



Methane to Markets

Рекомендуемые программой «Natural Gas STAR» технологии и методы по сокращению выбросов метана на газораспределительных системах

Газпром – ЕРА

Технический Семинар по Сокращению Эмиссии Метана

28 – 30 октября, 2008 г.

Сокращение выбросов метана на газораспределительных системах: Программа

- Переоснащение трубопровода
 - Система герметизации чугунных стыков CISBOT
 - Эластичные полимерные вкладыши
- Возврат продувочного газа путем отведения его в трубопровод низкого давления
- Обнаружение и устранение утечек на узлах учета и регулирующих станциях
- Обсуждение

Сокращение выбросов метана на газораспределительных системах: Экономические показатели

- Все методы и технологии, предлагаемые программами «Метан – на рынки» и «Natural Gas STAR», прошли практическое испытание компаниями-партнерами
- Примеры, приведенные в настоящей презентации, основаны на данных конкретных проектов в США и прочих странах и отражают экономическую ситуацию в США (стоимость газа и общеэкономический уровень)

Подземные трубопроводы: потери метана

- Утечки из подземных трубопроводов составляют более 50% общих выбросов метана в газораспределительном секторе США¹
- Частота и объем утечек зависят от:
 - Рабочее давление трубопровода (магистраль/вспомогательные системы)
 - Материал трубопровода (чугун, сталь, полимерные материалы)
 - Срок эксплуатации трубопровода
- Чугун являлся предпочтительным материалом для распределительного трубопровода низкого давления в США до 1950-х гг.

¹EPA. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990 – 2006. Апрель, 2008 г.*

Чугунные магистральные трубопроводы: потери метана

- Отрезки по 3,65 метра, соединенные в раструб
 - Стыки герметизированы уплотнителями из джутового волокна плюс цемент или плавленный свинец
- Утечки могут со временем образовываться в стыках вследствие:
 - Интенсивной эксплуатации трубопровода
 - Сезонного промерзания и оттаивания
 - Расхаживания труб в земле
- Утечки также могут образовываться вследствие качественных изменений природного газа (например, меньшее содержание влаги)
- В США чугунные магистральные трубопроводы являются существенным источником утечек метана, приблизительный объем потерь газа на которых составляет 4,2 Тыс.м³/км/год¹

¹EPA. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990 – 2006*. Апрель, 2008

Возможности переоснащения трубопроводов

Основной акцент данной презентации:

- **Автоматическое устройство по герметизации чугунных стыков (CISBOT)**

- Разработано при поддержке «Con Ed», США и «Enbridge», Канада; патент «ULC Robotics»
- Современная технология герметизации стыков



Источник: «ULC Robotics»

- **Эластичные вкладыши для трубопровода**

- Разместить полимерные вкладыши внутри существующих чугунных труб

Прочие возможности переоснащения:

- Капсулирование стыков
- Замена труб
 - Замена чугунных труб стальными или полимерными

Автоматическое устройство по герметизации стыков труб CISBOT

- Может использоваться для герметизации стыков чугунных труб диаметром от 15 до 30 см
- CISBOT может провести герметизацию отрезка трубы до 90 м за один этап землеройных работ (45 м в обе стороны от точки запуска)
- Оборудование:
 - Видеокамера
 - Световые ориентиры
 - Опорные рычаги
 - Бурильная головка
 - Инжекторы герметика
- Применяются долговечные анаэробные герметики



Источник: «ULC Robotics»

Порядок проведения работ CISBOT

- ЭКСКАВАЦИОННЫЕ РАБОТЫ, УСТАНОВКА ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ В ОБА НАПРАВЛЕНИЯ ВДОЛЬ ТРУБЫ, УСТАНОВКА ПУСКОВОЙ ТРУБЫ CISBOT
- ЗАПУСК УСТРОЙСТВА CISBOT И ЕГО ДОВОД ДО САМОГО ДАЛЬНОГО СТЫКА (45 м) ОТ ТОЧКИ РАСКОПА
- ОПЕРАТОР ВЕДЕТ CISBOT В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ, ПРОИЗВОДЯ ГЕРМЕТИЗАЦИЮ ПУТЕМ БУРЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА СТЫКОВ И ВПРЫСКИВАНИЯ ГЕРМЕТИКА В ДЖУТОВОЕ ВОЛОКНО
- CISBOT ИЗВЛЕКАЕТСЯ И ЗАПУСКАЕТСЯ В ПРОТИВОПОЛОЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СТЫКОВ



Источник: ULC Robotics

Опыт партнеров: «Consolidated Edison» (газораспределительная компания, США)

- Устройство CISBOT используется для профилактического технического обслуживания
- Произведена герметизация более 3 000 чугунных стыков
 - Преимущества:
 - Уменьшение объемов и стоимости экскавационных работ и работ по восстановлению дорожного покрытия
 - Уменьшение перебоев в газоснабжении
- Одна система CISBOT позволяет обработать приблизительно 5,8 км (1 600 стыков) трубопровода в год
 - 32 недели в год (обычно не используется в холодное время года)
 - 2 объекта в неделю
 - 90 м (25 стыков) на один объект

