




Семинар по химической безопасности и средствах защиты

Опасные материалы и потенциальные последствия

SAND No. 2009-4305P
 Sandia это многопрофильная лаборатория под управлением Сандия Корпорации, компании Лоуиса Мартина для Департамента национального управления по энергетике и ядерной безопасности, согласно контракту DE-AC04-04AL45500.






Ключевые сокращения

BLEVE = взрыв паров расширяющейся, кипящей жидкости

VCE = взрыв парового облака

LEL = нижний предел воспламенения

LOC = ограничительная концентрация кислорода



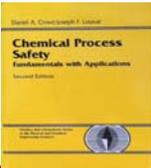


Опасные материалы и потенциальные последствия

Д.А. Кроул и Д.А. Луварю 2001. *Безопасность химического процесса: основы и применение. 2 издание.* Аппер Саддл Ривер, Нью-Джерси: Прентис хол

Глава

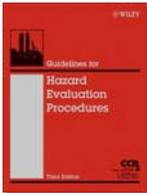
- 2 • Токсикология
- 4 примеры источников
- 5 • Токсические выбросы и модель рассеивания
- 6 • Пожары и взрывы
- 10 • Установление опасности химического вещества






Опасные материалы и потенциальные последствия

CCPS 2008a. CCPS 2007a. Центр Безопасности химического процесса. Справочник по Безопасности с учётом риска. Нью-Йорк. Американский институт химических инженеров



Глава 3 • Методы распознавания опасности

- 3.1 Анализ свойств материалов и условий процесса
- 3.2 Использование опыта
- 3.3 Разработка интерактивных матриц
- 3.4 Результаты идентификации опасности
- 3.5 Использование оценочных характеристик для выявления степени опасности
- 3.6 Начальная оценка самых худших исходов
- 3.7 Способы уменьшения риска и рассмотрение внутренних свойств




Опасные материалы и потенциальные последствия

• Центр Безопасности химического процесса., [Нормативы](#) по взрывам паровых облаков, сосудов под давлением, взрыв паров расширяющейся, кипящей жидкости и опасностям воспламенения. Нью-Йорк. Американский институт химических инженеров



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Опасные материалы и потенциальные последствия

[Johnson et al. 2003](#). Основные меры по управлению риском химической реактивности. Нью-Йорк. Американский институт химических инженеров.
Доступна бесплатно после регистрации на



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Опасные материалы и потенциальные последствия

- *Определение опасности производственного процесса*
- Виды опасностей и потенциальные последствия
- Методы систематичного распознавания опасных производственных процессов
- Данные по химически-опасным веществам



US Chemical Safety Board

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Опасные материалы и потенциальные последствия

- *Определение опасности производственного процесса*



US Chemical Safety Board

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING



Определение опасности производственного процесса

Присутствие хранящегося или соединённого
вещества или энергии с потенциальными
свойствами для порождения вреда и потерь









Опасные материалы и потенциальные последствия

- *Определение опасности
производственного процесса*
- **Виды опасностей и потенциальные
последствия**




US Chemical
Safety Board



Виды опасностей и потенциальные последствия

- Токсичные и разъедающие вещества
- Удушливые вещества
- Взрывчатые вещества
- Детонирующие вещества
- Химически реактивные вещества
- Вещества с быстрым фазовым переходом
- Опасности разрывных сосудов
- Другие физические опасности

Это не взаимоисключающие категории





Виды опасностей и потенциальные последствия

- Токсичные и разъедающие вещества
- Удушливые вещества
- Взрывчатые вещества
- Детонирующие вещества
- Химически реактивные вещества
- Вещества с быстрым фазовым переходом
- Опасности разрывных сосудов
- Другие физические опасности




Токсичные и разъедающие вещества

Сущность опасного вещества Потенциальное подвергание людей опасным материалам с токсичными и разъедающими свойствами

Что требуется Присутствие или формирование токсичного/разъедающего материала+ механизм физического воздействия

Примеры Хлор используется для дезинфекции воды; сероводород как примесь углеводорода; серная кислота для контроля щелочной среды

Последствия Контакт с токсичными/разъедающими веществами причиняет вред здоровью, в зависимости от свойств вещества, концентрации, пути воздействия и продолжительности контакта (См. День 1)




Токсичные и разъедающие вещества

Пример-видео www.youtube.com; наберите **Seward ammonia spill**

Район эффекта Разливы жидкости обычно локализованны, токсические пары распространяются на многие км

Как высчитывать Образцы/формулы распространения токсичных веществ могут быть использованы в расчётах величины выброса и территории распространения при боковых и попутных ветрах, а также при разных метеорологических условиях. Некоторые образцы/формулы также могут подсчитать концентрацию в помещении как функцию времени

Бесплатная программа <http://www.epa.gov/emergencies/content/cameo/aloha.htm>




Виды опасностей и потенциальные последствия

- Токсичные и разъедающие вещества
- Удушливые вещества
- Взрывчатые вещества
- Детонирующие вещества
- Химически реактивные вещества
- Вещества с быстрым фазовым переходом
- Опасности разрывных сосудов
- Другие физические опасности




Удушливые вещества

- *Удушающее отравляющее вещество- газ вызывающий бессознательное состояние или смерть по средством удушья*
 - Химические удушающие отравляющие вещества- влияют на способность тела транспортировать кислород
 - Физические удушающие отравляющие вещества- вытесняют кислород из окружающей среды
- Простые удушающие отравляющие вещества- не влияют на здоровье
- Большинство из них бесцветные и без запаха






Физические удушающие отравляющие вещества-

- Распространённое удушающее вещество на производстве - АЗОТ N_2
- Другие простые удушающие вещества:
 - водород H_2
 - Аргон (инертный газ), гелий, неон Ar
 - Углеводородные газы (метан, этан, этилен, пропан, ацетилен, бутан, пропилен) CH_4 , CO_2
 - Углекислый газ





Физические удушающие отравляющие вещества-

Что требуется Среда с пониженным содержанием кислорода+ ситуация, позволяющая дыхание

Примеры Проникновение в сосуд, заполненный азотом; уменьшение кислорода при процессе ржавления со временем, уменьшение кислорода при процессе горения, просачивание природного газа в закрытое помещение

Видео http://www.csb.gov/videoroom/detail.aspx?vid=11&F=0&CID=1&pg=1&F_All=y

Границы • США Управление Охраны труда: дефицит кислорода определен при концентрации меньше чем 19.5%
• ACGIH®: дефицит присутствует ниже 18% кислорода на 1 атмосферу





Виды опасностей и потенциальные последствия

- Токсичные и разъедающие вещества
- Удушливые вещества
- Взрывчатые вещества
- Детонирующие вещества
- Химически реактивные вещества
- Вещества с быстрым фазовым переходом
- Опасности разрывных сосудов
- Другие физические опасности





Горючие смеси

Сущность опасности Возможность неконтролируемого выброса теплоты сгорания за счёт быстрого окисления горючего вещества 

Что требуется Топливо (пирофорный или воспламеняющийся газ; пирофорная, воспламеняющаяся или горючая жидкость; или хорошо разделённое твёрдое топливо)
+ окислитель (обычно O_2)
+ источник воспламенения (если пирофорный)





Горючие смеси

Сущность опасности
Возможность неконтролируемого выброса теплоты сгорания за счёт быстрого окисления горючего вещества

Что требуется
Топливо (пирофорный или воспламеняющийся газ; пирофорная жидкость; или хорошо разделённое твёрдое топливо)
+ окислитель (обычно O₂)
+ источник воспламенения (если пирофорный)

Возможные последствия

- Очаговый или массовый пожар
- Взрыв накопившихся паров
- Взрыв порового облака
- Взрыв пыли или распылённых жидких частиц
- Токсичные продукты сгорания



упражнение

Опишите каждый из 4 возможных результатов

Последствия

Большой выброс воспламеняющихся материалов

- 1 Мгновенное возгорание
- 2 Нет задержанного возгорания
- 3 Нет локализации и скопления
- 4 Delayed ignition → Локализация и скопление

время →

 **Горючие смеси-определения**

Сгорание Быстро распространяющаяся реакция окисления

Окисление В этом случае, реакция, в которой кислород соединяется с другими веществами

Окислитель Любой материал, который выделяет кислород или другой газ-окислитель или, который вступает в реакции, чтобы начать или помочь сгоранию горючих материалов.

Взрыв Быстрый или внезапный выплеск энергии, порождающий неоднородность давления или взрывную волну



Определения-продолж.

Самопроизвольно возгорающийся Способный загораться и гореть на воздухе без присутствия источника зажигания

Пирофорный Способный загораться спонтанно в воздухе при температуре 130°F (54.4°C) или ниже

Самовоспламеняющийся Самовоспламеняющиеся свойства-спонтанное начало реакции окислации при смешивании 2 и более веществ

Reference: Johnson et al. 2003



Горючие смеси

Район эффекта Небольшие пожары обычно имеют локализованный эффект; большие пожары или пожары, связанные со взрывом горючего могут уничтожить всё предприятие и повлиять на близкое окружение

Как высчитывается Доступная энергия взрыва:
Масса горючего x **теплота сгорания**
 или
масса коэффициента горения x **теплота сгорания**
Этанол бассейн огня в 50 м² рве:
 [**площадь** x **скорость горения** x **плотность жидкости**] x **теплота сгорания** = (50 м²) (0.0039 м/мин) (789 кг/м³) (26900 кДж/кг) = **4x10⁶ кДж/мин**

Только 20% будет выпущено в форме теплового излучения





Горючие смеси

Бесплатная программа www.epa.gov/emergencies/content/cameo/aloha.htm
 (может использоваться для подсчёта уровней выброса, количества воспламеняющегося облака пара и эффекты взрыва облака)

Ресурсы в интернете Gexcon взрывы газа-Справочник
www.gexcon.com/handbook/GEXHBcontents.htm

Другие ссылки CCPS 2010; Краул и Лувар 2001
 (Также смотри Источники химической информации в конце презентации)





Пределы возгораемости

LFL нижний предел возгораемости
 Ниже LFL, смесь не будет гореть, она слишком скудная.

UFL верхний предел возгораемости
 Выше UFL, смесь не будет гореть, она слишком насыщенная

- Определены только для газовых смесей в воздухе
 Defined only for gas mixtures in air
- Оба UFL и LFL определены как объём % топлива в воздухе

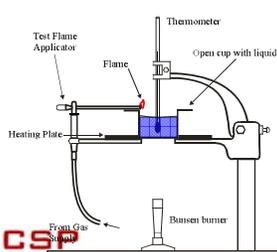




Точка воспламенения

точка воспламенения -наиболее низкая температура жидкости, при которой возможно воспламенение находящейся над ней смеси её паров с воздухом

(Определена для жидкостей при атмосферном давлении)





Примеры величин

		LFL	UFL
метан	5%	15%	
пропан	2.1%	9.5%	
бутан	1.6%		8.4%
водород	4.0%		75%

	Flash point
метанол	12.2 °C
бензол	-11.1 °C
бензин	-40 °C
	30.5 °C

Ограничивающие концентрации кислорода

Ограничивающие концентрации кислорода (LOC):
концентрации кислорода ниже которых возгорание невозможно, с любой горючей смесью, выраженной как объем на % кислорода

Также называется:
минимальная концентрация кислорода (MOC)
максимально безопасная концентрация кислорода (MSOC)

примеры:

	LOC (объем на % кислорода)
Метан	12 %
Этанол	11 %
Водород	5 %



- ### Критерии разработки
- 1 Избегание воспламеняющихся смесей
 - 2 Устранение источников воспламенения
-

Использование инертного газа продувка/очистка

Цель: уменьшить концентрацию кислорода или горючего до величины, ниже целевого назначения, используя инертный газ (азот, углекислый газ)



уменьшить концентрацию кислорода до < LOC

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Использование инертного газа продувка/очистка

- Вакуумная продувка- устранение и замещение инертным газом
- Продувка давлением- герметизация инертного газа, затем понижение давления
- Продувка-чистка-непрерывный поток инертного газа
- Сифонная продувка-наполните жидкостью, затем слейте и замените её инертным газом
- Комбинированные- Вакуумная продувка и поддувка давлением и другие

Глава 7 Краул и Лувар

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING



Источники возгорания

Явные(пламя, сварка, горячие поверхности)

Самовоспламенение при умеренных температурах

Электро-источники

- Включённое оборудование
- Статическое электричество
- Блуждающие токи
- Радио-частотное считывание
- освещение

Химические источники

- Каталитические вещества
- Пирофорные вещества
- Тепловые реакции

Вормирование неустойчивых химических веществ

Физические источники: адиабатическое сжатие, трение, теплота адсорбции, сжатие

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Минимальная энергия воспламенения

Минимальная энергия воспламенения (MIE)

Электрическая энергия выпущенная из источника, которой достаточно для воспламенения самой воспламеняемой смеси горючего.

Типичные измерения (вариация возможна)
 Пары 0.25 к Дж
 Пыль 10 кДЖ
 Зависит от прибора тестирования, не надёжный параметр дизайна
 Статическое электричество-20 к Дж




Температура самовоспламенения

Температура самовоспламенения (AIT): Температура, при которой, присутствует нужная энергия в среде, чтобы начать самоподдерживающийся процесс возгорания

Пример:

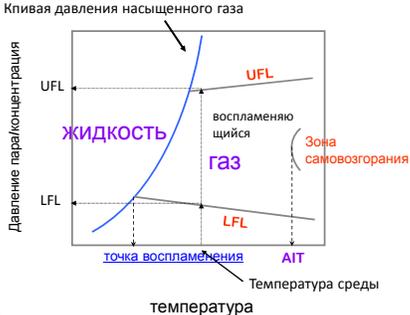
	AIT
Метан	632 °C
Этанол	472
<u>пентен</u>	273
<u>Толуол</u>	810
<u>ацетальдегид</u>	185

Существует большое расхождение в предложенных величинах. Используйте наименьшую предложенную величину

Примечание в Краул и Лувар




Взаимосвязь воспламеняемости



Кривая давления насыщенного газа

Давление пароконцентрация

UFL

LFL

ЖИДКОСТЬ

воспламеняющийся газ

Зона самовозгорания

точка воспламенения

AIT

температура

температура среды




Контроль источника возгорания

- Распознайте источники воспламенения
 - Постоянные источники- огневые средства
 - Потенциальные/ временные источники воспламенения-движение
- Распознайте, что может загореться
- огнеопасная атмосфера
- потенциальноогнеопасная атмосфера
- Возможные места утечек/выбросов
- Проходы к неожиданным местам- водосборный колодец, сток

- Подпробно проанализируйте возможные меры по контролю






Обсуждение

Какие из двух критериев могут быть достигнуты проще и надежнее?

1 Избежание воспламеняющихся материалов

2 Устранение источников возгорания





Виды опасностей и потенциальные последствия

- Токсичные и разъедающие вещества
- Удушливые вещества
- Взрывчатые вещества
- Детонирующие вещества
- Химически реактивные вещества
- Вещества с быстрым фазовым переходом
- Опасности разрывных сосудов
- Другие физические опасности





Детонирующие вещества 

Сущность Способные производить разрушающий взрыв по средствам невероятно быстрых химических реакций

Что требуется Один из двух типичных механизмов:

- (1) Прямая стимуляция твёрдого или жидкого вещества или смеси
- (2) Усиление распространения реакции газа до скорости детонации

Примеры

- (1) тротил; пикриновая кислота, нестабильные перекиси, коммерческие взрывчатые вещества
- (2) Взрыв парового облака, продвижение пламени по трубам, содержащим воспламеняющуюся жидкость





Детонирующие вещества

Возможные последствия

- **Взрывная волна** (иногда больше чем одна)
- Осколки (обычно маленькие фрагменты)
- Токсические продукты реакции

Видео

См. Пример подсчёта опасности взрыва разрывного сосуда www.youtube.com; наберите **Percon explosion**




Детонирующие вещества-определение

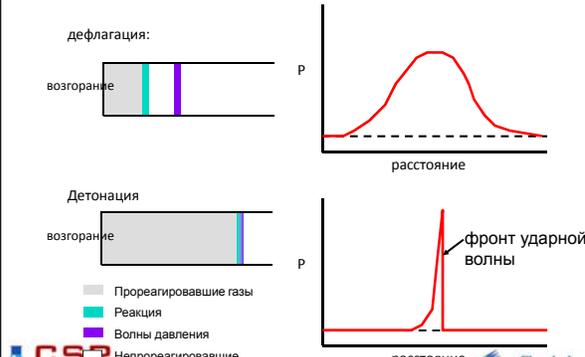
Дефлаграция Процесс дозвукового горения, при котором образуется быстро перемещающаяся зона (фронт) химических превращений. Передача энергии от зоны реакции в направлении движения фронта происходит за счет теплопередачи. Отличается от детонации, при которой зона превращений распространяется со сверхзвуковой скоростью и передача энергии происходит за счет ударного сжатия. Гидродинамический волновой процесс распространения по веществу зоны химической реакции со сверхзвуковой скоростью. Другое определение — сверхзвуковой комплекс, состоящий из ударной волны и экзотермической химической реакции за ней.

