применением сухих уплотнителей
- Компания-Партнёр доложила о снижении эмиссий на $3,1 \text{ м}^3/\text{минуту}$ ($110 \text{ фут}^3/\text{минуту}$) на уплотнитель при направлении газа на турбинное топливо

Поиск Новых Возможностей - Продолжение

- Партнеры используют дегазацию масла уплотнителей, рекуперацию и применение выпусков газа:



Поиск Новых Возможностей - Продолжение

- Капиталовложения включают стоимость:
 - промежуточной ёмкости дегазатора
 - новых труб
 - газового каплеотбойника/фильтра
 - регулятора давления для линии топочного газа

- Сводная информация о проекте:
 - Менее капиталоемкий, чем переход на сухие уплотнители
 - Снижает эмиссии и одновременно улучшает производительность участка
 - На доходность выходят менее чем через месяц

СВОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ : УЛАВЛИВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ОТ ДЕГАЗАЦИИ МАСЛА			
Технические требования	<ul style="list-style-type: none"> ■ центробежный компрессор с системой масляного уплотнения ■ близлежащий потребитель топочного газа низкого давления ■ новая испарительная камера, топливный фильтр, регулятор давления 		
Капитальные затраты и стоимость монтажных работ	675 840 руб. ¹		
Ежегодные затраты на рабочую силу и эксплуатационные затраты	Минимальные		
Экономия метана	1,8 млн. куб. м		
Цена за тыс. куб. м газа, руб.	5 680	11 360	17 040
Стоимость сэкономленного газа, руб.	10 224 000	20 448 000	30 672 000
Срок окупаемости (месяцы)	0.8	0.4	0.3

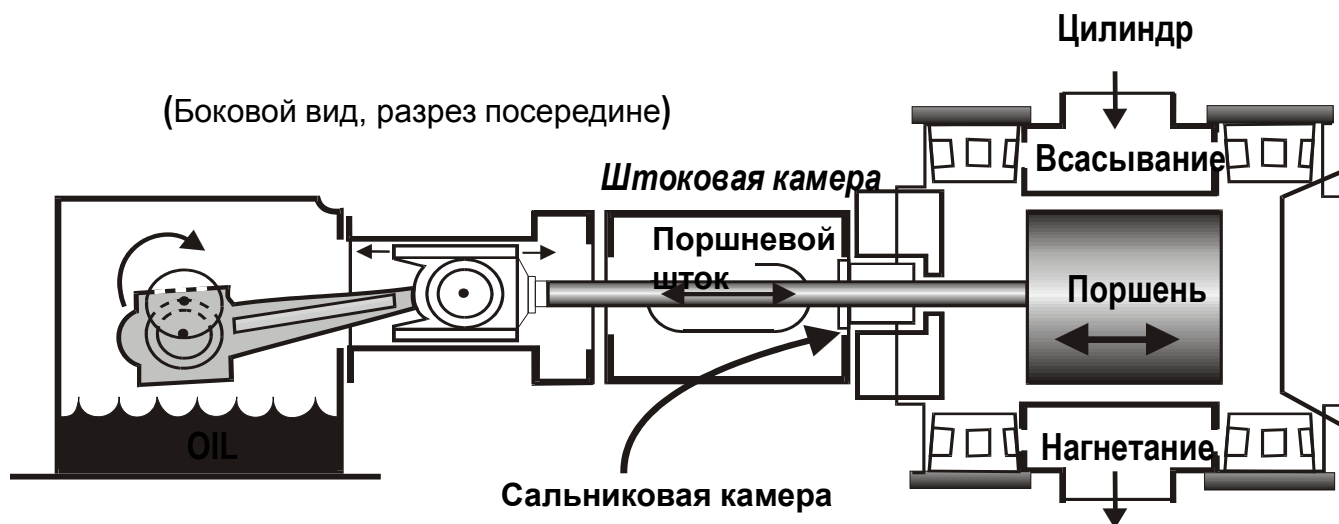
¹В предположении о типичном расходе масла в уплотнителе 14,20 л/мин (3,75 галлон/мин)

Уплотнители Компрессоров - Программа

- Эмиссии метана от уплотнителей компрессоров в США
- Влажные уплотнители на центробежных компрессорах
 - Потери метана
 - Решения
 - Экономические показатели
 - Промышленный опыт/Новые возможности
- Уплотнение штока на поршневых компрессорах
 - Потери метана
 - Решения
 - Экономические показатели
 - Промышленный опыт/Новые возможности
- Контактная и дополнительная информация