Опыт партнеров: «Consolidated Edison» (газораспределительная компания, США)

- Услуги CISBOT предоставляются в рамках контракта с «ULC Robotics»
- При использовании системы CISBOT ожидается уменьшение ремонтных затрат на 30 – 40% по сравнению с традиционными траншейными операциями.
- Стоимость оборудования системы CISBOT составляет от \$200 000 до \$250 000

Видеопокказ: CISBOT в работе



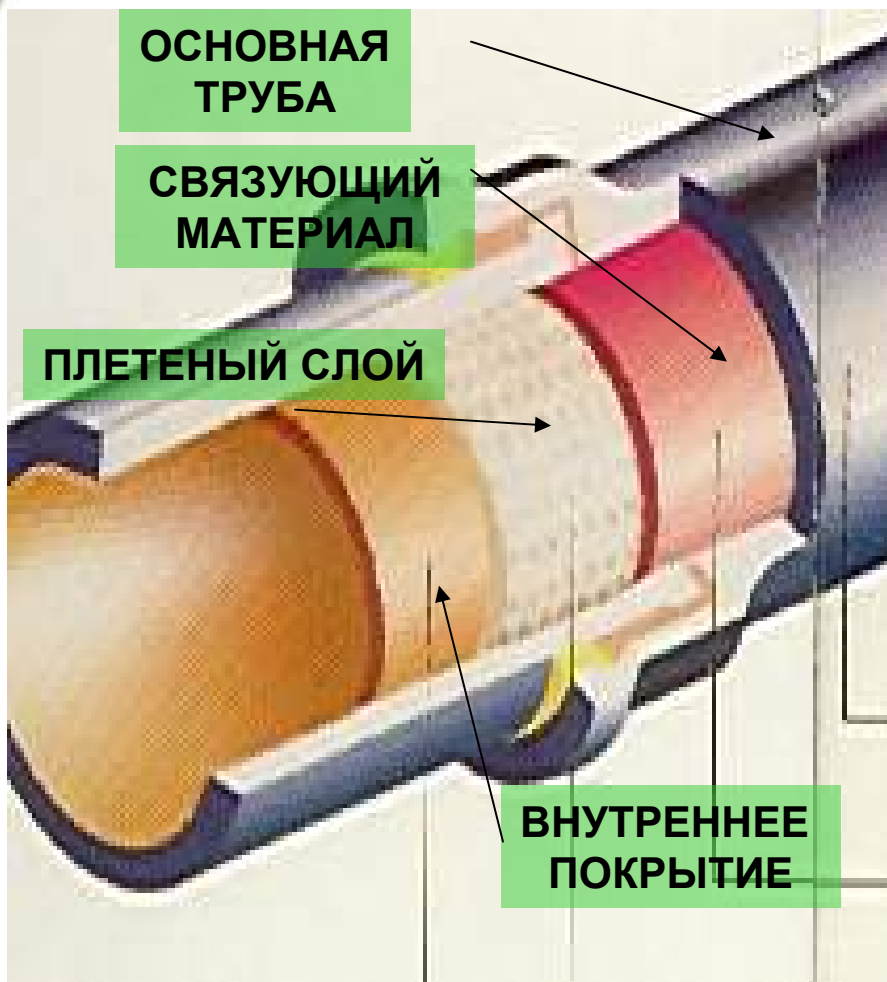
Сокращение выбросов метана на газораспределительных системах: Программа

- Переоснащение трубопровода
 - Система герметизации чугунных стыков CISBOT
 - **Эластичные полимерные вкладыши**
- Возврат продувочного газа путем отведения его в трубопровод низкого давления
- Обнаружение и устранение утечек на узлах учета и регулирующих станциях
- Обсуждение

Краткий обзор: ТИПЫ ВКЛАДЫШЕЙ

- Вулканизированные материалы
 - «Старлайн»
 - Минимальное уменьшение объема
- Полиэтиленовые материалы
 - «Роллдаун»
 - Установка размер в размер
 - Уменьшение объема
 - «Сублайн»
 - Установка размер в размер
 - Минимальное уменьшение объема

Полимерный вулканизированный материал «Старлайн»



Слои вкладыша

- Плетеный внутренний слой из полиэстера
- Полиуретановое покрытие

Источник: Consolidated Edison of New York

Порядок установки вкладышей «Старлайн»

- Подготовка поверхности/зачистка труб
 - Пескоструйная очистка
 - Зачистка обязательна для достижения необходимой прочности сцепления
 - Абразивный материал выпускается из шланга под давлением 7,8 атм
 - Использованный абразивный материал возвращается в систему через мощный вакуумный сборник



Порядок установки вкладышей «Старлайн»

- Подготовка связующего материала:
 - 2 части полиуретановой связующей смеси
 - Связующий материал
 - Затвердитель
- Пропитка вкладыша/
нанесение связующего материала:
 - Вкладыш пропитывается связующим материалом
 - Вкладыш пропускается через регулируемые ролики