Детонация Повышение скорости распространения химической реакции, до момента пока скорость не превышает скорость звука и непроореагировавшие вещества незамедлительно образуют перемещающуюся зону (фронт) химических превращений.

Переход горение детонация (ПГД)




Дефлагация ср. Детонация



Дефлагация:

возгорание

Детонация

возгорание

фронт ударной волны

р

расстояние

р

расстояние

Прореагировавшие газы

Реакция

Волны давления

Нпроореагировавшие газы




Виды опасностей и потенциальные последствия

- Токсичные и разъедающие вещества
- Удушливые вещества
- Взрывчатые вещества
- Детонирующие вещества
- Химически реактивные вещества
- Вещества с быстрым фазовым переходом
- Опасности разрывных сосудов
- Другие физические опасности




Химически реактивные вещества

Сущность Возможность неуправляемого процесса химических реакций, которые могут закончиться потерями и вредом

Также *Реактивные химические опасные материалы*

Что требуется При любой реакции, где произведены энергия или вещества, существует опасность неполного поглощения веществ в течении реакции

Примеры

- Потеря контроля над планируемой реакцией
- Начало нежеланных реакций

Последствия Пожары, взрывы, выбросы токсичных газов или горячих веществ




Химически реактивные вещества

Видео "Представление Реактивных и взрывчатых"

- Виды реактивных веществ**
- Реагирующие с водой
 - Окислители
 - Самопроизвольно взрывающиеся
 - Создающие перекись
 - Полимеризирующиеся
 - Разлагающиеся
 - Перегруппировывающиеся
 - Взаимодействующие

Ссылка Джонсон и др. 2003



Химически реактивные вещества

Некоторые вещества обладают несколькими реактивными свойствами



например, органическая перекись может принадлежать к

- окислителям
- Разлагающимся материалам (термически неустойчивы)
- Воспламеняющимся и взрывчатым веществам
- Взаимодействующим веществам (несовместимыми с другими химиками)



Химически реактивные вещества

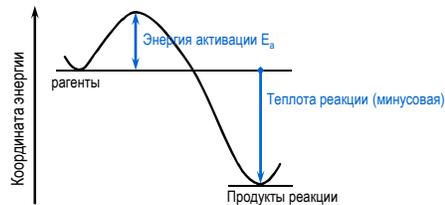
Некоторые виды молекулярной связи имеют тенденцию повышать химическую реактивность:

- Углерод-углерод двойные связи не в бензольном ядре (этилен, стирол)
- Углерод-углерод тройные связи (ацетилен)
- Составы, содержащие азот (NO_2 группы, прилегающие N атомы ...)
- Кислород-кислород связи (перекиси, гидропероксиды, озонид)
- Циклическое соединение с 3-4 атомами (окись этилена)
- Метал-и-галогеносодержащие соединения (метал фульминат, каменная соль)



Химически реактивные вещества

Диаграмма энергии экзотермической реакции



- Нижний предел активации энергии \square более быстрая реакция
- Большая теплота реакции \square больше энергии выделено



Ключевой термин
“Быстро растущая реакция”



- Для экзотермических реакций
- Скорость реакции-показательная функция температуры $k = A e^{(-E_a/RT)}$
- Если T реакции увеличивается, скорость реакции увеличивается и больше тепла выпускается экзотермической реакцией
- Если тепло не удаляется, это увеличивает скорость реакции ещё больше
- Затем ещё больше тепла производится и т.д.
- Температура может подняться на сотни градусов Цельсия в минуту
- Давление создаётся газами или кипящими жидкостями
- Реактор может разорваться, если давление не отводится должным образом

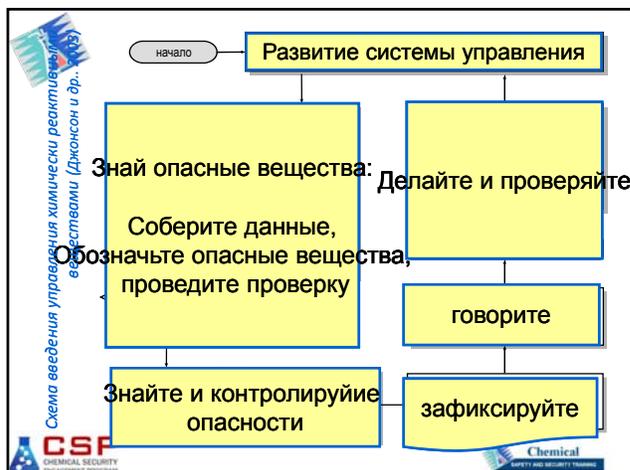
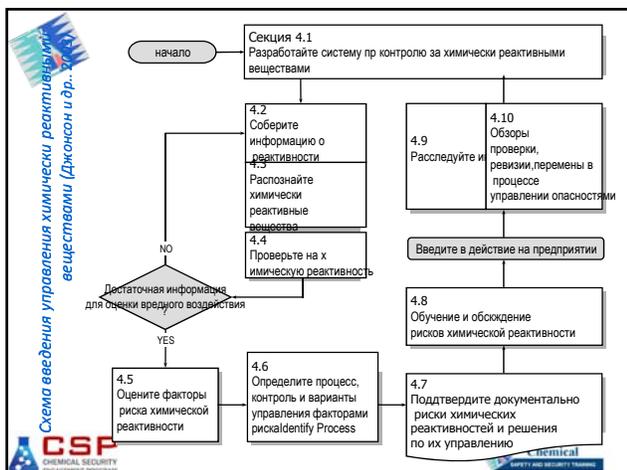
CSP CHEMICAL SECURITY ENGAGEMENT PROGRAM
 Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING

Химически реактивные вещества

Управление химически реактивными веществами

- Больше попыток требуется для того, чтобы распознать и описать химически реактивные вещества
- Для этого может потребоваться мелко масштабное тестирование
- См. Схему на след. странице

CSP CHEMICAL SECURITY ENGAGEMENT PROGRAM
 Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING



Химически реактивные вещества

Ключевые шаги для избежания нежеланных реакций

- Обучите персонал быть компетентными в вопросах химически активных веществ, несовместимости химических веществ и температурных условиях хранения
- Разместите склады так, чтобы оборудование и материалы не взаимодействовали
- Избегайте ламп накаливания, обогревателей, и других источников тепла для термочувствительных материалов
- Избегайте использования закрытых пространств или обеспечьте необходимый защитой от чрезвычайной ситуации
- Избегайте возможности закачки жидкого реактивного вещества против закрытой или забитой линии
- Разместите места хранения вдалеке от мест производственного процесса





Химически реактивные вещества

Ключевые шаги для избежания нежеланных реакций

- Отслеживайте температуры материалов и здания при возможности при помощи «сигнальных счётчиков высоких температур»
- Чётко маркируйте все реактивные химикаты и то, что должно избегаться при их использовании
- При возможности разделите все несовместимые материалы, с помощью специального оборудования
- Используйте оборудование нужных параметров, во избежании закачки веществ в неправильные цистерны
- Проводите проверки материалов, которые со временем могут распадаться и реагировать
- Обратите особое внимание на чистоту и протвопожарную безопасность вокруг мест хранения и производства





Химически реактивные вещества

- Измеряйте осторожно! – генерация тепла возрастает с объёмом (на куб в линейной плоскости), а возможность отвода тепла растёт с увеличением верхней поверхности (на квадрат в линейной плоскости)
- Убедитесь в том, что оборудование может выдержать максимальное давление и адиабатичные температуры неуправляемых реакций
- Используйте процесс постепенного добавления, при возможности
- Наблюдайте за местами быстрых реакций
- Избегайте использования контроля температуры реакционной смеси, как способа уменьшения скорости реакции
- Используйте множество температурных сенсоров в разных местах
- Избегайте добавления материала выше отметки точки кипения реактора





Виды опасностей и потенциальные последствия

- Токсичные и разъедающие вещества
- Удушливые вещества
- Взрывчатые вещества
- Детонирующие вещества
- Химически реактивные вещества
- **Вещества с быстрым фазовым переходом**
- Опасности разрывных сосудов
- Другие физические опасности





Вещества с быстрым фазовым переходом

Сущность	Почти мгновенный переход из жидкости в газ, со значительным возрастанием объёма
Также	Взрыв газов расширяющейся, кипящей жидкости (BLEVE)
Что требуется	Любой сжиженный газ, хранящийся под давлением выше его точки кипения
Примеры	Цистерна с пропаном, захваченная огнём, пламя воздействует на паровоздушное пространство цистерны, разрушая метал
Последствия	Взрыв от переходной фазы и разрыва цистерны, фрагменты цистерны, облако пламени, при наличии воспламеняющейся жидкости

Вещества с быстрым фазовым переходом

Видео	www.youtube.com ; наберите BLEVE
Территории воздействия	Может достигать 1 км и более, в зависимости от размера цистерно-хранилищ
Как подсчитывается	<p>Рассчитывайте каждый механизм по отдельности и определите какой из них производит наибольший эффект; многие механизмы повышают степень серьёзности</p> <ul style="list-style-type: none"> • Взрыв разорвавшегося сосуда • Расширение веществ с быстрым фазовым переходом • Снаряды и летающие осколки • Тепловое излучения от облака пламени • Эффект домино
Ссылка	CCPS 2010

Виды опасностей и потенциальные последствия

- Токсичные и разъедающие вещества
- Удушливые вещества
- Взрывчатые вещества
- Детонирующие вещества
- Химически реактивные вещества
- Вещества с быстрым фазовым переходом
- Опасности разрывных сосудов
- Другие физические опасности

Опасности разрывных сосудов

Сущность	Почти мгновенный выброс энергии в виде сжатого пара или газа
Также	Чрезмерное давление на контейнер; Взрыв лопнувшего сосуда
Что требуется	Пар или газ при высоком давлении внутри любого вида сосуда/контейнера
Примеры	Чрезмерное давление на сосуд в результате выхода из подконтроля быстрорастущей тепловой реакции, возгорание паров в цистерне
Последствия	Взрыв разорвавшегося сосуда, Разброс больших фрагментов сосуда, разлив оставшихся в цистерне химикатов, эффект домино

Опасности разрывных сосудов

Видео www.csb.gov; несколько примеров в видео комнате, включая Взрыв на лабораториях T2

Район последствий Зависит от количества материала на момент взрыва

Как высчитывается Рассчитайте все механизмы по отдельности определите and determine which has greatest effect; multiple mechanisms increases severity:

- Bursting vessel explosion (gas / vapor volume expansion)
- Missiles / flying debris
- Release of vessel contents
- Follow-on ("domino") effects

References CCPS 2010; Crowl and Louvar 2002




Опасности разрывных сосудов

Одно уравнение используется для расчёта энергии взрыва

$$W_e = R_g T \left[\ln \left(\frac{P}{P_E} \right) - \left(1 - \frac{P_E}{P} \right) \right]$$

Где W_e Энергия взрыва
 P Давление газа на сосуд
 P_E Давление окружающей среды
 T Абсолютная температура




Опасности разрывных сосудов

Другое уравнение используется для расчёта энергии взрыва

$$W_e = \frac{(P - P_E) V}{\gamma - 1}$$

Где W_e Энергия взрыва
 P Давление газа на сосуд
 P_E Давление окружающей среды
 T Абсолютная температура
 γ пропорция определённых температур

Уравнение Брода




Опасности разрывных сосудов

Пример

- паровоздушное пространство 30 м³ воспламеняющейся жидкости в цистерне-инертный азот
- Регулятор азота не может быть открыт, подвергая паровоздушное пространство цистерны 4 барам избыточного давления. Система спускного отверстия цистерны не работает в таких случаях
- Если цистерна разрывается при 4 барах избыточного давления, то сколько энергии при этом выпускается






Опасности разрывных сосудов

Данные

$P = 4 \text{ bar gauge} = 400 \text{ Pa gauge} = 501325 \text{ Pa abs}$

$P_E = 0 \text{ bar gauge} = 0 \text{ Pa gauge} = 101325 \text{ Pa abs}$

$V = 30 \text{ m}^3$

$\gamma = 1.4 \text{ for nitrogen (dimensionless)}$





Опасности разрывных сосудов

Расчёты

Используя уравнение Брода:

$$W_e = \frac{(501325 \text{ N/m}^2 - 101325 \text{ N/m}^2) \cdot 30 \text{ m}^3}{1.4 - 1}$$

$$W_e = 3 \times 10^7 \text{ N-m} = 3 \times 10^7 \text{ Joules}$$




Опасности разрывных сосудов

Сравнение:

Тротил- температура взрыва 4686 Дж/г, энергия взрыва 3×10^7 дж эквивалентна

$3 \times 10^7 / 4686 = 6400 \text{ г тротилового эквивалент} = 6.4 \text{ кг в тротиловом эквиваленте}$





Опасности разрывных сосудов

Последствия:

Под цифрой 6-23 в Крауле и Луваре (стр.268) даётся соответствие масштабного давления к масштабному расстоянию

Если машинный зал находится в 30 м от хранилища, масштабное расстояние

$$z_e = 30 \text{ м} / (6.4 \text{ кг TNT})^{1/3} = 16.2$$

Под цифрой 6-23, масштабное давление $p_s = 0.1$, и Избыточное давление в результате $(0.1)(101 \text{ kPa}) = 10 \text{ kPa}$




Опасности разрывных сосудов

Последствия

Таблица 6-9 of в Крауле и Луваре 2001 (стр 267) показывает, что 10 кРа достаточно для того, чтобы

- Выбить стёкла
- Нанести урон деревянным постройкам
- Искривить стальные рамы армированных зданий




Виды опасностей и потенциальные последствия

- Токсичные и разъедающие вещества
- Удушливые вещества
- Взрывчатые вещества
- Детонирующие вещества
- Химически реактивные вещества
- Вещества с быстрым фазовым переходом
- Опасности разрывных сосудов
- Другие физические опасности




Другие физические опасности

Примеры	ghbvths
Гидравлическое давление	Гидравлическая жидкость под высоким давлением <i>Сильная струя из отверстия размером с игольное ушко может привести к серьёзным порезам</i>
Вакуум	среда, содержащая газ при <u>давлениях</u> значительно ниже <u>атмосферного</u> .: <i>выкачивание цистерны или сжатие пара при недостаточной вентиляции приводит к внутреннему взрыву</i>





ЖД цистерна: работники ушли на обед, но до этого они закрыли люк в прохладный и облачный день. Произошло сжатие пара и создался вакуум.



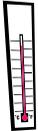



Цистерна слева разрушилась, потому что материалы были выкачаны после того, как кто-то закрыл вентиляционную систему пластиковым листом. Кто бы мог подумать, что тонкий листок пластика окажется сильнее, чем цистерна-хранилище. Но большие хранилища могут выстоять лишь небольшое внутреннее давление, но не вакуум. Это возможно разрушить большую цистерну присутствием лишь небольшого количества вакуума. Существует много докладов о том, как происходило разрушение цистерн из-за выкачки материалов при закрытой вентиляции или быстрое охлаждение паровоздушного пространства цистерны из-за грозы, при закрытом вентиляционном отверстии. Цистерна на фотографии внизу справа разрушилась из-за того, что вентиляция была забита воском. Фотография в середине показывает цистерну, которая разрушилась из-за присутствия осинового гнезда в вентиляции. На сайте вы можете найти больше фотографий.





Другие физические опасности



<u>Физические опасности</u> <u>Повышенные температуры</u>	<u>Примеры</u>
Криогенная температура	<p>Высокие температуры газа, жидкости и поверхности: <i>Контакт с горячими поверхностями или утечка горячих веществ может причинить серьезные ожоги, продолжительный контакт с высокими температурами может вызвать тепловой удар</i></p> <p>Жидкий азот, сжиженный газ при контакте с кожей вызывает криогенные ожоги</p>





Другие физические опасности

<u>Физические опасности</u> <u>Массовое хранение</u>	<u>Примеры</u>
	<p>Очень большие хранилища цистерны, силосное хранилище</p> <p><i>Катастрофические поломки могут привести к смертельным случаям</i></p>





Знаете ли вы?
Вы думаете, что инцидент, произошедший 80 лет назад не имеет никакого отношения к производству в настоящее время? Но аварии с цистернами происходят и в наш дни по тем же причинам, как и в прошлом (фотографии внизу). Большие объемы любых жидкостей, не только химически опасных, например патоки или воды, могут быть опасны, в случае быстрого выброса в больших количествах из-за огромного объема и массы.