Утечка Метана из Поршневых Компрессоров

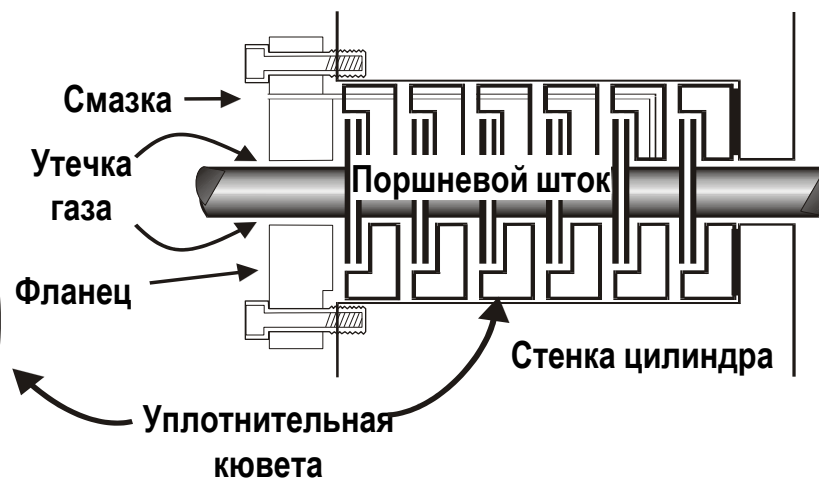
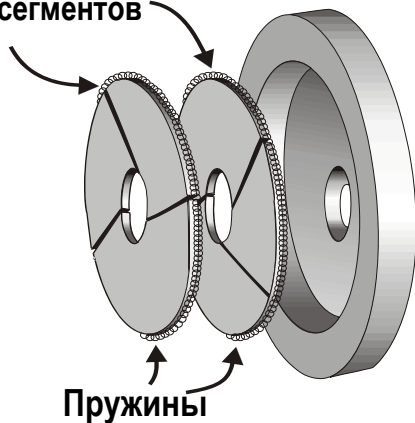
- Все системы уплотнения в поршневых компрессорах в нормальных условиях дают утечку
 - Новая система уплотнения может пропускать от 0,3 до 1,7 м³/час
 - У изношенных систем отмечался уровень эмиссии до 25,5 м³/час



Уплотнение Штока в Поршневом Компрессоре

- Несколько пар разрезных колец, хорошо подогнанных по штоку для создания газового затвора
- Утечки все же могут происходить через опорное кольцо, через уплотнительные кюветы, через уплотнительные кольца, и между кольцами и штоком

Два кольца, каждое из которых состоит из трех сегментов



Сжатый под давлением газ в цилиндре

(Боковой вид, в разрезе)

Утечка Метана из Уплотнения Штока

Эмиссия из компрессора в рабочем режиме	24 600	м ³ /год-уплотнитель
Эмиссия из компрессора под давлением/в простое	36 000	м ³ /год-уплотнитель
Утечки из сальниковой камеры	19 500	м ³ /год-уплотнитель
Утечки из штоковой камеры	8 500	м ³ /год-уплотнитель

Утечка из Уплотнителей Штока на Компрессорах в Рабочем Режиме				
Тип уплотнителя	Бронза	Бронза/Сталь	Бронза/Тефлон	Тефлон
Утечка (м ³ /year)	17 300	15 700	37 300	5 900

Утечка из Уплотнителей Штока на Герметичных Компрессорах/в Простое				
Тип уплотнителя	Бронза	Бронза/Сталь	Бронза/Тефлон	Тефлон
Утечка (м ³ /год)	17 400	Нет данных	36 500	5 400

Решение: Экономически Эффективная Замена

- Измерить утечки из уплотнителей штока
 - Во время замены колец - после приработки
 - Периодически после этого
- Оценить стоимость замены уплотнителей
- Вычислить "порог рентабельности замены"
 - Партнеры могут вычислять порог для всех видов замены
 - Провести экономический расчет восстановления капитала
- Произвести замену уплотнения, когда ожидаемое сокращение утечек окупит затраты

Экономически оправданный порог рентабельности замены ($\text{м}^3/\text{час}$) =

Где:

CR = Стоимость замены (**руб.**)

DF = Дисконтный коэффициент при процентной ставке i

H = Часы работы компрессора за год

GP = Цена на газ (**руб.**/тыс. куб. м)