Источник: Consolidated Edison of New York

Порядок установки вкладышей «Старлайн»

- Выворачивание вкладыша



Намотка на барабан



Крепление к вывертывающему конусу



Прикрепление к основной трубе

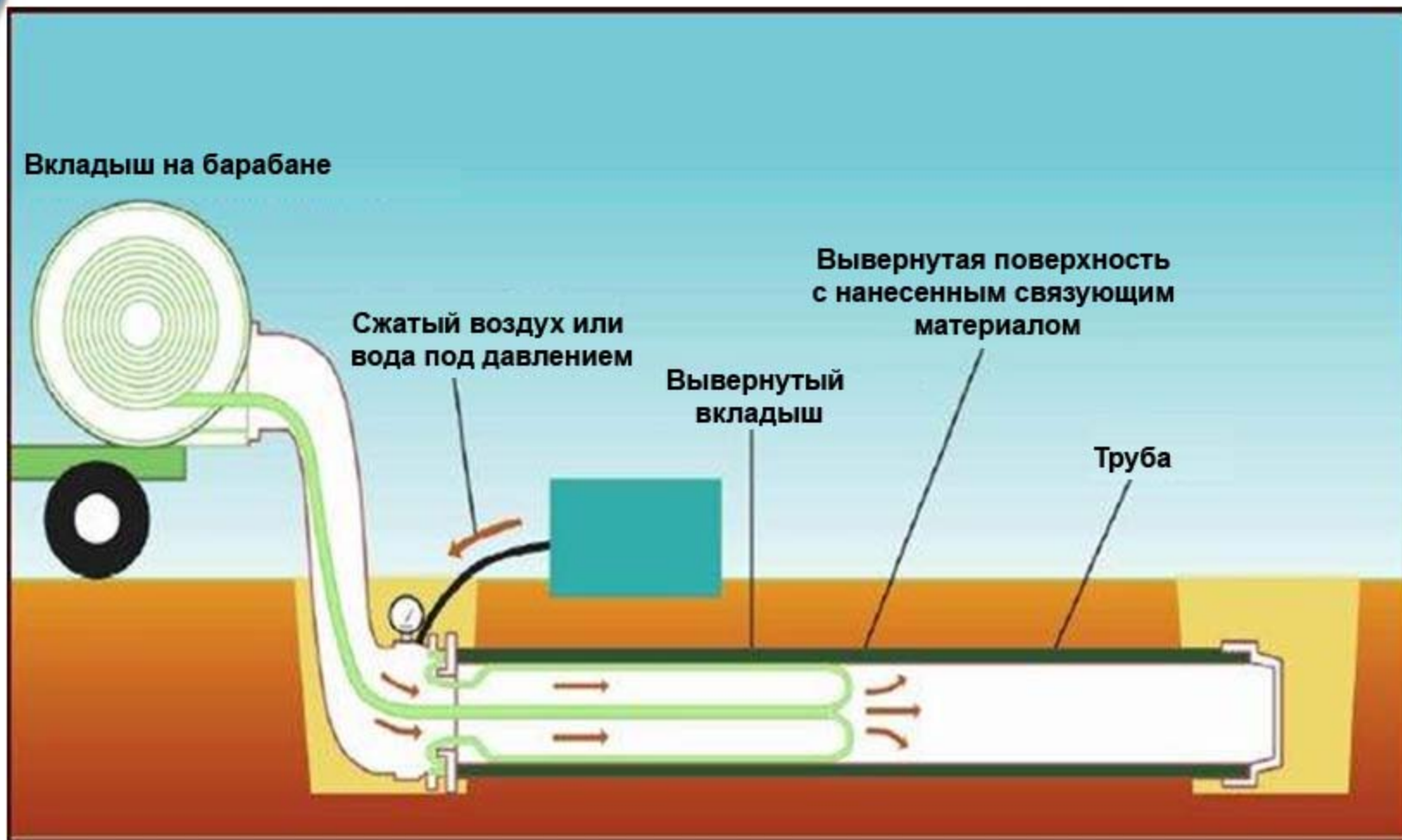


Вкладыш выворачивается внутри основной трубы



Вкладыш оказывается в захватывающем гнезде

Полимерный вулканизированный материал «Старлайн»



Порядок установки вкладышей «Старлайн»

- Паровая вулканизация и контроль за давлением



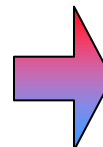
Парогенератор



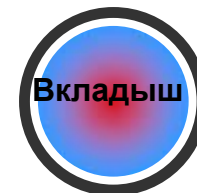
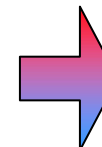
Воздушный компрессор