- Что можно сделать
- Если вы заметите утечку, ржавление или другие потенциальные признаки повреждения цистерны немедленно сообщите об этом руководству.
- Убедитесь в том, что новые цистерны или цистерны после ремонта должным образом проверяются до того, как начать их использование на производстве
- Убедитесь в том, что вы знакомы с объемом вместимости цистерн и перепроверяйте эту информацию до наполнения емкости
- Февраль 1988 года - Флоренс, Пенсильвания - из-за неисправности цистерны в реку Монангаела вылилось 4 миллиона галлонов дизельного топлива
- Январь 200 - Цинциннати, Огайо - из-за неисправности цистерны в реку Огайо вылилось 365 000 галлонов жидкого удобрения






Наводнение патоки в Бостоне, 1919

15 января 1919 года жители северной части Бостона услышали громкий шум и с ужасом наблюдали как 15 метровая цистерна с 8700 м³ патоки, внезапно разрушилась и её содержание было вылитое на улицы города. Волна патоки высотой 5м и шириной 50 м вылилась на улицы. На сколько медленная патока в январе? Волна двигалась со скоростью 60 км/ч и разлилась на 2 квартала. Погиб 21 человек и 150 пострадали, материальный ущерб составил \$100 миллионов с пересчётом на настоящие деньги. Что послужило причиной аварии? Расследование показало:

- Цистерна не была должным образом проинспектирована перед эксплуатацией
- Цистерна не была проверена перед тем, как наполнить её потоком
- Цистерна протекала по сварочным швам до аварии, но никто не сообщил об этом





Другие физические опасности

<u>Физическая опасность</u>	<u>Примеры</u>
Нечёткие паровые облака	Кислый газ, тетрахлорид титана, криогенные жидкости :
	<i>Густые пары, пыль или сжатая влага может мешать чётко видеть и привести к транспортным столкновениям</i>
	$\text{TiCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{TiO}_2 + 4\text{HCl}$





Опасные материалы и потенциальные последствия

- *Определение опасности производственного процесса*
- **Виды опасностей и потенциальные последствия**
- **Методы систематического распознавания опасных производственных процессов**




US Chemical Safety Board



Методы систематического распознавания опасных производственных процессов

Методы распознавания опасных производственных процессов

- Анализ свойств материалов
- Анализ условий процесса
- Использование производственного опыта
 - Знания химического процесса
 - Опыт на объектах меньшего масштаба
 - Переоценка предыдущих аварий
 - Использование контрольных таблиц CCPS 2008a Прилож. В
- Разработайте матрицы химических взаимодействий




Данные по химически-опасным веществам

Источники информации по химически-опасным веществам :

- Паспорта Безопасности от поставщика
- Ресурсы по отдельно взятым химикатам (Институт по Хлору)
- Многие книги и раздоточные материалы., (Сакс,Бредерикс)



Данные по химически-опасным веществам

Некоторые ресурсы доступны в интернете

- Международные паспорта (карточки) химической безопасности www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/cis/products/fcsc/dtash/index.htm
- СAMEО химикаты cameochemicals.noaa.gov
- Рабочие листы по химической реактивности response.restoration.noaa.gov/CRW
- NIOSH карманный справочник по химически опасным веществам www.cdc.gov/niosh/npg
- Беспроводная система информации для команд по реагированию на аварии wiser.nlm.nih.gov



Обсуждение

- Выберите знакомый вид химического процесса
- Определите какие существуют опасности химического процесса, т.е. Начните инвентаризацию опасных веществ
- Обсудите, что может произойти, если опасности не под контролем и не заключённые в рамки сосудов.



91



Перерыв на чай





Семинар по химической безопасности и средствам защиты

Внутренне безопасная схема

SAND No. 2011-0721P
Sandia is a multiprogram laboratory operated by Sandia Corporation, a Lockheed Martin Company, for the United States Department of Energy's National Nuclear Security Administration under contract DE-AC04-94NA00000.





Ключевые сокращения

IS = Внутренняя безопасность (ВБ)

ISD = Внутренне безопасный дизайн (ВБД)

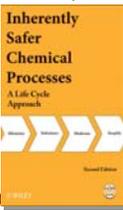
IST = внутренняя безопасная технология (ВБТ)





Ресурсы по внутренней безопасности

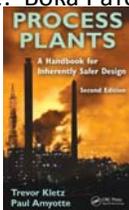
CCPS 2008с. Центр Безопасности химического процесса. Внутренне безопасные химические процессы: *метод жизненного цикла*, 2 издание. Аппер Саддл Ривер, Нью-Джерси: Прентис хол.






Ресурсы по внутренней безопасности

Т.А. Кельтс и Р. Амойте 2010.
Технологические заводы: *пособие по более безопасному внутреннему устройству*, 2 издание. Бока Ратон, Флорида: CRC Press.







Ресурсы по внутренней безопасности

CCPS 2008a. Центр Безопасности химического процесса. Способы оценки химически опасных процессов, *3 издание*, НЙ: Американский институт химических инженеров.

- Внутренняя оценка безопасности
- Приложение A4: Inherently Безопасные процессы-список






Ресурсы по внутренней безопасности

DHS 2010. “Итоговый отчёт: Определение внутренне более безопасной процедуры для производства, транспортировки, хранения и использования.” Подготовленно CCPS для департамента государственной безопасности США. Июль 2010.






Разработка внутренней безопасности

1. Что такое внутренняя безопасность?
2. Почему она важна?
3. Какие основные стратегии внутренней безопасности?
4. Какие ещё подобные стратегии существуют?
5. Как это вводится в режим работы предприятия?
6. Каковы ограничения внутренней безопасности?
7. Обсуждения и упражнения с группой






Разработка внутренней безопасности

1. Что такое внутренняя безопасность?






Официальное определение

Внутренние безопасные технологии (IST), также известные как разработка внутренней безопасности (ISD), постоянно исключают или уменьшают опасности, чтобы избежать последствий инцидента





Официальное определение

- IST это философия, воплощённая в разработку и производственный оборот, включая производство, транспортировку, хранение, использование и утилизацию.
- IST это интерактивный процесс, который рассматривает варианты устранения или уменьшения опасности, замену на менее токсичные материалы, использование менее опасных процессов и условий, и разработку процессов производства, которые уменьшают вероятность или последствия человеческой ошибки, отказа оборудования или умышленного вреда





ISTs относительны

- Технология может быть описана как внутренне безопасная, когда сравнивается с другой технологией, включая описание опасных веществ, их расположение и потенциал для вреда населению.
- Технология может быть внутренне более безопасная, чем другая в отношении некоторых вредных веществ и менее безопасная по отношению к другим веществам и может быть недостаточно безопасной для ожиданий общества.





ISTs основаны на процессе обоснованного решения

- Из-за того, что существуют варианты внутренне более безопасные по отношению к одному процессу, и менее безопасные по отношению к другому процессу; решения по принятию оптимальной стратегии для всех вредных веществ необходимо
- Процесс принятия решения должен включать в себя обзор процессов на производстве, полный спектр рисков и опасностей и возможность перехода риска с одного затронутого населения к другому.
- Техническая и экономическая стороны вопроса должны быть рассмотрены




“ Сущность внутренне безопасного процесса на производстве заключается в избегании вредных химических воздействий, а не в их контроле по средством добавления защитного оборудования.”

T. A. Kletz, Plant Design for Safety, A User-Friendly Approach (NY: Hemisphere, 1991)

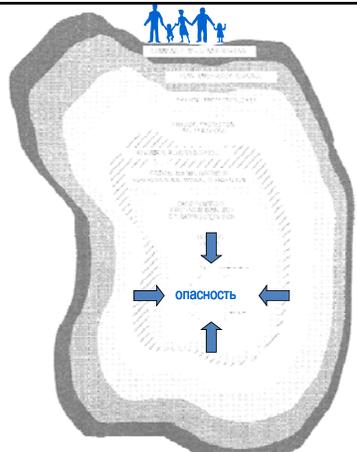



Уменьшение степени опасности




106

Уменьшение степени опасности




107

Более безопасные и чистые производства

Восстановление окружающей среды	Утилизация отходов	Предотвращение загрязнения	Внутренне более чистые технологические процессы
Последствие >>>> выброс >>>> опасность			
Восстановление после аварии	Смягчение последствий	Предотвращение	Внутренне более безопасные технологические процессы




108



Разработка внутренней безопасности

1. Что такое внутренняя безопасность?
2. Почему она важна?





Разработка внутренней безопасности постоянно и неотрывно уменьшает риск или устраняет производственные опасности, которые должны быть ограничены и под контролем, чтобы избежать потерь to avoid loss events.





Важность внутренней безопасности

- Конструктивная стья Тревора Клетца

“Того , что у тебя нет, не может протечь”

(Химия и производство, 6 мая 1978, стр. 287-292)





Важность внутренней безопасности

- Заключение по безопасности:

Того, что у тебя нет, не может быть украдено, подожжено или специально разлито.




Важность внутренней безопасности

те вредные вещества, которые не устранены или уменьшены до незначительных размеров должны учитываться на всём протяжении работы завода, чтобы избежать производственные аварии, которые влекут за собой потери и ущерб.




«Слои защиты нужны для защиты от Опсных вещей, которые не устранены на предприятии»




114

Возможные преимущества внутренней безопасности

- Уменьшение потребности в технических мерах и систем безопасности (включая первоначальную установку и текущие расходы на ITM)
- Уменьшение стоимости рабочей силы и возможные обязательства, связанные с текущими требованиями регламентирующих органов
- Устранение потребности в ИСЗ, связанных с определёнными опасными веществами
- Уменьшение требований по готовности и реагированию в случае чрезвычайной ситуации
- Улучшение отношений с местным населением




Вспомните: официальное определение «Внутренние безопасные технологии»

- Общие варианты безопасной разработки и безопасного процесса на производстве охватывают спектр от внутренних до пассивных; активных и производственных стратегий управления в случае аварии .
- Не существует чёткой границы между «Внутренними безопасными технологиями» и другими стратегиями




4 вида стратегий безопасности производственного процесса



- **Внутренние** – уменьшение степени опасности
- **Пассивные** -Элементы разработки производственного процесса или оборудования, которые уменьшают риск без активного воздействия
- **Активные**- Технические меры
- **Процедурные**- административные меры

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

обсуждение

Приведите несколько примеров каждой стратегии?

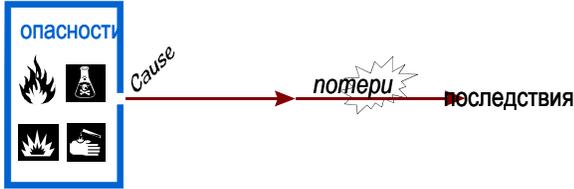
- **Внутренние** – уменьшение степени опасности
- **Пассивные** -Элементы разработки производственного процесса или оборудования, которые уменьшают риск без активного воздействия
- **Активные**- Технические меры
- **Процедурные**- административные меры

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Ещё одна точка зрения

Уменьшение возможной опасности



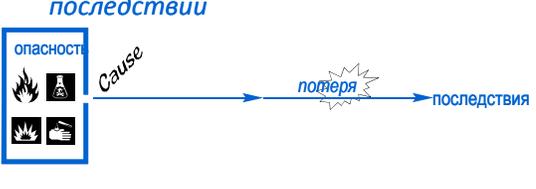
CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

119

Ещё одна точка зрения

... может уменьшить возникновения потерь и последствий



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

120

Разработка внутренней безопасности

1. Что такое внутренняя безопасность?
2. Почему она важна?
3. Какие основные стратегии внутренней безопасности?
4. Какие ещё подобные стратегии существуют?
5. Как это вводится в режим работы предприятия?



Основные стратегии внутренней безопасности

CCPS 2008:

Уменьшай
Заменяй
Ограничивай
Упрощай

Клетс и Амиот 2010:

Усиливай
заменяй
Смягчай
Ограничивай
эффекты
Упрощай




Основные стратегии внутренней безопасности

CCPS 2008:

Уменьшай ← **Усиливай**
Заменяй ← **заменяй**
Ограничивай → **Смягчай**
Упрощай → **Ограничивай**
эффекты
Упрощай




Основные стратегии внутренней безопасности

В этом семинаре
сосредоточение на :

Уменьшай
Заменяй
Смягчай




Основные стратегии внутренней безопасности

В этом семинаре
сосредоточение на :

Уменьшай
Заменяй
Смягчай




125

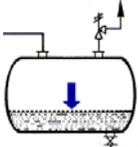
Вспомните: официальное определение «Внутренние безопасные технологии»

- IST это интерактивный процесс, который рассматривает варианты устранения или уменьшения опасности, замену на менее токсичные материалы, использование менее опасных процессов и условий, и разработку процессов производства, которые уменьшают вероятность или последствия человеческой ошибки, отказа оборудования или умышленного вреда




Уменьшай

Уменьшать количество потенциальной энергии (т.е. Подвести системы ближе к нулевому состоянию энергии), таким образом уменьшая потенциал последствий, если потерян контроль над опасным материалом и его содержанием





Уменьшай



Некоторые стратегии по установлению внутренне безопасных процедур путём минимизации:

- Сокращение инвентаря; напр.,
 - Меньше хранимых материалов
 - Меньше цистерн; своевременная доставка
 - Меньше объём испарений
 - Произвести по потребности (хлор, аммиак, водород...)
 - Получение по трубопроводу вместо грузовиков и ж/д
- Усиление производственного процесса
- Работа производства приближённая к условиям окружающей среды






Уменьшай



Некоторые стратегии по установлению внутренне безопасных процедур путём минимизации:

- Сокращение инвентаря; напр.,
 - Меньше хранимых материалов
 - Меньше цистерн; своевременная доставка
 - Меньше объём испарений
 - Произвести по потребности (хлор, аммиак, водород...)
 - Получение по трубопроводу вместо грузовиков и ж/д
- Усиление производственного процесса
- Работа производства приближённая к условиям окружающей среды





Уменьшай



Окончательное положение:

- Устранение вредных веществ
 - Устранение использования определённых вредных материалов
 - Эксплуатировать систему, относящуюся к определённому вредному веществу на нулевом уровне энергии
 - Остановка процесса
 - Использование изготовителя промежуточных продуктов (перенос риска)





Обсуждение

- Обзор внутренней безопасности предлагает устранить промежуточное хранение опасных веществ:



```

graph LR
  A[Raw Material Manufacture] --> B[(Storage Tank)]
  B --> C[Raw Material Usage]
  
```

- Каковы выгоды внутренней безопасности?
 -
 -
- Каковы возможные недостатки?
 -
 -





Основные стратегии внутренней безопасности

В этом семинаре сосредоточение на :

Уменьшай
Заменяй
Смягчай



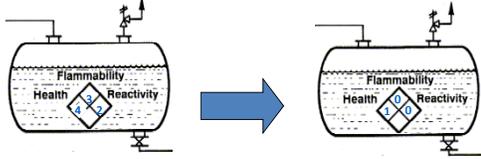

 **Вспомните: официальное определение «Внутренние безопасные технологии»**

- IST это интерактивный процесс, который рассматривает варианты устранения или уменьшения опасности, замену на менее токсичные материалы, использование менее опасных процессов и условий, и разработку процессов производства, которые уменьшают вероятность или последствия человеческой ошибки, отказа оборудования или умышленного вреда

 **Заменяй**

Заменить-замещение на менее опасный материал или условие



 **Заменяй** 

Некоторые стратегии по установлению внутренне безопасных процедур *путём замены*:

- Альтернативные торговые марки
- Альтернативное сырьё или промежуточные материалы, которые могут безопасно храниться и транспортироваться
- Альтернативная химия
 - Процесс окисления пропилена вместо процесса репса для производства эфира акриловой кислоты
 - Пути биосинтеза

 **Заменяй** 

Альтернативы хлора:

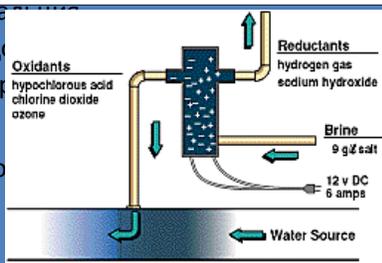
- гипохлорит натрия
- гипохлорит кальция
- перекись водорода
- двуокись хлора
- бром
- Смешанные окисляющие вещества

Заменяй

Алтернативы хлора:

- гипохлорит натрия
- гипохлорит кальция
- перекись водорода
- двуокись хлора
- бром
- Смешанные окислители



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Заменяй

Альтернативы олеума:

- Сгорание серы для производства SO_3 по мере необходимости



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Заменяй

Заменители растворителей:

- Краски,разводимые водой, клейкое вещество
- Водные очистительные системы
- Менее неустойчивые растворители; более высокая точка воспламенения
- эфир двухосновной кислоты для снятия краски

Ресурсы в интернете
<http://www.epa.gov/ozone/snap/solvents/solvents.pdf>



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Основные стратегии внутренней безопасности

В этом семинаре сосредоточение на :

Уменьшай

Заменяй

Смягчай



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

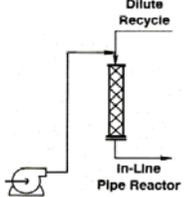
 Вспомните: официальное определение «Внутренние безопасные технологии»

- IST это интерактивный процесс, который рассматривает варианты устранения или уменьшения опасности, замену на менее токсичные материалы, использование менее опасных процессов и условий, и разработку процессов производства, которые уменьшают вероятность или последствия человеческой ошибки, отказа оборудования или умышленного вреда

 **Смягчай**

Смягчение(умеренное использование) – обращение с материалами при менее опасных условиях.



 **Смягчай**

Смягчение(умеренное использование) – обращение с материалами при менее опасных условиях.