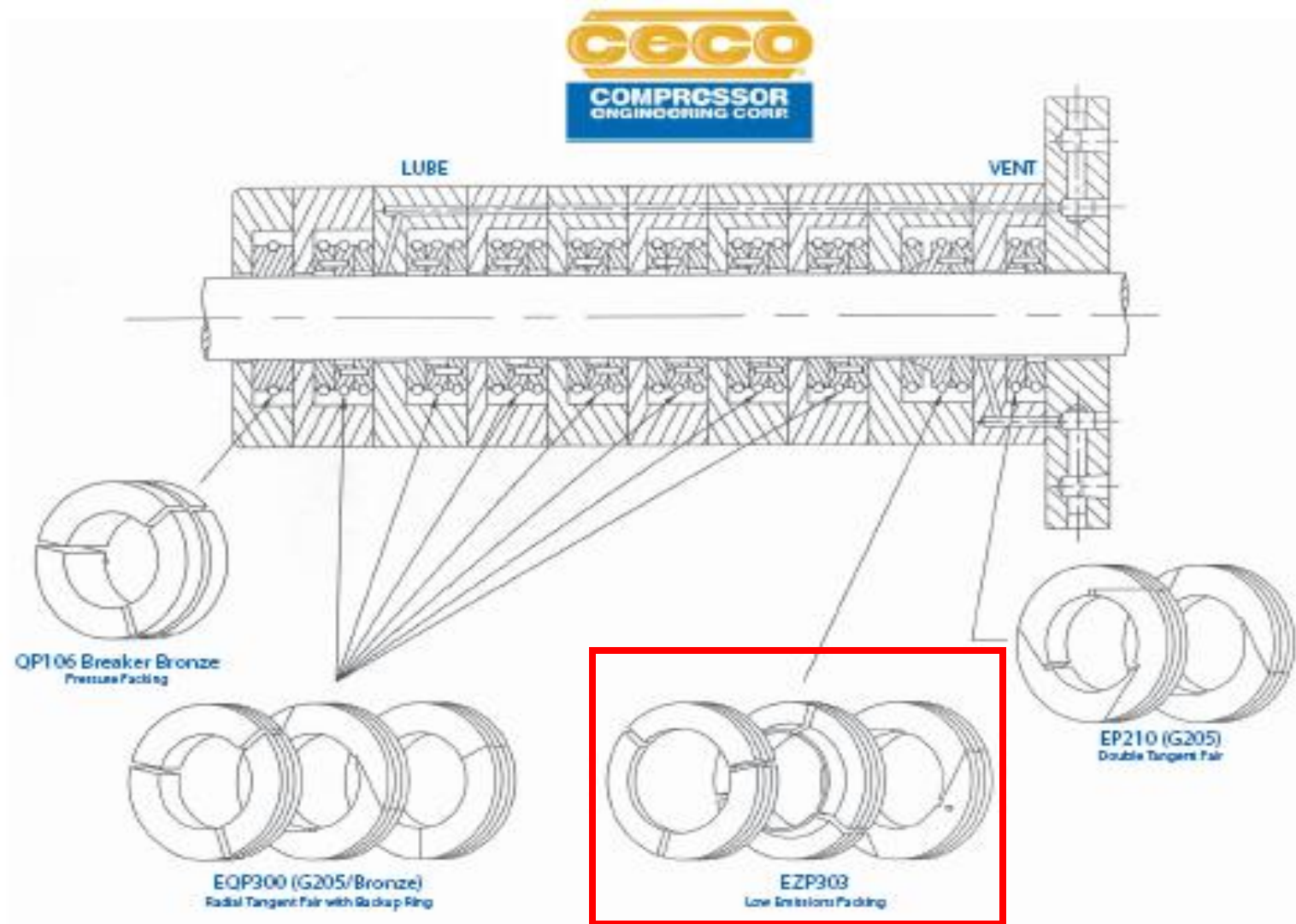
$$\frac{CR * DF * 1,000}{(H * GP)}$$

$$DF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Больше Возможностей: Система для Снижения Эмиссии (LER)

- Прижимная сила устраняет зазоры и обеспечивает плотную герметизацию поверхности кюветы
- LER - это статическое, а не динамическое уплотнение, поэтому оно не требует давления для активирования сальника
- Установка подобной системы возможна на действующих сальниковых камерах при минимальных модификациях или полном их отсутствии

Уплотнение LEP: Конфигурация



Ориентация в Кювете



LEP: Система для Снижения Эмиссии
Ориентация Колец P303

Причины Использования LEP

- Модернизация не требует значительных средств
- Существенное снижение выбросов парникового газа является основной выгодой
- Нефтеперерабатывающие, нефтехимические, пневмосортирующие предприятия используют этот подход в течение многих лет для минимизации летучих выбросов

Опыт Промышленности – *Northern Natural Gas* (Газопроводная Компания в США)

- Осуществлялся мониторинг выбросов на двух объектах
 - Утечки на объекте А достигали 301 литров/минуту (18 м³/час)
 - Утечки на Объекте Б достигали 105 литров/минуту (6 м³/час)
- Установлена система для снижения эмиссии (LEP)
 - В настоящее время проходит тестирование
 - За три месяца уровень утечек не увеличился

Контактная и Дополнительная Информация

- Более подробная информация об этих методах и о свыше 80 других методов имеется на сайте:
epa.gov/gasstar/tools/recommended.html
- Для получения информационной поддержки в дальнейшем просьба направлять вопросы:

Сьюзи Волтцер
Агентство по Охране Окружающей
Среды США, Программа STAR
waltzer.suzanne@epa.gov
(202) 343-9544

Дон Робинсон
ICF International
drobinson@icfi.com
(703) 218-2512