Смесительная камера



Датчики давления и температуры



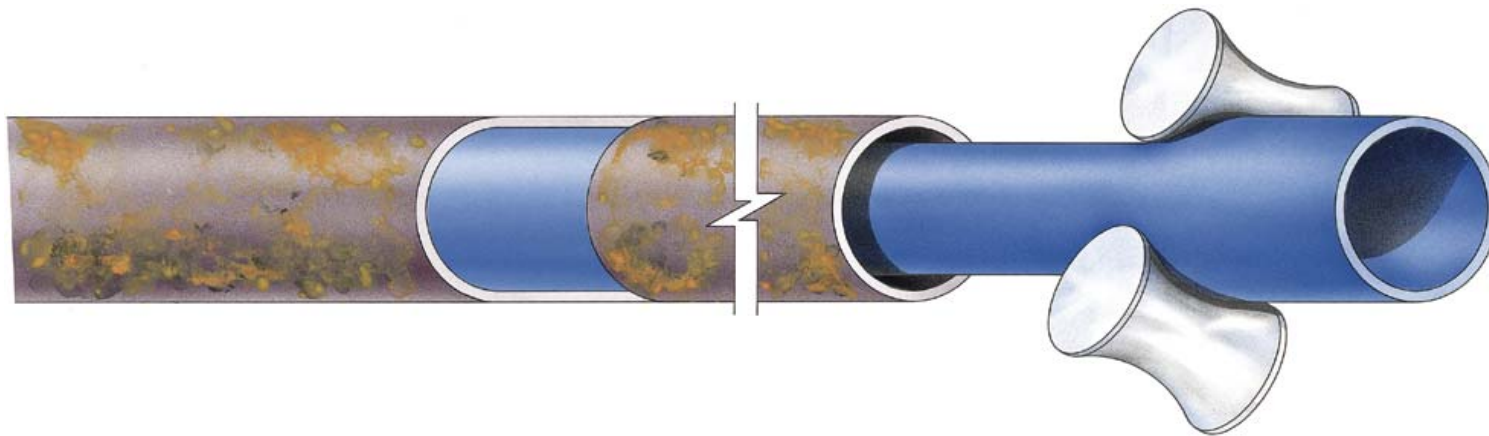
Порядок установки вкладышей «Старлайн»

- Проверка качества установки вкладышей
- Обратная сборка (в случае необходимости)
- Завершительный этап работ, восстановление трубопровода



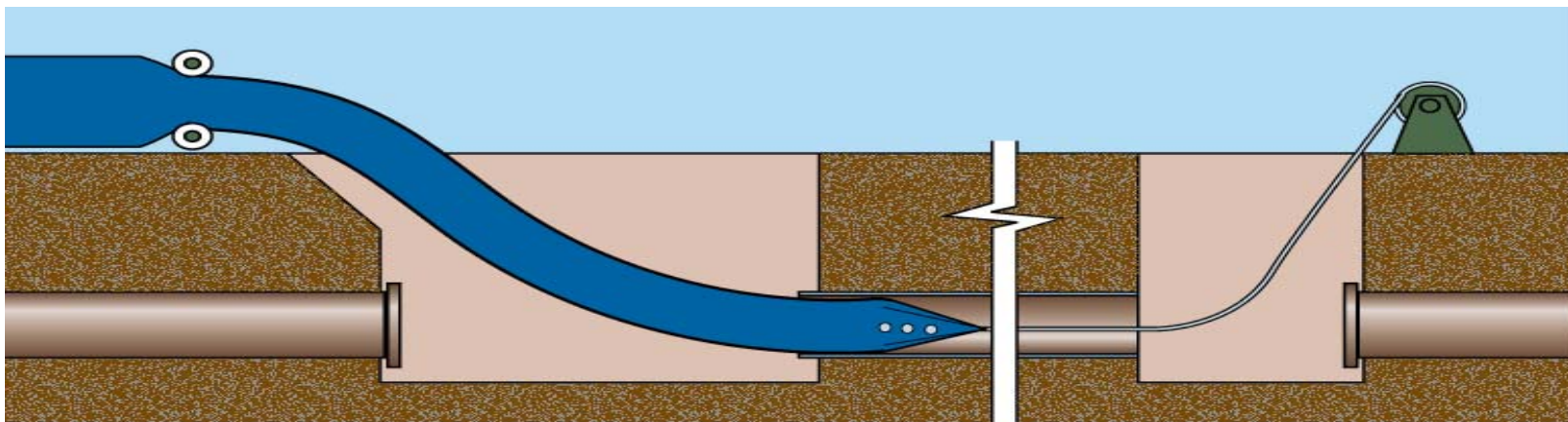
Источник: Consolidated Edison of New York

Полиэтиленовый материал плотной пригонки «Роллдаун»