Примечание: доступная энергия может быть одинаковой, но возможные потери и последствия уменьшены



 **Смягчай**

Некоторые стратегии по установлению внутренне безопасных процедур путём смягчения :

- разбавление
 - Использование водной вместо безводной формы
 - Использование такого раствора при котором растворённое вещество выкипит до начала реакции с повышением температур
 - Меньшая концентрация перекиси бензоила в клее
 - Смешивание каменноугольной пыли с каменной мукой
- Охлаждение/ замораживание
 - Хранение безводного фммиака как замороженню жидкость вместо сжиженного газа





Разработка внутренней безопасности

Что такое внутренняя безопасность?

- Почему она важна?
- Какие основные стратегии внутренней безопасности?




Вспомните: официальное определение «Внутренние безопасные технологии»

- IST это философия, воплощённая в разработку и производственный оборот, включая производство, транспортировку, хранение, использование и утилизацию.
- IST это интерактивный процесс, который рассматривает варианты устранения или уменьшения опасности, замену на менее токсичные материалы, использование менее опасных процессов и условий, и разработку процессов **производства, которые уменьшают вероятность или последствия человеческой ошибки, отказа оборудования или умышленного вреда**





Basic inherent safety strategies

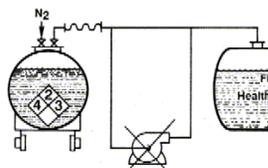
<i>CCPS 2008:</i>	<i>Kletz and Amyotte 2010:</i>
Minimize	Intensify
Substitute	Substitute
Moderate	Attenuate
Simplify	Limit Effects
	Simplify





Упрощай

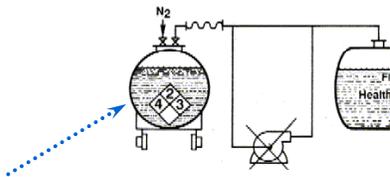
Упрощение-устранение излишней сложности.





Упрощай

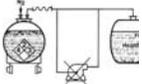
Упрощение-устранение излишней сложности.



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Упрощай



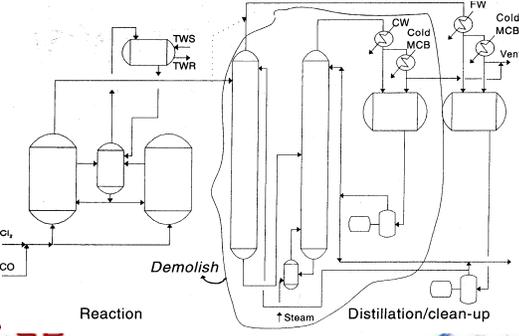
Некоторые стратегии по упрощению:

- Используйте более простую организацию оборудования: безнапорный поток, естественная конвекция
- Устраните взаимосвязи для уменьшения возможности случайного перемешивания
- Сократите число изгибов, соединений и др. возможностей для утечки

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Упрощение производства фосгена



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Ограничение эффектов

Самое главное в процессе ограничения эффектов-это увеличение расстояния между местом происшествия и людьми, имуществом и средой, которые могут пострадать



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

CGA, Handbook of Compressed Gases



Разработка внутренней безопасности

1. What is “inherent safety”?
2. Why is it important?
3. What are the basic inherent safety strategies?






Вспомните: официальное определение «Внутренние безопасные технологии»

- IST это философия, воплощённая в разработку и производственный оборот, включая производство, транспортировку, хранение, использование и утилизацию.
- IST это интерактивный процесс, который рассматривает варианты устранения или уменьшения опасности, замену на менее токсичные материалы, использование менее опасных процессов и условий, и разработку процессов производства, которые уменьшают вероятность или последствия человеческой ошибки, отказа оборудования или умышленного вреда





Два основных вида процесса внутренней безопасности

1. Разработка и введение внутренней безопасности в процесс производства (
2. Постоянный поиск путей уменьшения или устранения опасных факторов на протяжении цикла работы предприятия





Два основных вида процесса внутренней безопасности –Прведённые кем?

1. Разработка и введение внутренней безопасности в процесс производства (обзоры по внутренней безопасности, технологические основы процесса)
2. Постоянный поиск путей уменьшения или устранения опасных факторов на протяжении цикла работы предприятия (обзоры по внутренней безопасности, технологические основы процесса)






Обзоры по внутренней безопасности

Самые эффективные фазовые циклы для обзора процесса

Возможности сделать процесс внутренне более безопасным

(CCPS 2008a):

- Детальная разработка
- Повседневные технологические процессы

- Обзор и документация
- концептуальное проектирование/эскизный проект
- Члены обзорной комиссии меняются в зависимости от фазового цикла работы





Обзоры по внутренней безопасности

Типичные шаги при обзоре по внутренней безопасности (CCPS 2008a):

1. Соберите и просмотрите предварительную информацию
2. Обозначьте, определите, зафиксируйте основные опасности
3. Просмотрите схему работы процесса
 - Обратите внимание на каждый процесс и опасные материалы
 - Обозначьте творческие пути по улучшению процесса, при помощи принципов внутренней безопасности для уменьшения или устранения опасных ситуаций
4. Зафиксируйте результаты обзора и план действий





Обзоры по внутренней безопасности

Ресурсы для людей, осуществляющих обзор/осмотр на производстве (CCPS 2008a, Appx. A4):

- Усиление/минимизация
- Уменьшают ли следующие стратегии [материально-производственные запасы](#) сырья, промежуточных продуктов или законченных продуктов:
 - Улучшенное расписание производства
 - Своевременные поставки
 - Прямое совмещение элементов процесса
 - Производство и потребление на производстве
- Уменьшают ли следующие стратегии [материально-производственные запасы](#) в процессе производства?
 - Устранение или уменьшение размера сосудов, используемых на производстве
 - Разработка производственного оборудования, перерабатывающего опасные материалы с наименьшей потребностью в производственных запасах
 - Установка оборудования для уменьшения [участка трубопровода](#) для опасных веществ
 - Уменьшение диаметра трубопровода

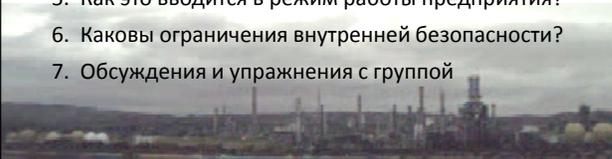




Разработка внутренней безопасности

Что такое внутренняя безопасность?

2. Почему она важна?
3. Какие основные стратегии внутренней безопасности?
4. Какие ещё подобные стратегии существуют?
5. Как это вводится в режим работы предприятия?
6. Каковы ограничения внутренней безопасности?
7. Обсуждения и упражнения с группой





Внимание

Внутренне безопасный не обязательно означает с меньшим риском
Изменения в производственном процессе может ввести новые опасности

- Водородный газ произведён гидролизом
- Влияние на возникновение потерь
 - Напр., подача из большого количества маленьких цилиндров увеличивает частоты подсоединения и отсоединения цилиндров
- Влияние на серьёзность потерь
 - Напр., общее герметичность увеличивает давление разрыва





Обсуждение

Ситуация: Вам нужно путешествовать из города в одном конце страны в город в другом конце страны

Варианты: **Путешествовать по земле** или **лететь свмолётом**.

- Which option is *inherently safer* ?

• Which option has *lower risk* ?





Самолёты

Опасности:

- Потенциальная энергия (34,000 фт высота; Тяжёлые предметы в отделениях над головой)
- Кинетическая энергия (600 миль/час; other другие самолёты; вращающиеся турбины/пропеллеры)
- Химическая энергия баки с топливом; опасные химикаты в грузовом отделении; возможность пожара)
- Температура (холодный воздух за бортом; горячий кофе внутри)
- Давление (низкое давление за бортом)
- Уменьшенное количество кислорода
- Увеличенное излучение
- Другие люди (угрозы безопасности; пьяные или злые пассажиры)

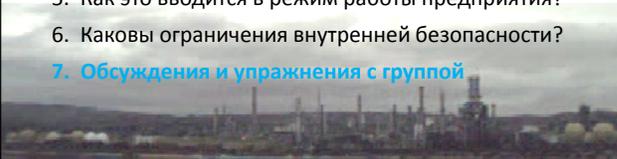




Разработка внутренней безопасности

Что такое внутренняя безопасность?

2. Почему она важна?
3. Какие основные стратегии внутренней безопасности?
4. Какие ещё подобные стратегии существуют?
5. Как это вводится в режим работы предприятия?
6. Каковы ограничения внутренней безопасности?
7. **Обсуждения и упражнения с группой**



Обсуждение : хранение токсичных испаряющихся жидкостей

Ситуация : Один руководитель предприятия выбрал одну большую цистерну, другой руководитель предприятия выбрал 2 маленьких цистерны One stakeholder wanted one large storage tank, another stakeholder wanted two smaller storage tanks.

Объяснение второго руководителя:самое серьёзное последствие бѣдет на половину

меньше

точка X
Большая цистерна
Точка Y

точка X
Маленькая цистерна
точка Y

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

165

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

упражнение

- 1 Выберите знакомый вам химический процесс на вашем предприятии
- 2 Назовите хотя бы 3 определённых способа для обеспечения большей внутренней безопасности
- 3 Обсудите если хотя бы какой-то из этих способов способен увеличить безопасность или риск безопасности

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Заключительное обсуждение

- Какие основные препятствия для введения принципов внутренней безопасности?
- Как можно их преодолеть?

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Заключительное обсуждение

- Принципы внутренней безопасности также имеют отношение к безопасности предприятия?

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING



Семинар по химической безопасности и средствам защиты

Инспекция и тестирование производственного оборудования

SAND No. 2011-0798C
Sandia is a multiprogram laboratory operated by Sandia Corporation, a Lockheed Martin Company, for the United States Department of Energy's National Nuclear Security Administration under contract DE-AC04-94NA00000.





Основные сокращения

MI = механическая целостность

ITM = инспектирование, проверка, сохранение

PM = профилактическое обслуживание

MMS = система административного управления эксплуатации





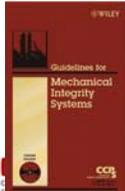
Ресурсы

CCPS 2006. Центр Безопасности химического процесса.
Справочник по механической целостности. Нью-Йорк.
Американский институт химических инженеров

Глава

- 1 Введение
- 2 Ответственности управления
- 3 выбор оборудования
- 4 Инспектирование, тестирование, профилактическое обслуживание
- 5 Программа обучения механической целостности
- 6 Процедуры по механической целостности
- 7 Обеспечение качества
- 8 Дефицит оборудования
- 9 Управление целостностью определённого оборудования
- 10 Внедрение программы по целостности оборудования
- 11 Средства и методы управления опасными ситуациями
- 12 Постоянное улучшение программ по целостности оборудования

CD включён






Фланец слева сильно ржавый и болты тоже в очень плохом состоянии- уиечка вот-вот произойдёт, К счастью это было замечено при проверке предприятия и фланец с болтом были заменены. (как показано справа)

•Фотография слева отображает ржавый клапан управления. Смогли бы вы рассчитать на безопасный процесс его операции? Фотография справа показывает заменённый клапан управления, который в случае правильной эксплуатации и проверки будет правильно работать, когда это так необходимо




Знаете ли вы?

- В 2004, доклады по инцидентам производственных процессов в Канадскую ассоциацию химических производителей, показали, что в 25% случаев инциденты случались из-за нарушения целостности оборудования
- Дальнейший анализ показал, что нарушение целостности оборудования стало причиной 50% всех случаев инцидентов с 1998-2003
- Все мы-это линия первой обороны против таких случаев. Мы находимся на предприятии каждый день и у нас есть возможность доложить о неисправности
- На фотографии показана система поддержки трубопровода при помощи возводящих подмостков, пружин и зажимов

- Что вы можете сделать?
- Планируйте регулярные обходы для выявления нарушения целостности оборудования-ржавое оборудование, трубы и клапаны; недостаточная поддержка труб, небольшие лужи вокруг фланцев
- Также слушайте! Например, если насос производит необычные звуки, то необходимо его проверить на случай поломки
- Не ждите официальных инспекций предприятия, всё время будьте на чеку и сообщайте о нарушениях целостности оборудования
- Если что-то вас беспокоит, сообщите об этом и убедитесь, что нужные меры были предприняты




3 основных вида действий для обеспечения механической целостности

1. Разрабатывайте и вводите безотказность в работе оборудования и контроля
2. Инспектируйте/тестируйте/поддерживайте целостность оборудования и контроля
3. Успешно корректируйте поломки и ухудшения рабочих характеристик по мере их возникновения




3 основных вида действий для обеспечения механической целостности

1. Разрабатывайте и вводите безотказность в работе оборудования и контроля (технология и строительство)
2. Инспектируйте/тестируйте/поддерживайте целостность оборудования и контроля (поддержка предприятия)
3. Успешно корректируйте поломки и ухудшения рабочих характеристик по мере их возникновения (поддержка предприятия)




3 основных вида действий для обеспечения механической целостности

1. Разрабатывайте и вводите безотказность в работе оборудования и контроля (технология и строительство)
2. Инспектируйте/тестируйте/поддерживайте целостность оборудования и контроля (поддержка предприятия)
3. Успешно корректируйте поломки и ухудшения рабочих характеристик по мере их возникновения (поддержка предприятия)

Фокус семинара




Инспектирование и проверка оборудования

1. Понимание важности сохранения целостности оборудования
2. Определите, что требует поддержки
3. Разработайте систему поддержки
4. Определите как часто должны выполняться задания
5. Оснащайте необходимым оборудованием и обучением
6. Зафиксируйте инспектирование, проверка, сохранение
7. Исправьте увиденные недостатки
8. Проблемы с определёнными видами оборудования




Инспектирование и проверка оборудования

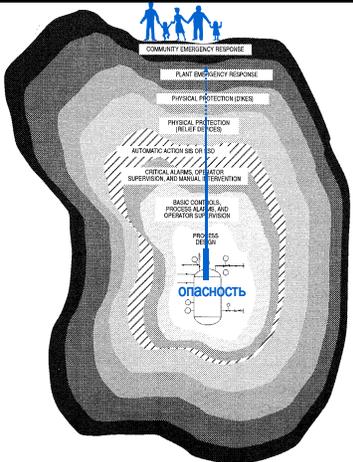
- Понимание важности сохранения целостности оборудования




“Уровни защиты между опасными веществами и средой\людьми”

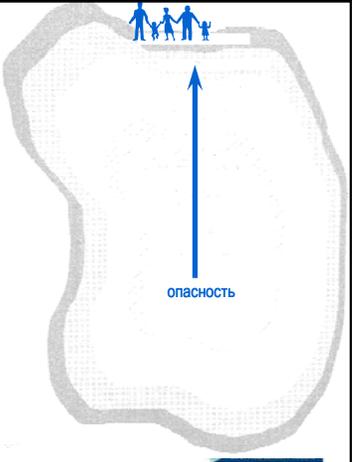
=

“Защита в, глубине”




“Уровни защиты между опасными веществами и средой\людьми”

Должно поддерживаться для эффективности воздействия






Поломка сжатой воздушной цистерны с срыванием дна цистерны и разбрасыванием её фрагментов в бетонную стену с последующим повреждением стены. Расследование случившегося выявило несколько серьёзных проблем с состоянием цистерны, включая ржавление дна цистерны и ненадёжный сварочный шов, который был сделан в прошлом. Даже если сварочный шов не повлиял на исход аварии он всё равно является показателем ненадлежащей инспекции и проверки. К счастью, никого не находилось в районе аварии и никто не пострадал





Что можно сделать?
 Обратите внимание на сосуды, трубопроводы и др. оборудование, когда вы проходите мимо; сообщите обо всем ржавом и неисправном оборудовании. Включите описания труб, цилиндров, сосудов и др. Оборудования. Убедитесь в том, что всё было починено
 Понимайте цель инспекции на предприятии и вашу роль в обеспечении безопасности
 Когда вы делаете работу, которая требует удаления изоляции с оборудования, используйте шанс и проверьте оборудование на наличие ржавчины или др. проблем. Ржавчина может быть не видна, но удаления изоляции с оборудования предоставляет шанс обнаружить ржавчину.
 Убедитесь, что вся сварка и починка оборудования соответствует спецификации оборудования
 Убедитесь, что все сосуды под давлением включены в план инвентаризации и проверяются инспекторами по проверке давления в сосудах. Это включает в себя проверку на ржавчину с определённой частотой
 Убедитесь, что баллоны с сжатым газом и другие сосуды хранятся в сухом месте для предотвращения внешней коррозии





Меры по сохранению, поддержанию и контролю

Содержание и контроль

Режим работы: нормальный режим работы

Задачи : сохранение нормального режима работы, контроль и содержание химически опасных элементов

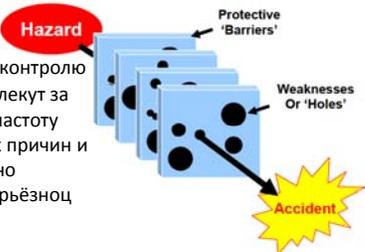
Примеры контроля и содержания

- Система основного контроля
- Инспекция, проверка, поддержание
- **Inspections, tests, maintenance**
- Обучение механика
 - Как правильно и постоянно проводить производственный процесс
 - Как сохранить процесс в установленных пределах
- Загородки, барьера против внешнего воздействия
- Регулирование перемен






“Модель швейцарского сыра”



Неудачи мер по контролю и содержанию влекут за собой высокую частоту первоначальных причин и пропорционально высокий риск серьёзных аварии






Модель швейцарского сыра

Неудачи системы предохранительных мер влекут за собой большие дыры в защитных барьерах и соответственно высокий *риск* *серьезной аварии*

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Количественный анализ надежности защитных мер

Возможность отказа по требованию (PFD)

$$PFD_{\text{общие}} = PFD_{\text{датчик}} + PFD_{\text{логическое решение}} + PFD_{\text{окончательный элемент}}$$

λ частота отказа
 τ продолжительность отказа

$$PFD_{\text{Sensor}} = 1 - \exp(-\lambda \cdot \tau)$$

where λ = failure frequency
 τ = failure duration

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Количественный анализ надежности защитных мер

Для отказов компонентов, подлежащих ремонту:

Продолжительность отказа = $1/2$ (inspection interval)

$$PFD_{\text{Sensor}} = 1 - \exp(-\lambda \cdot \tau)$$

where λ = failure frequency
 τ = failure duration

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Количественный анализ надежности защитных мер

Для датчика с частотой отказа 0.1 в год

Интервал тестирования	Продолжительность ость отказа	PFD датчика
ежемесячно	0.04 г	0.004
ежегодно	0.5 г	0.05
Каждые 5 лет	2.5 г	0.22
никогда	$1/2$ (существование производства)	0.9 to 1.0

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Сохранение смягчающих мер предосторожности

Mitigative

Режим работы: нормальный режим работы
Задачи: минимизация последствий
Примеры смягчающих мер

- Водораспылители, экраны
- Аварийная система оповещения
- Аварийная система реагирования
- Второстепенное сдерживание; слив/сдерживание
- Развальцовка, очистка, обработка
- Укрепление здания, загороживание, убежище
- Спасательный респиратор, ИСЗ

Impacts

Mitigated
Unmitigated

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Инспектирование и проверка оборудования

1. Понимание важности сохранения целостности оборудования
2. **Определите, что требует поддержки**

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Какое оборудование требует поддержки?

С точки зрения опасности:

Всё оборудование, которое содержит или контролирует опасные вещества или меры защиты от потерь если возникает потеря контроля над их содержанием и функцией

- Токсические, разъедающие и удушающие вещества
- Воспламеняемые/взрывчатые вещества
- Рекативные и термочувствительные вещества

Намеренные химические реакции

- Потенциальные химические несовместимости
- Физические опасности (сжиженный газ, высокое давление)

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Какое оборудование требует поддержки?

С точки зрения последствий:

всё оборудование, которое в случае поломки приведёт к массовым потерям и травмам, или устранил меры защиты против массовых потерь и травм

- Серьёзные травмы работников, смерти
- Существенный вред окружающей среде
- Сществственные последствия для оющины
- (массовые разрушения имущества/утрата продукта)
- (прерывание работы предприятия)

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING



What equipment needs to be maintained?

Примеры:

- Стационарное оборудование
 - Производственные сосуды, цистерны
 - Производственные трубопроводы и их компоненты (клапаны, контрольные клапаны)
 - Системы выпуска и вентиляции
- Вращающееся оборудование
 - насосы
 - компрессоры
- Инструменты и электрическое оборудование
 - Системы контроля
 - Системы аварийного отключения
 - Энергетические системы
- Аварийное оборудование
 - Обнаружение, подавление и противопожарные системы
 - Дренажная система





Какое оборудование требует поддержки?

Что насчёт энергоносителей (системы водоснабжения, коммунальные услуги, теплоснабжения и энергоснабжения)

- Включает все энергоносители, которые при отказе компонентов системы могут повлечь серьёзную аварию или быть использованы как средство защиты от серьёзной аварии
- Примеры:
 - Вода, используемая для охлаждения экзотермической реакции
 - Азот, используемый для вытеснения кислорода из верхней части цистерны, содержащей воспламеняющуюся жидкость
 - Сжатый воздух, используемый для закрытия аварийного клапана
 - Пар / технологический теплообменник





Какое оборудование требует поддержки?

Помощь в установке того, что должно быть проверено, протестировано и починено:

- Коды и стандарты
 - Все сосуды под давлением, все системы помощи в чрезвычайных обстоятельствах
 - Меры по предотвращению взрыва
- Рекомендации производителя
- Анализ опасности процесса
 - Посмотрите на все причины отказа оборудования
 - Посмотрите, если все меры предосторожности присутствуют, включая клапаны, датчики и сигнальные системы





Какое оборудование требует поддержки?

Результат:

“Список оборудования в критическом состоянии”

- Инвентаризация всего оборудования и мер по его контролю, включённая в программу целостности оборудования
- Группировка по видам оборудования
- Перечисление с помощью серийных номеров и определенных процессов/местоположение
- Введите в базу данных на компьютере (или таблицу)






Инспектирование и проверка оборудования

1. Понимание важности сохранения целостности оборудования
2. Определите, что требует поддержки
3. Разработайте систему поддержки
4. **Определите как часто длжны выполняться задания**
5. Оснащайте необходимым оборудованием и обучением
6. Зафиксируйте *инспектирование, проверка, сохранение*
7. Исправьте увиденные недостатки
8. Проблемы с определёнными видами оборудования





Как часто должны проходить инспекции, тестирование и поддержка/починка (ИТП)?

Принципы:

- Частота ИТП должна быть установлена
- Частота зависит от опыта
- ИТП должно проходить согласно расписанию





Как часто должны проходить инспекции, тестирование и поддержка/починка (ИТП)?

Принципы:

- Частота ИТП должна быть **предопределена**
 - Частота будет разной для разных видов оборудования
 - Первоначальные правила по частоте проверки исходят из разных источников
 - Управление с правовыми полномочиями
 - Коды и стандарты
 - Рекомендации производителей
 - Расчитанные величины по требованиям надёжности





Как часто должны проходить инспекции, тестирование и поддержка/починка (ИТП)?

Принципы:

- Частота ИТП должна быть установлена
- Частота зависит от опыта
 - Найденные проблемы: Осуществляйте ИТП чаще
 - Хороший опыт: Осуществляйте ИТП реже






Как часто должны проходить инспекции, тестирование и поддержка/починка (ИТП)?

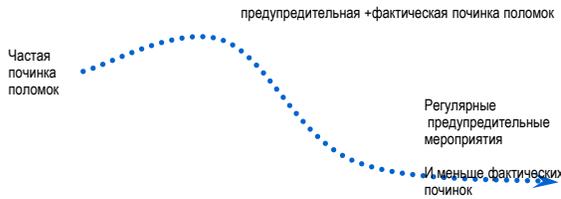
Принципы:

- Частота ИТП должна быть установлена
- Частота зависит от опыта
- ИТП должно проходить согласно расписанию
 - Необходима система для планирования и осуществления ИТП
 - Нужные ресурсы должны быть предоставлены
 - *Требуется приверженность и первоочерёдность проблемы со стороны руководства!*





«Преодоление холма»



Частая починка поломок

предупредительная + фактическая починка поломок

Регулярные предупредительные мероприятия

и меньше фактических починок





Обсуждение

Какие существуют преимущества в том, что происходит меньше ремонта фактических поломок и больше регулярных предупредительных мероприятий?





Инспектирование и проверка оборудования

1. Понимание важности сохранения целостности оборудования
2. Определите, что требует поддержки
3. Разработайте систему поддержки
4. Определите как часто должны выполняться задания
5. **Оснажайте необходимым оборудованием и обучением**
6. **Зафиксируйте инспектирование, проверка, сохранение**
7. Исправьте увиденные недостатки
8. Проблемы с определёнными видами оборудования







Процесс оснащения необходимым оборудованием и обучением

Принципы:

- Подготовьте письменную документацию по поддержке оборудования
 - Общие профессиональные навыки предполагаются
 - Специфичные процессы могут требовать только одновременных процедур
 - Процедуры должны соответствовать RAGAGEP (см. День 1)
 - Используйте стандартизированный формат процедур





Процесс оснащения необходимым оборудованием и обучением

PRINCIPLES:

- Подготовьте письменную документацию по поддержке оборудования
- Обучите специалистов по техническому обслуживанию и ремонту безопасно выполнять ИТС (инспекцию, тестирование, содержание)
 - Определите основные рабочие навыки в процессе найма, тестирования и тренировки
 - Включите безопасные процедуры и технику безопасности
 - Включите понимание об опасностях производственного процесса и потенциальных последствиях
 - Определите необходимые квалификации для осуществления критических и специализированных заданий
 - Обучайте и повышайте квалификацию в постоянно выполняемых задачах, в соответствии письменными процедурами





Инспектирование и проверка оборудования

1. Понимание важности сохранения целостности оборудования
2. Определите, что требует поддержки
3. Разработайте систему поддержки
4. Определите как часто должны выполняться задания
5. Оснащайте необходимым оборудованием и обучением
6. *Зафиксируйте инспектирование, проверка, сохранение*
7. Исправьте увиденные недостатки
8. Проблемы с определёнными видами оборудования






Документируйте ИТП

Документация по ИТП будет специальная для разных видов оборудования

Примеры:

- Перечень требований к внешнему осмотру цистерны-хранилища
- Измерение толщины труб, описание тестирования и результаты
- Таблицы по вибрации насоса и результаты






Документируйте ИТП

Документация по ИТП будет специальная для разных видов оборудования

- Общие составляющие:
- Число ИТП
- Имя человека, который проводил ИТП
- Серийный номер или другой опознавательный знак оборудования
- **Описание ИТП**
- **Результаты**
 - Состоянии при обнаружении
 - Состояние после починки

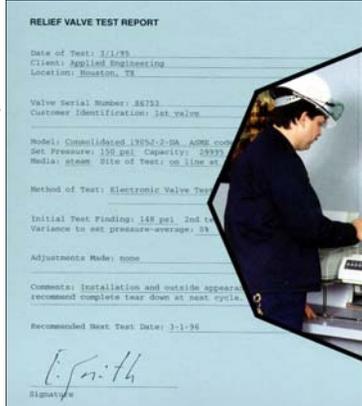




Документируйте ИТП

В добавок:

- Зафиксируйте другие возникающие проблемы
- Обеспечьте достаточным количеством деталей для установки частоты процедур ИТП



RELIEF VALVE TEST REPORT

Date of Test: 3/1/99
 Client: Applied Engineering
 Location: Houston, TX

Valve Serial Number: 88753
 Customer Identification: 1st valve

Model: Consolidated 150#-2-DA_ADM control
 Set Pressure: 150 psig Capacity: 2337
 Media: steam Site of Test: on line at

Method of Test: Electronic Valve Test

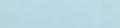
Initial Test Finding: 149 psig, 2nd test
 Variance to set pressure-average: 5%

Adjustments Made: none

Comments: Installation and outside appearance
 recommend complete leak down at next cycle.

Recommended Next Test Date: 3-1-99

Signature: [Handwritten Signature]


Инспектирование и проверка оборудования

1. Понимание важности сохранения целостности оборудования
2. Определите, что требует поддержки
3. Разработайте систему поддержки
4. Определите как часто должны выполняться задания
5. Оснащайте необходимым оборудованием и обучением
6. Зафиксируйте инспектирование, проверка, сохранение
7. **Исправьте увиденные недостатки**
8. Проблемы с определёнными видами оборудования





Рабочие определения

Дефект

= выход за заранее установленные допустимые пределы

Отказ

= не исполнение назначенной функции






Рабочие определения

Дефект

= выход за заранее установленные допустимые пределы

Примеры:

- Сдерживающее отверстие инспектируется каждые 6 месяцев
- Установленные допустимые пределы для увеличения отверстия из-за эрозии-диаметр должен быть не более 10 мм
- Если диаметр больше, чем 10 мм-существует дефект





Рабочие определения

Дефект

Отказ

пример:

- Основанный на пружине разгрузочный клапан может отказать в случае коррозии или блокировки входного отверстия
- Этот же самый клапан может отказать при удержании давления и открыться раньше времени из-за сломанной пружины

(один компонент, два разных вида отказа)





Рабочие определения

Дефект

= выход за заранее установленные допустимые пределы

Отказ

= не исполнение назначенной функции

(Note: Все отказы-это дефекты,но не все дефекты-отказы)(





Исправления дефектов

Варианты

- Лучший : исправьте дефект до начала процесса, пока система отключена(замена ржавой трубы)
- Средний: исправьте дефект сразу,пока система в рабочем состоянии,если это возможно сделать безопасно) (переключитесь на запасной насос,почините насос,переключитесь обратно)
- Средний: подождите до следующего запланированного отключенияЮ чтобы исправить дефект и введите меры пристального контроля (эвакуируйте персонал с участка,сделайте надлежащие проверки)
- Не приемлемо: работать с дефективным оборудованием






Исправления дефектов

Общие меры:

- Наймите инспектора
- Получите инспекционный доклад
- Доклад включает дефекты оборудования и рекомендации
- Доклад заполняется без предпринимания действий

Убедитесь в том, что ваша программа по поддержке оборудования принимает действия по корректировке названных дефектов





Инспектирование и проверка оборудования

1. Понимание важности сохранения целостности оборудования
2. Определите, что требует поддержки
3. Разработайте систему поддержки
4. Определите как часто должны выполняться задания
5. Оснащайте необходимым оборудованием и обучением
6. Зафиксируйте инспектирование, проверку, сохранение
7. Исправьте увиденные недостатки
8. Проблемы с определёнными видами оборудования






Что можно сделать?

Понимать программы по механической целостности и обеспечивать эффективность этих программ.

Осмотрите трубы, сосуды, всё оборудование с которым вы работаете. Обратите внимание на коррозионные пятна на оборудовании, проверьте и убедитесь, что нужные меры были предприняты.

Если вы разбираете оборудование на части, осмотрите на присутствие коррозионного повреждения. Например, коррозия под изоляцией, внутри труб, на клапанах.

Когда заменяете трубы, клапаны или другое оборудование убедитесь, что вы используете тот же самый материал из которого они изготовлены

Понимайте процесс коррозии и эрозионной коррозии на вашем предприятии и что должно быть сделано, чтобы предотвратить этот процесс

Механическая целостность—одна из главных задач эффективного процесса безопасного управления. Если подумать то на вашем предприятии находятся сотни сосудов, тысячи метров труб, и сотни насосов, компрессоров и другого оборудования. Всё это должно сохраняться в рабочем состоянии для обеспечения безопасной, уверенной и доходной работы. Контроль коррозии и эрозионной коррозии на производственных трубопроводах и оборудовании должен быть важным компонентом программы механической целостности. На фотографии изображены коррозия и эрозионная коррозия, обнаруженные при инспекции предприятия. 1-2 внешняя коррозия труб.3 –эрозионное повреждение фланца. 4-разрушение задвижки 5-эрозионное повреждение клапана





Знаете ли вы?

Коррозия— это самопроизвольное разрушение металлов в результате химического или физико-химического взаимодействия с материалами и окружающей средой. Эти производственные материалы могут содержаться в сосудах, трубах, или другом оборудовании; или это могут быть материалы в окружающей среде, например соль, вода или содержащиеся в атмосфере вещества. Ржавление стали—пример коррозии

Эрозионная коррозия—возникает там, где существует движение жидкости по металлической поверхности. Эрозия удаляет защитную окисную пленку, которая предохраняет основной металл от коррозии. Это коррозия может быть локализована или достаточно равномерно распределенной в зависимости от абразивного влияния металла. Как только защитная пленка в результате эрозии удаляется, незащищенный металл становится анодом относительно защищенного участка и электрохимическая коррозия увеличивается.

Коррозия является причиной потерь на производстве В 2006 году, огромный бассейн по добыче нефти должен был закрыться из-за большого количества утечек нефти, произошедших из-за коррозии труб.

Что можно сделать?

Понимать программы по механической целостности и обеспечивать эффективность этих программ.

Осмотрите трубы, сосуды, всё оборудование с которым вы работаете. Обратите внимание на коррозионные пятна на оборудовании, проверьте и убедитесь, что нужные меры были предприняты.

Если вы разбираете оборудование на части, осмотрите на присутствие коррозионного повреждения. Например, коррозия под изоляцией, внутри труб, на клапанах.