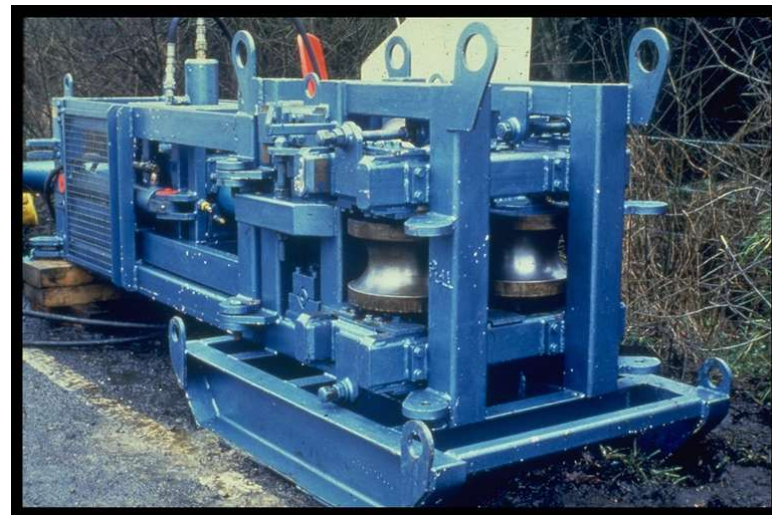
- Разработан компанией «Subterra», Великобритания
- Технология «Роллдаун» - это круговой обжим и установка полиэтиленовых вкладышей плотной пригонки
- Применяются толстостенные полиэтиленовые трубы
- Диаметр трубы уменьшается, как правило, на 10%
- Плотная пригонка обеспечивается под давлением холодной воды

Порядок установки вкладышей «Роллдаун»



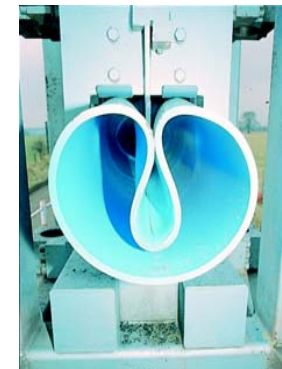
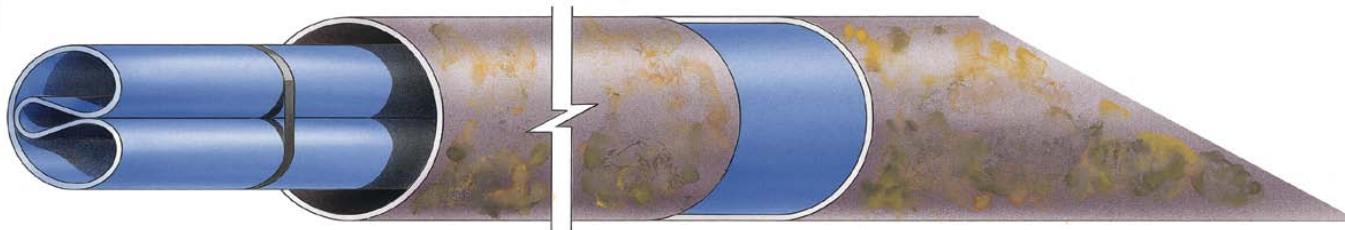
- Диаметр от 10 до 50 см
- Прогиб до $11\frac{1}{4}^{\circ}$
- Стандартная длина вкладыша составляет 300 м
- Требуется создания длинной рабочей траншеи
- Для восстановления работоспособности соединений, боковых отводов, и т. д. требуется проведение экскавационных работ

Порядок установки вкладышей «Роллдаун»



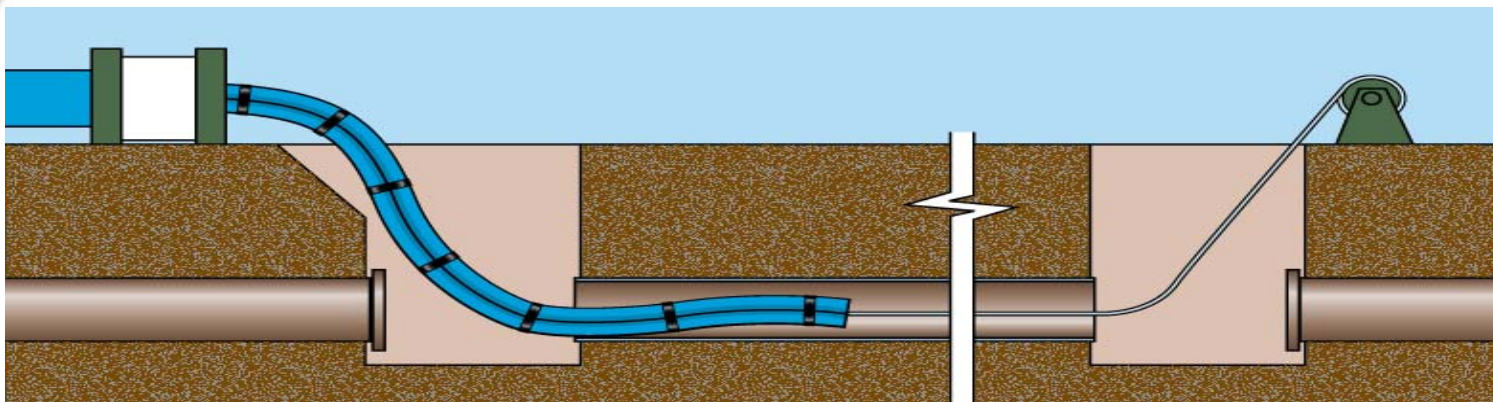
Источник: Consolidated Edison of New York