Когда заменяете трубы, клапаны или другое оборудование убедитесь, что вы используете тот же самый материал из которого они изготовлены

Понимайте процесс коррозии и эрозионной коррозии на вашем предприятии и что должно быть сделано, чтобы предотвратить этот процесс




проблеммы с оборудованием

- Стационарное оборудование
- Системы вентиляции и разгрузки
- Вращающееся оборудование
- Инструменты и электрическое оборудование
- Аварийные системы

См. CCPS 2006 –болле детальная информация




Стационарное оборудование

Первостепенная задача:

Обнаружение слабых сторон или изнашивания целостности оновной сттемы сдерживания/удерживания
(цистерны,сосуды,трубы,теплообменник)

- Внутренняя и внешняя коррозия
- эрозия
- язвенная коррозия
- хрупкость
- износ





Стационарное оборудование

- Механизмы часто химически-зависимые
 - Хрупкость водорода
 - трещинообразование от коррозии под давлением
- Механизмы также бывают специфические для определённого процесса
 - Зависят от давления
 - Зависят от температур





Стационарное оборудование

- Инспекция и тестирование требуют специальное оборудование и навыки
 - Измерения толщины
 - Инспекция сварочных швов
- Обученные и сертифицированные инспектора
- Коды и стандарты применимы





Стационарное оборудование

Важные вопросы к рассмотрению:

- Коррозия под изоляцией
- Внутренние проверки
- Соединенные энергоносители
- Исправление дефектов



CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Стационарное оборудование

Некоторые виды изъянов оборудования:

- **Изъяны, обнаруженные до ввода в эксплуатацию и не замеченные до начала использования**
 - **Оборудование недоброкачественно созданное для предложенной функции**
 - Указаны неправильные материалы,
 - Неправильные индикаторы давления в трубах и сосудах
 - Неправильные индикаторы температур
 - **Дефекты, случающиеся в процессе производства**
 - **Повреждение или поломка оборудования при перевозке или хранении**
 - **Дефекты при сборке**
 - Сварочные дефекты
 - расцентровка
 - Подогнаны неправильные прокладки

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Стационарное оборудование

- Изъяны, связанные с поломкой оборудования в работе
 - Нормальный износ на насосах, перемешивающих устройствах, уплотнение клапана и фланцевая прокладка
 - Внешняя и внутренняя коррозия, трещинообразование от коррозии под давлением
 - Эрозия, утоньшение
 - Износ металла или эффекты колебания
 - Предыдущие возникновения отказов в работе оборудования (температура теплового узла выше разрешенной температуры труб)
 - Хрупкость водорода

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Стационарное оборудование

- Неполадки возникают из-за рядового ремонта или изменения невыполненного правильно
 - Низкая квалификация
 - Неподходящие материалы

Ссылка : правила по смягчению выброса пара
(Нью-Йорк: Американский Институт химических инженеров, 1988)

CSP
CHEMICAL SECURITY
ENGAGEMENT PROGRAM

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Разгрузочные и вентиляционные системы

Основные задачи:

Разгрузочные вентиляционные системы вводятся в действие для уменьшения внутреннего давления или вакуума; обработки фильтрата

(разгрузочный клапан, разрывной диск, вентиляционный клапан, сборник, циклонный разделитель, ударная сепарация частиц, очиститель, тепловой окислитель)



Разгрузочные и вентиляционные системы

Важные вопросы к рассмотрению :

- Всегда обеспечивай возможность разгрузки в ходе производственного процесса
- Выявляй засорения
- Обеспечивайте достаточные объём жидкости
- Подтвердите правильню переустановку



Вращающееся оборудование

Основные задачи:

Обеспечьте постоянную работу вращающегося оборудования, убедитесь в доступности резервного оборудования

(насосы, компрессоры.)



Вращающееся оборудование

Основные действия по ИТП:

- Установленные поставщиком меры по предотвращению (смазка проверка уровня масла)
- Порядковые визуальные проверки
- Установление начального отказа (анализ вибрации, анализ масла)
- Периодическое переключение на резервные системы





Инструменты и электрическое оборудование

Основные задачи:

Обеспечение непрерывной работы контрольных и энергетических систем и доступности резервного оборудования и аварийных систем

(клапаны, датчики, регуляторы, энергоснабжение)





Инструменты и электрическое оборудование

Основные действия по ИТП :

- Установленные поставщиком меры по предотвращению (проверка рабочего хода клапанов.)
- Порядковые осмотры и снятия показателей счётчиков (электрическое напряжение)
- Запланированные проверки функциональности
 - Аварийные стемы отключения: убедитесь в выполнении всех функциональных тестов от датчиков до контрольных составляющих
 - Может требовать тестирование лишь части системы за один раз





Аварийное оборудование

Основные задачи:

обеспечение доступности аварийных систем и целостности пассивных систем, смягчающих последствия

обнаружение, подавление, противопожарные системы, сточные системы





Аварийное оборудование

Основные действия по ИТП :

- Порядковые проверки (целостность обваловывания, клапаны сливной системы закрыты и защёлкнуты, проверка огнетушителей.)
- Запланированные пр
 - Проверка подачи воды при пожаре
 - Проверка систем при затоплении
 - Проверка систем обнаружения и подавления






обсуждение

- Какие самые большие трудности существуют для необходимой проверки и тестирования?
- Как их можно преодолеть?





«Преодоление холма»






Инспектирование и проверка оборудования



1. Понимание важности сохранения целостности оборудования
2. Определите, что требует поддержки
3. **Разработайте систему поддержки**
4. Определите как часто должны выполняться задания
5. Оснащайте необходимым оборудованием и обучением
6. **Зафиксируйте инспектирование, проверка, сохранение**
7. Исправьте увиденные недостатки
8. Проблемы с определёнными видами оборудования





Анализ опасности и степени риска

SAND No. 2011-0991 C
Sandia National Laboratories is a multi-program laboratory managed and operated by Sandia Corporation, a wholly owned subsidiary of Lockheed Martin Corporation, for the U.S. Department of Energy's National Nuclear Security Administration under contract DE-AC04-94NA00000.




Основные определения

РНА = анализ производственной опасности

HAZOP = опасность и пригодность

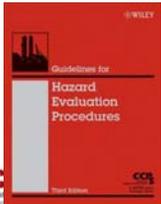
FMEA = состояние отказа и анализ эффектов

LOPA = анализ слоёв защиты




Ресурсы по анализу опасности и степени риска

CCPS 2008a. Центр Безопасности химического процесса. Способы оценки химически опасных процессов, 3 издание, НЙ: Американский институт химических инженеров.



Глава 4 • Анализ опасности и степени риска не по сценарию

- 4.1 первоначальный анализ опасности
- 4.2 обзор безопасности
- 4.3 сравнительная расстановка
- 4.4 анализ контрольных таблиц

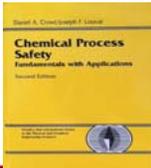
Глава 5 • Анализ опасности и степени риска по сценарию

- 5.1 Что если анализ
- 5.2 чит если/анализ контрольных таблиц
- 5.3 изучение опасности и пригодности
- 5.4 состояние отказа и влияние эффектов
- 5.5 анализ дерева неисправности
- Анализ дерева события
- 5.7 Причина-следствие анализ




Ресурсы по анализу опасности и степени риска

Д.А. Кроул и Д.А. Луварю 2001. *Безопасность химического процесса: основы и применение. 2 издание.* Аппер Саддл Ривер, Нью-Джерси: Прентис хол



Глава

- 10 • Установление опасности химвещества
- 11 Оценка риска




Ресурсы по анализу опасности и степени риска

CCPS 2007a. Центр Безопасности химического процесса., Пособие по безопасности процесса в присутствии риска. 3 издание, НЙ: Американский институт химических



глава 9 • Установление опасности и анализ степени риска

- 9.1 Обзор элементов
- 9.2 ключевые положения и основные черты
- 9.3 возможные рабочие процессы
- 9.4 примеры способов улучшения эффективности
- 9.5 измерение элементов
- 9.6 обзор управления






Ресурсы по анализу опасности и степени риска

В. Тайлер, Ф. Кроули М. Престон 2008.

HAZOP: руководство к лучшей практике, 2 издание, Институт химических инженеров, Рагби, Великобритания






Анализ опасности и степени риска

- Основные понятия риска
- Основанные на опыте и прогнозируемые подходы
- Качественные методы (что если, HAZOP- опасность и пригодность, FMEA- состояние отказа и анализ эффектов)
- Порядок величины и качественные методы
- Анализ производственных операций
- Команда и материально-техническое обеспечение
- Фиксирование анализа опасности и степени риска
- Введение полученных данных и рекомендаций




Анализ опасности и степени риска

- Основные понятия риска




Риск и опасность

Основные определения:

HAZARD	
Presence of a material or condition that has the potential for causing loss or harm	
риск	
Сочетание тяжести последствий и вероятности возникновения нежелательных результатов	

© 2009 W. Johnson, 'Risk Management by Risk Magnitudes,' Chemical Health & Safety 5(5), 1998




Риск

Составляющие риска:

- Likelihood and
- Severity

Вероятность и тяжесть потери

$$\text{риск} = f(\text{вероятность, тяжесть})$$




Риск

Общее уравнение риска:

$$\text{риск} = \text{вероятность} \cdot \text{тяжесть}^n$$

Основная форма:

$$\text{риск} = \text{вероятность} \cdot \text{тяжесть}$$




риск

Примеры единиц измерения:

$$\text{риск} = \text{вероятность} \cdot \text{тяжесть}$$

травмы	=	потери	x	травмы
год		год		потери
\$ потери	=	потери	x	\$ потери
год		год		потери




Стоимость и риск

Другой способ понять риск-сравнение риска и стоимости:

Costs	Risks
Уверенный, ожидаемый	неуверенный, неожиданный
Оценки стоимости доступны	Оценки риска обычно не доступны
Высоко точные оценки	Низко точные оценки, если доступны
Ожидаемые преимущества	Негативные последствия
имеет на себя расходы каждый год	Принимает обязательства, если исход осу






Стоимости и риски

- Стоимости точные, ожидаемые обязательства
30,000 км/год, 10 км/л, \$1.00/л = \$3,000/год
- Риски неточные обязательства
\$10,000 столкновение, 1/20 год = \$500/год
- Стоимость+риск= общие обязательства
\$3,000/год + \$500/год = \$3,500/год





Что такое анализ производственной опасности?

анализ производственной опасности **PHA**

структурирование коллективное обозрение процессов, включающих опасные материалы/энергии для

- Определения ранее не упоминающихся опасностей
- Определения средств для осуществления внутренне более безопасных процессов
- Определения возможных потерь,
- Оценки сценариев риска для определения эффективности существующих мер по защите
- Документации полученных данных и рекомендаций





Что такое анализ производственной опасности?

анализ производственной опасности **PHA**

структурирование коллективное обозрение процессов, включающих опасные материалы/энергии для

- Определения ранее не упоминающихся опасностей
- Определения средств для осуществления внутренне более безопасных процессов
- Определения возможных потерь,
- Оценки сценариев риска для определения эффективности существующих мер по защите
- Документации полученных данных и рекомендаций

уже обсуждаться





Что такое анализ производственной опасности?

анализ производственной опасности **PHA**

структурирование коллективное обозрение процессов, включающих опасные материалы/энергии для

- Определения ранее не упоминающихся опасностей
- Определения средств для осуществления внутренне более безопасных процессов
- Определения возможных потерь,
- Оценки сценариев риска для определения эффективности существующих мер по защите
- Документации полученных данных и рекомендаций

Фокус этой части






Анализ опасности и степени риска

- Основные понятия риска
- Основанные на опыте и прогнозируемые подходы






Подходы, основанные на опыте

- Некоторые методы РНА определяют достаточность мер предотвращения без оценки рисков
- Это осуществляется по средствам совокупного опыта прошлого
- Сравнение процессов с признанным и общепринятыми технологическими/инженерными методами





Подходы, основанные на опыте

- Эффективный способ использовать прошлый опыт
- Сосредоточенно на защите от происшествий, ожидаемых на протяжении работы предприятия
- События с низкой вероятностью и серьёзными последствиями не анализируются
- Не пригодно для сложных и уникальных процессов





Подходы, основанные на опыте

Примеры подходов, основанных на опыте:

- Обзор безопасности
- Анализ сводных таблиц




Подходы, основанные на опыте

Примеры подходов, основанных на опыте:

- Обзор безопасности
- Анализ контрольных таблиц

Код/стандарт/рег.
1.1 обладатель/оператор
бюджет...
1.2 обладатель/оператор
бюджет...
1.3 обладатель/оператор
бюджет...

→

перескнь
 1
 2
 3
 4
...




Подходы, основанные на опыте

Примеры подходов, основанных на опыте:

- Обзор безопасности
- Анализ сводных таблиц
 - Список кодов, стандартов, регулирования
 - См. Кроул и Лувар 2001, стр.433-436, сводные таблицы для безопасности процесса




Прогнозирующие исследования

- Соблюдение указаний правильного процесса
- Качественные и количественные
- Возможность изучения достаточности мер по предотвращению против низкой вероятности и высокой серьёзностью
- Все прогнозирующие исследования основаны на сценариях




Сценарий-определение

Сценарий:
Незапланированное событие или инцидент, заканчивающееся потерями и соответствующими последствиями, включая отказ или успех в работе мер по предотвращению, использованных в течении инцидента.

- CCPS 2008a





Необходимые составляющие сценария:

- Начальная причина
- и
- Потеря или безопасный результат



Необходимые составляющие сценария:

- Начальная причина
- и
- Потеря или безопасный результат

“пара причина-следствие”



Пример простого сценария

При разгрузке автоцистерны в цистерну с разъедающей жидкостью, датчик высокого уровня жидкости подал сигнал из-за того, что человек разгружающий цистерну не обращал должного внимания на процесс. Механик заметил сигнал с среагировал, останавливая процесс разгрузки. Стандартный производственный процесс был возобновлён

- Какая начальная причина?
- Какие последствия?

Примеры сложных сценариев

Линия подачи реактора разрывается и воспламеняющаяся жидкость вытекает на обвалованную территорию, где воспламеняется. Система противопожарной безопасности запускает автоматическую систему по тушению пожара и погашает пожар.

Потери притока в реактор вызывает рост давления и температур в реакторе. Механик не замечает роста температур до момента пока не выпускается разгрузочный клапан, чтобы разгрузить коллектор и шахту. В этот момент аварийная система отключения активируется и завод приводится в безопасное состояние



Прогнозирующие исследования

Задача методов, основанных на сценарии:

- Определите и проанализируйте все сценарии отказа
 - Обычно не возможно лишь путём инспекции
 - Нужен систематичный подход
 - В жизни, многие сценарии устраняются здравым смыслом и опытом
 - Незначительная вероятность (действительно незначительная)
 - Неважные последствия





Прогнозирующие исследования

Некоторые методы, основанные на сценарии:

- Что если анализ
- Что если/анализ контрольных таблиц
- *Опасность и пригодность*
- Состояние отказа и анализ
- Анализ дерева неисправностей (FTA)
- Анализ дерева событий (ETA)





Анализ опасности и степени риска

- Основные понятия риска
- Основанные на опыте и прогнозируемые подходы
- **Качественные методы (что если, HAZOP-опасность и пригодность, FMEA-состояние отказа и анализ эффектов)**






Что если анализ

Что если...?







Что если анализ

Идея: Провести тщательную, систематическую проверку, задавая вопрос, начинающийся со слов «Что если....»

- обычно проводится небольшим количеством человек
- Процесс разделён на сегменты
- Обзор процесса производства от сырья до готовой продукции
- Формулировка вопроса предоставлена членам команды





Что если анализ

- Вопрос обычно содержит начальную причину
 - “Что если сырьё неправильной концентрации?”
- Если так, то ответ развивает сценарий.
 - “Если концентрация окислителя удваивается, то реакция выходит из под контроля и быстрая экзотермическая реакция послужит...”





Что если анализ

Ответ на каждый вопрос «Что если...»:

- 1 Опишите возможные последствия и влияния
- 2 Если последствия вызывают беспокойство, оцените вероятную причину
- 3 Назовите и оцените введённые меры предотвращения
- 4 Определите достаточность мер предотвращения
- 5 Разработайте рекомендации и заключения
- 6 Поднимите новые вопросы

Переходите к другому сегменту, если другие вопросы отсутствуют





Достаточность мер предотвращения

- Определение достаточности мер предотвращения происходит на основе сценарий-за-сценарием
- **Риск сценария-функция:**
 - Частоты изначальной причины
 - Последствия и потери
 - Эффективность мер предотвращения
- Если риск сценария оказывается слишком высок, то меры предотвращения не эффективны
 - Качественное суждение
 - Матрица риска
 - Величина риска

См. SWA Методы по обзору матрицы и величины.






HAZOP исследования

Предположение:

- Нет инцидентов, когда система работает в нормальном режиме
- Отказ происходит, когда система отклоняется от нормального режима работы





HAZOP очерёдность

- Установление пределов обзора
- Определение «узлов» исследования
- Установления разработки узла №1/замысел операции
- Определите отклонение 1 от замысла узла 1
- Определите причины, потери и меры предупреждения
- Решите, если поступок обоснованный
- Повторите для каждого «узла» и отклонения





«Узлы» исследования

Узел это специфический период в процессе или процедуре, где рассматриваются отклонения от нормы

Типичные узлы исследования:

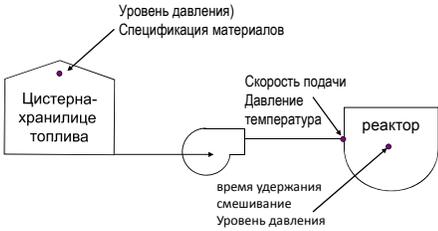
- технологический аппарат
- транспортная линия
 - Строго: когда меняются параметры процесса
 - В конце линии (поверхность сосуда)
 - Линия может включать насос, клапаны, фильтры.

– Процедурные шаги





Узлы исследования







План/оперативный замысел

Описывает параметры плана/оперативного замысла, определяя нормальные рабочие условия

- Функции
- ограничения
- Состав
- Процедурные шаги

Отвечает на вопросы

“Для чего нужна эта часть производственного процесса?”

“Что предполагается сделать в это время?”





План/оперативный замысел

Законченный план/оперативный замысел:

- Использованное оборудование
- Все функции или операции, предназначены для достижения в этой части процесса
- Все намеченные места и направления
- Количественные ограничения для всех подходящих параметров процесса
- Намеченные ограничения потоковых устройств





План/оперативный замысел

Пример:

Предназначение реакционного аппарата:

Содержать и контролировать целую реакцию 1000кг 30% А и 750 кг 98% В в EP-7 обеспечивая смешивание и контроль внутреннего охлаждения 470-500 °С на 2 часа, удаляя газы через вентиляцию для поддержания давления < 1 бара





Типичные замыслы

Цистерна-хранилище

- Содержит между 40 и 300 кубических метров of 50% едкого вещества при атмосферном давлении и температуре окружающей среды

Транспортировочная линия

- Перевозит 40-45 л/мин чистого ацетона от барабана до смесителя при комнатной температуре






Барабанная печь инсинератор-замысел

Содержать и контролировать термальное сжигание приходящих отходов (до 4.76 т/час, 33.32 до 66.64 КДж/час тепловая нагрузка)для достижения уничтожения 99.9% и полного уничтожения органических материалов путём подачи температур (1000-1400 C), время удержания (2 с для газов) и кислород под негативным давлением . Дополнительно контролируемые переменные-скорость вращения (0.05 -0.5 вр/мин) и до 15% Cl₂, до 3% S, до 50% H₂O, и до 30% инертных газов.





HAZOP направляющие слова

Направляющие слова применимы к оперативному замыслу, чтобы систематично определить отклонения от нормального графика работы

Ни один из
 больше
 меньше
 часть
 Также как
 противоположный
 но не






HAZOP направляющие слова

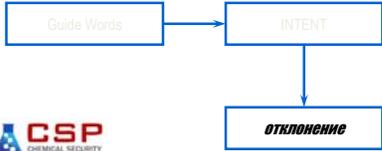
<u>Направляющие слова</u>	<u>значение</u>
Ни один из	отрицание намерения
больше	превосходство намеренного верхнего предела
меньше	падение ниже намеренного предела
часть	достижение намеренной части
Также как	что то в добавок к намерению
противоположный	Логически противоположное от намерения
Но не	что-то отличное отнамерения





Отклонения от намерения

- Не начинайте развивать отклонения пока намерение полностью описано, документированно и согласованно
- Список отклонений может быть начат, как только намерения были установлены





Отклонения

Отклонение – необычная ситуация за пределами определённого плана или операционных параметров

Hazards

Cause

отклонение

- Нет подачи
- Низкие температуры
- **Высокое давление** (*превосходит верхний предел*)
- Меньше материала добавлено
- Чрезмерные нечистоты
- Транспортировка в другую цистерну
- Утрата содержания

HAZOP пособие по отклонениям

План измерения	Ни один из	больше	меньше
Примените каждое направляющее слово к намерению Законченный план для каждой линии/сосуда/узла включает * Все функции и местоположения * контролируемые переменные * Ожидаемые составы * оборудование	Утрата содержания Пропуск шагов процедуры Никакой функции Никакой транспортировки никакой тревоги никакой реакции	Процедура начата слишком поздно Процедура заняла слишком долго Слишком много тревоги транспортировано высокие высокая скорость реакции высокая скорость потока высокое давление высокая температура	Процесс начался слишком рано Закончился слишком рано Не достаточно функции Не достаточно транспортировано Не достаточно тревоги маленькая скорость реакции маленькая скорость потока низкое давление Низкая температура
часть	Так же как	противоположный	Но не
Частб процессы улушена Часть функции достигнута Часть состава отсутствующий компонент отсутствующая фаза нечистые растворы сильно разбавленные	Дополнительные шаги осуществлены Дополнительная функция Транспортировка из разных источников Транспортировка в разные источники Присутствие дополнительной фазы Нечистые растворы или сильно разбавленные	Шаги по выполнению сделаны в неправильном порядке Противоположная функция Противоположное течение Противоположное смешивание	Проведена неправильная процедура Достигнута неправильная функция Перевод из неправильного источника Перевод в неправильное место назначения Ремонт/проверка/пробы в неправильное время

Начальные причины

- Обозначьте причины отклонения
 - Необходимо смотреть назад в последовательность времени
 - **Обозначьте только местные причины** (в узле настоящего исследования)
 - Большинство отклонений имеет больше чем одну причину

```

            graph TD
            Cause[Cause] --> Deviation[Deviation]
            
```

Потери

- Определите причину и последствия отклонений, предполагая отказ мер по предупреждению
- Разработайте сценарий до последствия потерь
- Последствия может быть где угодно и когда угодно

```

            graph TD
            Cause[Cause] --> Deviation[Deviation]
            Deviation --> LossEvent[Loss Event(s)]
            INTENT[INTENT] --> Deviation
            
```




FMEA

- Первоначально разработана для аэрокосмических и военных систем
- Подходит для систем с минимальным взаимодействием людей
- Основное внимание на отказ независимого оборудования и эффект на большие системы





Состояние отказа и анализ эффектов

Уровень разрешения проблемы определяет деталь в таблице FMEA :

- Уровень подсистемы
- **Уровень составляющего оборудования**
- Составные части





Виды отказа оборудования

Примеры видов отказа оборудования FMEA

Описание оборудования	Виды отказа
Насос, нормально работающий	<ul style="list-style-type: none"> a. Отказ отключения, когда это необходимо b. Перемещение разрыв изоляции/утечка c. насос, вызывающий разрыв/утечку d.
теплообменный аппарат, высокое давление на конце трубы	<ul style="list-style-type: none"> a. Утечка/разрыв, со стороны трубы вовнутрь b. Утечка/разрыв, на поверхность c. забитая труба d. забитый внутренний каркас





Обсуждение

Какие самые распространённые виды отказа для следующих компонентов?

- предохранительный клапан
- проверьте клапан
- поплавковый выключатель
- перемешивающее устройство

Какие виды отказа значимые и какие скрытые?






Порядок величины и качественные методы

- Уровень анализа защиты (LOPA)
- HAZOP/LOPA
- Анализ дерева неисправностей (FTA)
- Анализ дерева событий (ETA)
- Анализ надежности человеческого фактора (HRA)
- Анализ последствий
- другое





Анализ дерева неисправностей (FTA)






Анализ дерева неисправностей (FTA)

FTA

- Разработан из-за несоответствия FMEA's в анализе сложных систем
- способен управлять параллельными событиями
- Объединяет механические, человеческие, процедурные и внешние события

Обычно не основан на совместной работе





Анализ дерева неисправностей (FTA)

FTA

- Анализ риска "сильное средство"
 - Ресурсоёмкий
 - Логические модели могут стать сильно большими
 - Количественные иучения берут до 3-6 месяцев
 - Используется в оценка риска ядерной энергии
 - Используется для анализа сложных систем контроля
- Дедуктивный, метод логики графического моделирования




Анализ дерева неисправностей (FTA)

“Завершающее событие

- Устанавливает рамки анализа
- Должен быть физическое, необратимое событие
 - ПРИМЕР: взрыв разрывного сосуда
- FTA не обзор всей системы
 - Анализирует только те события, которые ведут к завершающему событию.

СИМВОЛЫ

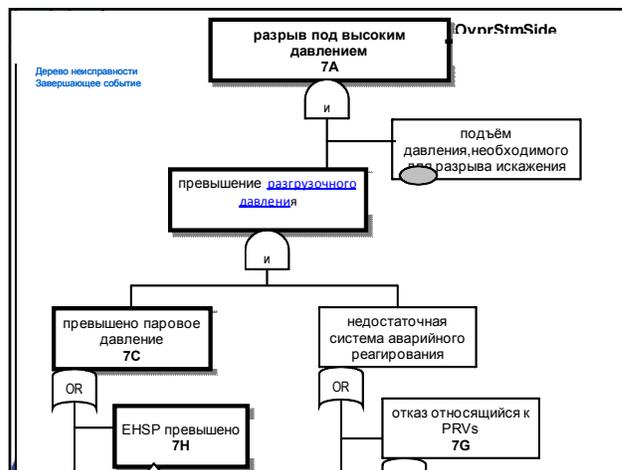
	AND gate: output true only if all inputs true		Undeveloped event: fault event not expanded further (boundary reached)
	OR gate: output true if one or more inputs true		House event: expected or assumed condition
	Intermediate event: fault event developed with subsequent logic		Transfer symbols: logic developed in another place
	Basic event: component fault or failure event; at limit of analysis resolution		

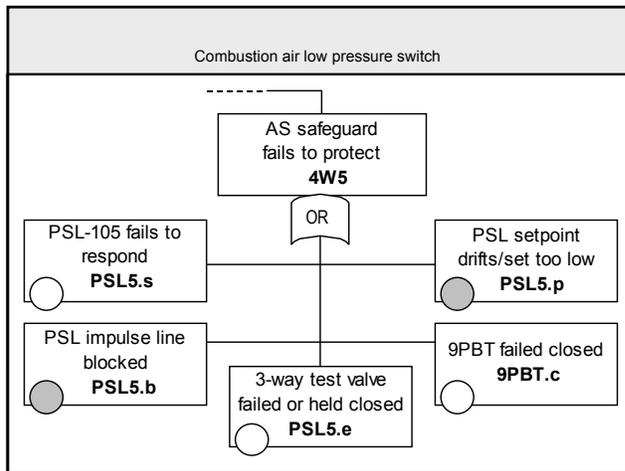
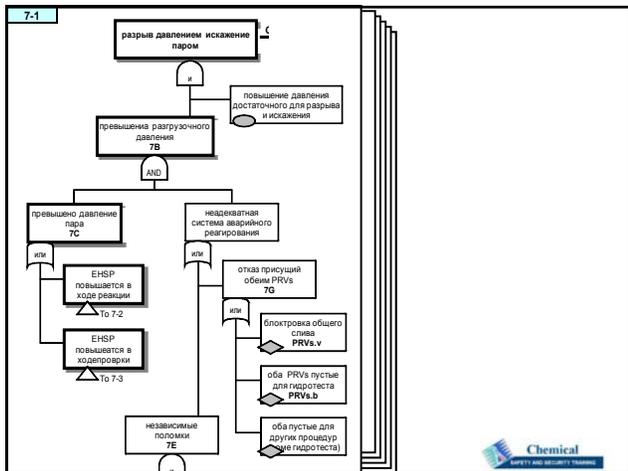
 

Конструкция дерева неисправностей

- Отслеживание очередности событий в прошлом
- Нет связей ворота-в-ворота
- Включите все необходимые и достаточные условия
- Отследите все ветви назад к основным событиям и ограничениям





Fault tree solution

The Fault Tree is a Boolean algebra expression of the system.

Solving the expression yields *minimal cut sets*.

- Minimal cut sets are all nonredundant scenarios that lead to the TOP event
- Common mode failures must have same ID
- Solution usually done by computer

Quantifying basic event frequencies and probabilities yields a TOP event frequency.

Type	Name	Freq (/yr)	Dur (h)	Prob
Conseq	OvprStmSide	1.3E-06		
AND	7A	1.3E-06		
OR	RuptDistort			1
AND	7B	1.3E-06		
OR	7C	0.0071		
OR	7D			0.00018
OR	7H	0.0006		
OR	7K	0.0065		
OR	7E			8.E-05
OR	7G			1E-04
OR	7F1			0.0091
OR	7F2			0.0090
OR	PRVs.v			0
OR	PRVs.b			0.0001
OR	PRVs.y			0
OR	PRV1.v	0.004	4400	0.00201
OR	PRV1.s	0.009	4400	0.005
OR	PRV1.b	0.004	4400	0.00201
OR	PRV1.y			0.0001
OR	PRV2.v	0.004	4400	0.00201
OR	PRV2.s	0.009	4400	0.005
OR	PRV2.b	0.004	4400	0.00201
OR	PRV2.y			0

Notes:
 1. hydro = hydrotest
 2. PRV settings: PRV1, 180 psig; PRV2, 185 psig
 3. PRVs tested once/year, by either bench testing or testing in place

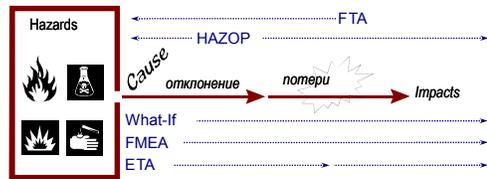
FTA упражнение

Нарисуйте нижний уровень для завершающего события:

Внезапный быстро распространяющийся огонь




Выводы по методам, основанным на сценарии





PHA method selection guide

HAZOP	What-If/Checklist	FMEA	FTA	ETA
By deviation	By checklist item	By component	By loss event	By cause
<i>Best for process operations</i>	<i>Best for relatively standard operations</i>	<i>Best for mechanical and electrical systems</i>	<i>Best for complex systems/operations</i>	<i>Best to study one or only a few causes</i>
Good for continuous and procedure-based operations	Good for continuous and procedure-based operations	Good for continuous operations	Good for continuous operations; possible for procedure-based	Good to analyze administrative and engineering controls
Higher level of effort	Lower level of effort	Higher level of effort	Highest level of effort	Higher level of effort
<i>Can analyze complex processes with multiple safeguards</i>	<i>Mostly appropriate for simpler operations</i>	<i>Best analyzes processes with single-point failures</i>	<i>Can analyze complex processes with multiple safeguards</i>	<i>Can analyze complex processes with multiple safeguards</i>
Distinguishes between causes and safeguards	Distinguishes. Does <u>not</u> distinguish between causes and safeguards	Does <u>not</u> distinguish between causes and safeguards	Distinguishes between causes and safeguards	Distinguishes between causes and safeguards
Only looks at causes that could lead to deviations	Looks at all failure modes from checklist and what-if questioning	Looks at all failure modes of all components	Only studies causes and safeguards related to top event	Looks at all safeguards protecting against cause

Анализ опасности и степени риска

- Основные понятия риска
- Основанные на опыте и прогнозируемые подходы
- Качественные методы (что если, HAZOP- опасность и пригодность, FMEA- состояние отказа и анализ эффектов)
- Порядок величины и качественные методы
- Анализ производственных операций
- Команда и материально-техническое обеспечение
- Фиксирование анализа опасности и степени риска
- Введение полученных данных и рекомендаций



Производственные операции

- Периодические процессы
- Непрерывные процессы :
 - Пуск
 - Остановка
 - Производственные перемены
- Получения и разгрузка химикатов
- Погрузка продукции
- Пробы
- Поддержание состояния



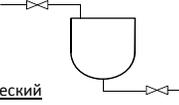

Зачем анализировать производственные операции?

- Типичный показатели времени нефтехимического производства :
< 10% времени случаются аварийные ситуации
- IChemE анализ 500 аварий на производстве показал:
53% случаев случилось при аварийных ситуациях (пуск, остановка, ответные действия по избежанию остановки производства)

Source:
S.W. Ostrowski and K. Kaim, "A HAZOP Methodology for Transient Operations," presented at Symposium, October 2008.
I.M. Duguid, "Analysis of Past Incidents in the Oil, Chemical and Petrochemical Industries," IChemE Loss Prevention Bulletin 144, 1999




Периодические и непрерывные процессы



<p><u>периодический</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Переменные параметры процесса • Многие операции зависят от времени • Ручная операция/контроль распространены • Только часть системы находится в действии в определенный период времени 	<p><u>Непрерывный</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Устойчивые параметров процесса • Операции в большинстве не зависят от времени • Автоматический контроль процесса • Вся система почти всегда в действии
---	---




Анализ производственной опасности непрерывного процесса

- Обратитесь к непрерывным процессам от сырья до готовой продукции
- Обратитесь к процедурам пуска, остановки и переходным шагам к операциям, основанным на производственном процессе






Анализ производственной опасности

Процедуры обычно следуют основным шагам:

1. Подготовка сосуда
2. Наполнение сосуда
3. Реакция с датчиками/контролем
4. Сливание
5. Чистка

Какой из шагов более всего похож на непрерывный процесс?