Полиэтиленовый материал плотной пригонки «Сублайн»



- «Сублайн» - это технология установки тонкостенных полиэтиленовых вкладышей плотной пригонки методом холодного сгибания
- «Сублайн» был специально разработан для труб большого диаметра, а также для мест, в которых от материала требуется бóльшая гибкость
- Процесс установки вкладыша заключается в простом введении в трубу
- Плотная пригонка обеспечивается под давлением холодной воды

Порядок установки вкладышей «Сублайн»



- Диаметр полиэтиленового вкладыша составляет от 7 до 150 см
- В сложенном виде вкладыш способен прогибаться до $22\frac{1}{2}^{\circ}$
- Длина вкладыша составляет до 300 м
- Для установки сваренных полиэтиленовых вкладышей требуются длинные траншеи
- Для восстановления работоспособности соединений, боковых отводов, и т. д. требуется проведение локальных экскавационных работ

Сокращение выбросов метана на газораспределительных системах: Программа

- Переоснащение трубопровода
 - Система герметизации чугунных стыков CISBOT
 - Эластичные полимерные вкладыши
- **Возврат продувочного газа путем отведения его в трубопровод низкого давления**
- Обнаружение и устранение утечек на узлах учета и регулирующих станциях
- Обсуждение

Выбросы метана во время продувки трубопровода

- Оборудование, выведенное из эксплуатации с целью проведения сервисных или прочих работ, часто подвергается разгерметизации с выбросом газа в атмосферу, в частности:
 - Компрессоры
 - Участки трубопровода
- Продувка трубопровода газом под высоким давлением ведет к потерям метана

Возврат продувочного газа путем отведения его в трубопровод низкого давления

- Планирование мер по возврату продувочного газа во время проведения запланированного сервисного обслуживания трубопровода
- Отвод продувочного газа может осуществляться в:
 - Топливные системы
 - Трубопровод низкого давления
- Планируя продув газа в систему низкого давления можно:
 - Воспользоваться существующей сетью труб
 - Временно перенастроить или заблокировать перепускные клапаны
 - Построить временную систему труб между системами высокого и низкого давления

Возврат продувочного газа

- Партнеры программы «Natural Gas STAR» подготовили отчеты по конкретным примерам оценки объемов возврата продувочного газа, с учетом:
 - Месторасположения трубы или компрессора
 - Типа приемника для возвращенного газа
- Стандартная экономия по подсчетам партнеров программы «Natural Gas STAR» составила 4 200 м³ газа в результате продува компрессоров:
 - 10 продувочных операций в год
 - 420 м³ за одну операцию
- Экономия \$1 050 в год (\$250/Тыс. м³)

Сокращение выбросов метана на газораспределительных системах: Программа

- Переоснащение трубопровода
 - Система герметизации чугунных стыков CISBOT
 - Эластичные полимерные вкладыши
- Возврат продувочного газа путем отведения его в трубопровод низкого давления
- **Обнаружение и устранение утечек на узлах учета и регулирующих станциях**
- Обсуждение

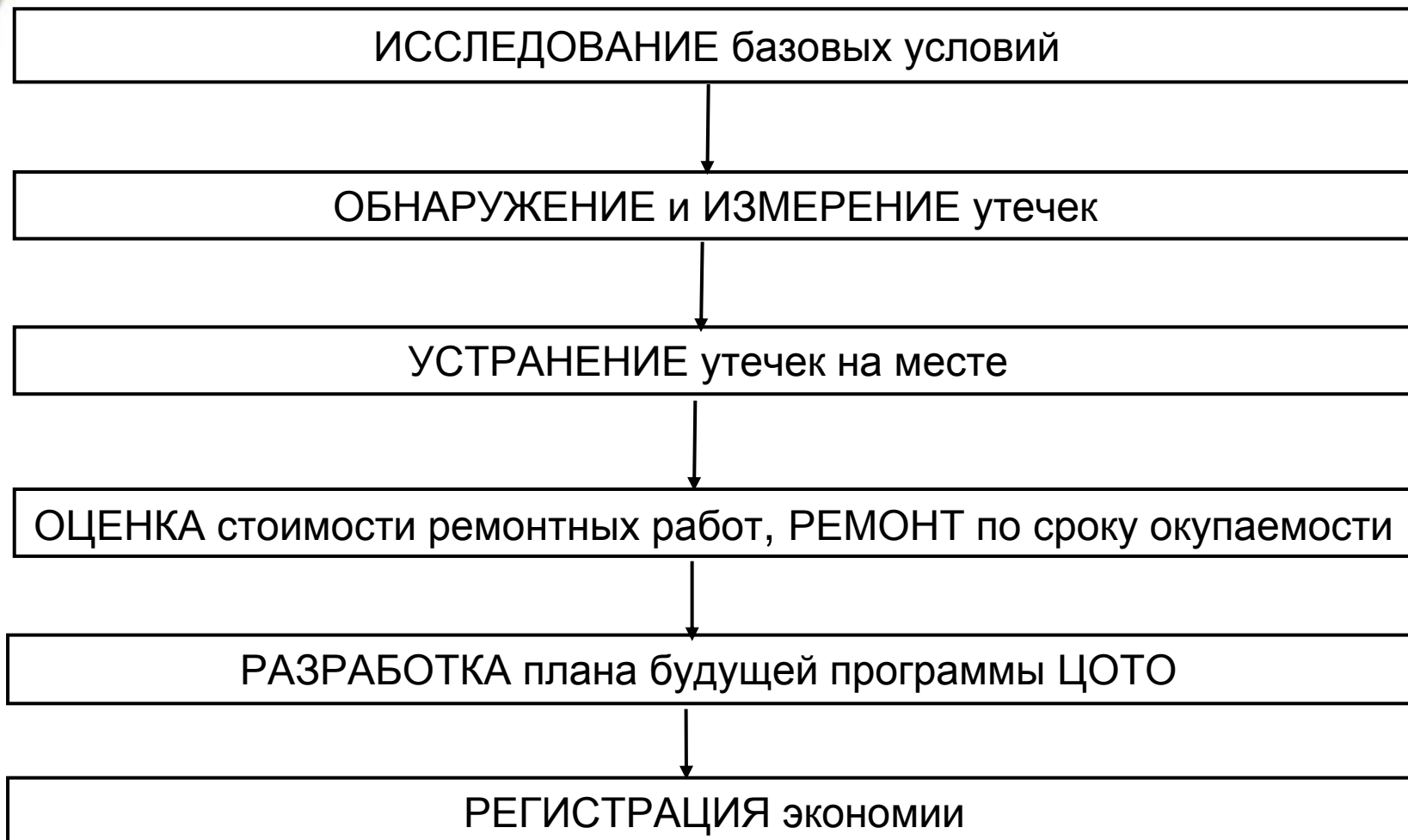
Краткий Обзор: Целенаправленное Обследование и Техническое Обслуживание (ЦОТО)

- Утечки могут быть значительно сокращены в результате применения программы систематической проверки и ремонта
- Программа Natural Gas STAR называет эту методику Целенаправленное Обследование и Техническое Обслуживание (ЦОТО)
 - Программа определения и устранения утечек там, где проведение ремонтных работ экономически выгодно
 - Большой выбор технологий обнаружения утечек
 - Предоставляет ценные данные об источниках утечек и их местонахождении
 - Строго адаптирована к требованиям компании
 - Экономически эффективная практика



**Инфракрасная камера
обнаружения утечек**

Этапы Внедрения Программы ЦОТО



Обзор Методов Обнаружения и Измерения

Обзор Методов Обнаружения и Измерения		
Прибор/Технология	Эффективность	Примерные Капитальные Затраты
Мыльный Раствор	★ ★	\$
Электронный Газоанализатор	★	\$\$
Акустический Детектор/ Ультразвуковой Детектор	★ ★	\$\$\$
Анализатор Токсичных Паров (Пламенноионизационный Детектор)	★	\$\$\$
Отбор в Газосбросные Емкости	★	\$\$
Пробоотборник Большого Объёма	★ ★ ★	\$\$\$
Ротамер	★ ★	\$\$
Инфракрасный Детектор	★ ★ ★	\$\$\$

* - Наименее эффективные в обнаружении/измерении

\$ - Наименьшие капитальные затраты

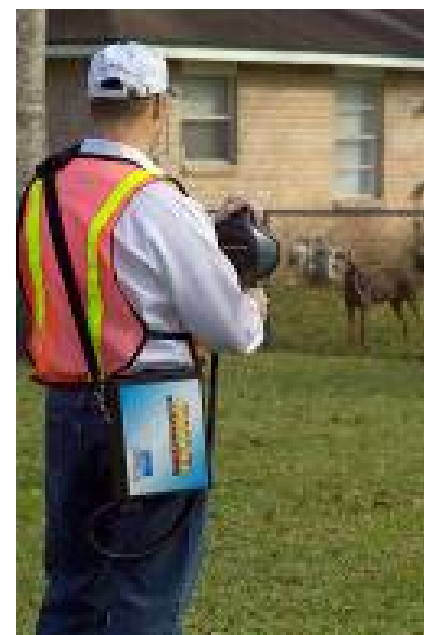
*** - Наиболее эффективные в обнаружении/измерении

\$\$\$ - Наибольшие капитальные затраты

Обнаружение и устранение утечек на узлах учета и регулирующих станциях

- Систематические работы по обнаружению и устранению утечек на узлах учета и регулирующих станциях отличаются от подобных работ на компрессорных станциях и перерабатывающих заводах:
 - Более низкое давление, меньший размер утечек
 - Меньше количество исследуемых компонентов

- Некоторые компании США предпочитают проводить только стадию выявления наличия утечек:
 - Отказ от количественных измерений утечек позволяет существенно сократить расходы
 - Все выявленные утечки подлежат устранению
 - Несмотря на то, что исследования оказываются менее дорогостоящими, они не дают информации о количественных характеристиках утечек и возможном сокращении газовых потерь
 - Данная информация позволяет определить утечки, устранение которых окупится в будущем



ЦОТО - Промышленный Опыт: Газораспределительная Компания в США

- Предметом исследования стали 306 объектов одной американской компании
- Было обнаружено 824 утечки:
 - Четыре обширные утечки
 - Семь средних утечек
 - Прочие утечки считаются малыми (для их обнаружения использовался мыльный раствор или электронные детекторы утечек)
- Общая стоимость исследований и ремонтных работ: \$22 200
 - \$73 на один исследуемый объект
- Общий объем сэкономленного газа: 3 336 Тыс. м³
 - \$834 000 экономии при \$250/Тыс. м³
 - Чистые сбережения составили \$2 725 на один объект

Распространенные источники выбросов на узлах учета и регулирующих станциях

- В результате исследований, проведенные на узлах учета и регулирующих станциях США и Канады, были установлены следующие источники выбросов:
 - Относительно малое число компонентов на станцию

Средние показатели выбросов на шестнадцати узлах учета и регулирующих станциях				
Компонент	Эмиссия (м ³ /год на один компонент)	Общее число исследованных компонентов	Среднее число компонентов на одном объекте	Вклад в общий объем газопотерь, %
Шаровой вентиль	6	248	18	0,002%
Регулирующий клапан	13	17	1	0,33%
Фланец	4	525	38	0,09%
Запорный вентиль	22	146	10	0,6%
Пневматический клапан	3800	40	1	95,5%
Разгрузочный клапан	137	5	1	3,4%
Соединители	3	1 280	91	0,08%
Итого		2 261	160	

Источник: «Indaco Air Quality Services», 1998.

Прогнозируемая стоимость ремонтных работ на газораспределительном предприятии

Пример стоимости ремонтных работ и чистых сбережений для отдельных компонентов оборудования

Описание компонента	Тип ремонтных работ	Стоимость работ ¹	Общее число отремонтированных компонентов на двух объектах	Общий объем сэкономленного газа (м ³ /год)	Ожидаемые чистые сбережения ² (\$/год)	Период окупаемости работ (месяцев)
Шаровой вентиль	Обновление смазочного материала	\$18	5	1 700	\$330	3
Запорный вентиль	Замена сальника вентиля	\$4	5	1 900	\$449	<1
Запорный вентиль	Замена сальника вентиля	\$4	1	2 600	\$640	<1
Соединитель	Уплотнение футорки	\$4	4	300	\$61	3
Диафрагменный счетчик Daniel [®] Senior [™]	Уплотнение прокладок	\$44	1	1 900	\$432	2
Фланец ³	Уплотнение	\$54	5	2 800	\$423	5

¹Работа и материалы включены в стоимость ремонтных работ. Данные на 2006 г.

²Принятая стоимость газа \$250/Тыс. м³

³Стоимость ремонтных работ в первичном исследовании не указывалась

Источник: Indaco Air Quality Services, 1998 г.

Замена Уплотнения Штока Задвижки

- Замена уплотнения штока задвижки является стандартным способом устранения утечек на газораспределительных запорных станциях и наземных установках
- Один из вариантов замены – это уплотнение задвижки с применением материала гортекс (GORE-TEX)
 - Политетрафторэтиленовый (ПТФЭ) материал (не асбест)
 - Химически стойкий, рН 0 - 14
 - от -268°C до 315°C



Замена Уплотнения Штока Задвижки: Опыт Компании Tveroblgaz (Россия)

- Проект совместной реализации компании Tveroblgaz
 - Избежание Эмиссии Метана в Тверской Газораспределительной Сети
- Содержание Проекта
 - Осмотреть все задвижки и проверить на наличие утечек
 - Провести замену всех уплотнений штоков (с утечками и без) с применением материала гортекс (GORE-TEX)
 - Использовать гортексовые уплотнения при установке всех новых задвижек



Замена Уплотнения Штока Задвижки: Опыт Компании Tveroblgaz (Россия)

- Результаты проекта
 - Ремонтные работы завершены между 6-м апреля и 16-м августа, 2007 г.
 - Утечки выявлены на 2 066 из 5 993 осмотренных задвижек
 - Потери метана на задвижках с утечками составляют 22 800 тыс. м³ в год
 - Средняя скорость утечки 4 тыс. м³ в год (на всех задвижках)

Обсуждение

- Каков ваш практический опыт в применении указанных технологий и методов?
- В чем заключаются ограничения в применении указанных технологий и методов?
- Каковы действительные затраты и выгоды?