Анализ производственной опасности

Предложенный подход:

- Выберите «узлы» исследования для непрерывного процесса
- Сгруппируйте процедура согласно узлам
- Проведите анализ производственной безопасности
- Когда процедура завершена, сделайте анализ производственной безопасности оборудования как для непрерывного процесса





Анализ производственной опасности

- Анализ производственной безопасности следует правилу процедурных шагов
- Все правила непрерывного исследования опасности и пригодности применимы
 - Местные причины
 - Глобальные последствия
 - Все меры предосторожности применимы к парам причина-следствие
- Последствия и меры предосторожности рассматриваются при каждом последующем шаге, до момента возникновения последствий





Три подхода

- Что если анализ для каждого производственного шага
- Анализ из двух слов
 - **Выпускать** (весь или часть процесса не сделаны)
 - **Неправильный** (неправильное выполнение)
 - Механик делает слишком много или слишком мало определённой задачи
 - Закрыт неправильный клапан
 - Порядок шагов перемешан
- **HAZOP исследование** каждого шага или группы шагов
 - Используются все 7 направляющих слов
 - Дополнительное слово «отсутствующий» иногда используется




обсуждение

Приведите два или три примера отклонения от процедурных шагов для каждого направляющего слова HAZOP

Ни один из	
больше	
меньше	
часть	
Также как	
противоположный	

CSP CHEMICAL SECURITY PROGRAM
Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING

Перерыв на чай

CSP CHEMICAL SECURITY PROGRAM
Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING

Примеры группового процесса изготовления

Обрабатывайте одну партию в день неорганических нейтральных/щелочных отходов до окиси цианида. Материалы пластик укреплённый волокном для всех цистерн, сосудов и линий, за исключением кислот и воды, которые изготовлены из углеродистой стали

CSP CHEMICAL SECURITY PROGRAM
Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING

Примеры группового процесса изготовления

Процедура:

1. Заполните реактор 5.3 м³ отходами цианида.
2. Добавьте 24.8 м³ воды для разведения до 0.3% (изначально 1.7%).
3. Добавьте каустик (NaOH) на щелочном контроле доведите pH до 11.5.
4. Добавьте NaOCl на контроль ORP.
5. Реакция со взбалтыванием на 6 часов; каустик и NaOCl остаются на автоматической подаче, чтобы поддерживать уровень pH и ORP.
6. Отшлиуйте пробы содержимого реактора в лабораторию для тестирования на окисление цианида
7. Если лаборатория одобряет-продолжайте.
8. Добавьте серную кислоту до понижения уповня pH до 2.5.

Возможные последствия:

- Концентрация > 0.3% выпускает HCN в процессе окислации.
- Добавление кислоты до того как окисление закончено выпускает всю доступную CN⁻ в виде HCN.
- Избыток NaOCl выпускает хлор при добавлении кислоты

CSP CHEMICAL SECURITY PROGRAM
Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING



Анализ опасности и степени риска

- Основные понятия риска
- Основанные на опыте и прогнозируемые подходы
- Качественные методы (что если, HAZOP- опасность и пригодность, FMEA- состояние отказа и анализ эффектов)
- Порядок величины и качественные методы
- Анализ производственных операций
- **Команда и материально-техническое обеспечение**
- Фиксирование анализа опасности и степени риска
- Введение полученных данных и рекомендаций




Команда и материально-техническое обеспечение

Следующие пункты общие для анализов производственной безопасности:

- состав команды
- подготовка
- первые собрания-обзоры
- окончательные собрания-обзоры





Состав

Оптимально 5-7 человек

- **Лидер** (облегчающий выполнение проекта) – профессиональный опыт по анализу степени опасности
- **Секретарь** – ответственный за всю документацию
- **Ключевые участники** – должны быть квалифицированы в производственном процессе, должны иметь рабочий опыт и опыт по техническому обслуживанию
- **Вспомогательные участники** – инструменты, электрические/механические, взрывные опасные материалы





Подготовка

На начальном планировании обзора и назначении участником команды:

- Ознакомьтесь с процедурами безопасного производственного процесса
- Определите рамки анализа производственного риска
- С координатором по процедурам безопасного производственного процесса, выберите один или два метода, подходящие для сложности процесса.

(Разные навыки могут быть использованы для разных частей процесса)






Подготовка

~ за 6 недель до начала командного обзора:

- Соберите информацию о безопасности изучаемого процесса
- Ознакомьтесь с процедурами для всех методов производства
- Соберите другую важную информацию
- Определите отсутствующую или устарелую информацию
- Составьте план действий по обновлению или развитию новой информации до начала обзора





Подготовка

~ за 4 недели до начала командного обзора :

- Подтвердите выбор обзорной команды
- Дайте копии процедур безопасного производственного процесса секретарю, подчеркните важность аккуратной документации
- Оцените количество часов, необходимых для завершения обзора
- Установите первоначальное расписание обзорных собраний, координируя с расписанием участников команды





Время

Запланируйте обзорные собрания продолжительностью 3 - 3½ часа

- *Оптимально* : 1 собрание/день, 4 собрания/неделю
- *Максимально*: 8 собраний/неделя
- Составьте расписание на долгосрочный проект
- Составьте расписание на определённые дни
- Обзоры обычно берут 1 или 2 дня на начало, затем ~ ½ дня для оценки, работы отдела и процедур





Подготовка

~ 2-3 недели до начала:

- Получите копии всех отчётов по инцидентам на хранении, относящихся к использованию высоко опасных материалов в процессе производства
- Зарезервируйте зал заседаний
- Организуйте доступность компьютеров и программного обеспечения
- Разделите процесс на сегменты или узлы исследования
- Разработайте первоначальный план для каждого сегмента при помощи других участников команды






подготовка

За неделю до начала :

- Выберите и назначьте одного человека для обзора процесса
- Организуйте тур по предприятию, включая необходимое обучение и ИСЗ
- Закрепите проектор и запасную лампу
- Организуйте перекусы и обеды





Подготовка

непосредственно перед каждым собранием:

- Проверьте комнаты для собраний, включая кондиционер и обогрев
- Установите компьютер и проекционное оборудование
- Разложите или расклейте диаграммы планировки предприятия





Первое обзорное собрание

1 Присутствие

- Обсудить аварийные выходы, сигналы и процедуры эвакуации
- Представьте участников команды и их область знаний
- Убедитесь в том, что все необходимые участники команды присутствуют
- Зафиксируйте присутствие для каждой полудневной секции
- Подчеркните необходимость пунктуальности и минимальных перерывов





Первое обзорное собрание

2 Рамки и задачи

- Обсудите границы изучаемых систем
- Объясните цель проведения оценки производственной опасности






Первое обзорное собрание

3 Методика

- Ознакомьте участников команды с методикой
- Объясните почему выбранная методика подходит для обзора этого определённого процесса





Первое обзорное собрание

4 Информация безопасности процесса

- Рассмотрение какие химикаты, процессы, оборудование и производственная информация доступны для участников команды
- Убедитесь, что вся необходимая информация доступна до приступления к действию





Первое обзорное собрание

5 Обзор процесса

- Организуйте презентацию по обзору процесса, покрывающую такие детали как
 - Процесс, меры контроля
 - Оборудование, здания
 - Персонал, график работы
 - Опасные материалы, производственная химия
 - Системы безопасности, аварийное оборудование
 - процедуры
 - Что находится в окрестностях производства

Have plant layout drawings available





Первое обзорное собрание

6 Тур по предприятию

- Организуйте тур по всему предприятию и включите его в обзор
- Следуйте всем процедурам безопасности и требованиям ИСЗ
- Участники команды должны обращать внимание на:
 - Общее состояние завода
 - Возможные ранее не замеченные опасности
 - Человеческий фактор (клапаны, маркировка)
 - Примеры движения внутри производства
 - Деятельность на технических проверках (калибровка.)
 - Аварийное направление выходов






Первое обзорное собрание

7 Обзор прошлых инцидентов

- Изучите все инциденты в базе для нужного вам процесса
- Также изучите инциденты на дочерних предприятиях и производстве в целом для нужного вам процесса
- Определите какие инциденты потенциально опасные для катастрофических экологических последствий
- Проведите детальную оценку, покрывающую все предыдущие инциденты





Первое обзорное собрание

8 Обзор размещения производства

- Обсудите проблемы, касающиеся расположения жилых домов так, чтобы люди были надежно защищены от больших аварий
 - Возможны разные подходы:
 - API рекомендация стр.752, 753
 - Местный обзор (e.g., CCPS 2008a стр. 291)
- Обзор контрольных таблиц(приложение F в Франк и Уиттл,Подтверждение анализа опасности процесса», NY: Американский институт химических инженеров, 2001)





Первое обзорное собрание

9 Обзор человеческого фактора

- Обсудите проблемы, касающиеся разработки оборудования, производственной и рабочей среды,подходящих для человеческих потребностей, возможностей и ограничений
- Человеческий фактор ассоциируется с:
 - Начальными причинами (ошибка из-за нарушения правил эксплуатации приводящая к сбою на производстве)
 - Предупредительные меры (реакция механика на отклонения)
 - Смягчающие меры (меры по аварийному реагированию))





Первое обзорное собрание

9 Обзор человеческих факторов

- Различные подходы:
 - Эргономические исследования
 - Актуальный обзор позитивных и негативных человеческих факторовof positive and negative human factors (e.g., CCPS 2008a стр. 277-279)
 - Обзор контрольного списка(Приложение G в Франк и Уиттл,Подтверждение анализа опасности процесса», NY: Американский институт химических инженеров, 2001)






Первое обзорное собрание

10 Обозначьте и зафиксируйте опасности производственного процесса

- См. Презентацию по опасностям и потенциальным последствиям
- Также возможность обратиться к проблемам внутренней безопасности





Заключительное обзорное собрание

Выполнить на заключительном обзорном собрании:

- Убедитесь, что весь обзорный масштаб обсуждён
- Прочтите все полученные данные и рекомендации
 - Убедитесь, что каждые полученные данные и рекомендации понятны для тех кому нужно их внедрять
 - Объедините похожие данные
- Убедитесь, что было обращено внимание на все предыдущие важные инциденты в сценариях анализа производственного процесса





Анализ опасности и степени риска

- Основные понятия риска
- Основанные на опыте и прогнозируемые подходы
- Качественные методы (что если, HAZOP- опасность и пригодность, FMEA- состояние отказа и анализ эффектов)
- Порядок величины и качественные методы
- Анализ производственных операций
- Команда и материально-техническое обеспечение
- **Фиксирование анализа опасности и степени риска**
- Введение полученных данных и рекомендаций






РНА доклад по анализу производственного процесса

Цель: Фиксируйте результаты так, чтобы исследование было понятным, легко модифицированным и поддерживающим решения команды

- Изученные системы
- Что было сделано
- кем
- когда
- Данные и рекомендации
- РНА рабочие листы
- Информация, на основе которой был основан анализ






Размещение доклада

- Черновой доклад
 - Подготовлен серетарём
 - Проверенный всеми участниками команды
 - Представленный управлению, желательно на собран лицом к лицу
- Добавления руководства рассмотрены обзорной командой
- Заключительный доклад
 - Подготовлен серетарём
 - Проверенный всеми участниками команды
 - Принятый управлением
 - Сохранён в постоянной базе анализа производственных процессов





Анализ опасности и степени риска

- Основные понятия риска
- Основанные на опыте и прогнозируемые подходы
- Качественные методы(что если,HAZOP- опасность и пригодность, FMEA- состояние отказа и анализ эффектов)
- Порядок величины и качественные методы
- Анализ производственных операций
- Команда и материально-техническое обеспечение
- Фиксирование анализа опасности и степени риска
- **Введение полученных данных и рекомендаций**




Введение полученных данных и рекомендаций

Какой самый главный продукт анализа?

1. Доклад об анализе производственного процесса
2. Более глубокое понимание системы
3. Данные и рекомендации исследования





Введение полученных данных и рекомендаций

Какой самый главный продукт анализа?

1. Доклад об анализе производственного процесса
2. Более глубокое понимание системы
3. Данные и рекомендации исследования
4. **Ответные поступки на рекомендации и данные исследования**




Введение полученных данных и рекомендаций

- Данные и рекомендации разрабатываются в процессе обзора
 - Анализ опасностей; варианты внутренней безопасности
 - Обзор размещения предприятия
 - Обзор человеческого фактора
 - HAZOP, Что если
- Основа для определения если данные и рекомендации оправданы
 - Обзор контрольного перечня: Код/стандарт нарушен
 - Упреждающий анализ: Риск сценария слишком велик (также если код/стандарт нарушен)

Введение полученных данных и рекомендаций

Формулировка данных и рекомендаций:

- Формулировка данных и рекомендаций должна быть общего характера для гибкости принятия решения по исправлению

Install reverse flow protection in Line 112-9 to prevent backflow of raw material to storage instead of

Install a Cagney Model 21R swing check valve in the inlet flange connection to the reactor

Установите защиту обратного потока на линии 112-9 чтобы избежать противотока сырья
ВМЕСТО
Установите клапан модели Каги 21 в отверстие фланцевого соединения реактора

- Описание проблемы как части данных поможет обеспечить, что проблема адресована
- Использование следующих слов обеспечивает уверенность процессов разрешения проблемы
 - Рассматривай... – INVESTIGATE...
 - Изучай ... – _____
 - Расследуй

Действия по контролю риска

Примеры:

- Изменение топологического проекта или основной системы контроля процесса
- Добавление нового слоя защиты или улучшение существующих слоёв
- Изменение метода эксплуатации
- Изменение технологического режима
- Изменение технологических материалов
- Корректировать инспекцию/тестирование/частоту проверок или метод
- Уменьшить возможное количество людей и/или имущества незащищенных от аварии

РНА Осуществление действия

Работодатель должен установить систему для точного ответа на данные и рекомендации команды; обеспечивать разрешение рекомендаций вовремя и своевременную документацию решения; зафиксировать какие меры будут предприняты; разработать письменный график осуществления действий; сообщать о действиях технологическому, ремонтному и другому персоналу, кто непосредственно работает на производстве и кто может быть затронут рекомендациями и действиями

1 – зафиксируйте данные и рекомендации

Примерная форма:

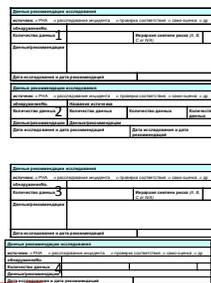
ORIGINAL STUDY FINDING / RECOMMENDATION	
Source: <input type="checkbox"/> PHA <input type="checkbox"/> Incident Investigation <input type="checkbox"/> Compliance Audit <input type="checkbox"/> Self-Assessment <input type="checkbox"/> Other	
Source Name	
Finding No.	Risk-Based Priority (A, B, C or N/A)
Finding / Recommendation	
Date of Study or Date Finding/Recommendation Made	

Эта форма также может использоваться для расследования инцидентов и результатов проверки




2 – Представьте данные и рекомендации

PHA команда



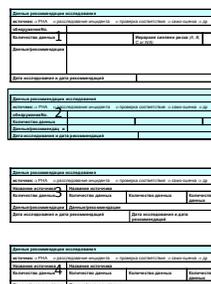
Линейное руководство



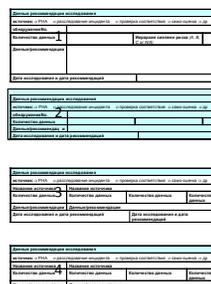



2 - Представьте данные и рекомендации

PHA team



Line management






3 – ответные действия руководства

Для каждого заключения/рекомендации:

Действия управления	
Особые предпринятые действия	
Закончены к	Продление времени требует одобрения со стороны управления
Ответственное лицо	

Предложения:

- Используйте базы данных или электронную таблицу
- Пометьте запоздалые и предстоящие действия
- Периодически докладывайте о ситуации высшему начальству




Пример

Данные/рекомендации исследования			
источник: <input type="checkbox"/> PNA <input type="checkbox"/> расследование инцидента <input type="checkbox"/> проверка соответствия <input type="checkbox"/> самооценка <input type="checkbox"/> др			
Название источника		Разгрузка формальдегида	
обнаружениеNo.	RNA-UF-11-01	Иерархия степени риска (A, B, C or N/A)	B
Данные/рекомендации	<p>Меры по предотвращению переполнения цистерны с формальдегидом считаются недостаточными из-за одновременной передачи сигналов контрольного уровня и высокого уровня</p> <p>Варианты для рассмотрения: снимите показатели счетчиков вручную до разгрузки цистерны для обеспечения достаточной ёмкости для разгрузки. Добавьте дополнительный счетчик</p>		




Зафиксируйте конечные решения

Document how each action item was

Конечное решение	
детали	
совокупные МОС(s)	
Дата завершения	
Дата доклада	
Вид доклада	Приложите документы доклада




Ознакомление с действиями

Ознакомьте с действиями, предпринятыми в ответ на данные исследования и рекомендации

Кому?

- Всему персоналу производства, чья повседневная работа связана с производственным процессом и на кого будут распространяться рекомендации и пути их воплощения




Ознакомление с действиями

Как ?

- Обучение с помощью специальной программы обучения на производстве
 - Использование необходимых навыков
 - Убедитесь в понимании
- Другие формы
 - Собрания по безопасности
 - пересменки
 - E-mail
- Зафиксируйте процесс передачи информации






Ознакомление с действиями

WHAT?

- Physical changes
- Personnel or responsibility/accountability updates
- Operating/maintenance procedures
- Emergency procedures; Emergency Response Plan
- Safe work practice procedures
- Control limits or practices





Обсуждение

Почему?

Назовите 2 или несколько причин важности передачи информации об анализе производственного процесса рабочим?

-
-
-
-





Заключительное слово

Задача команды РНА установить где необходимо действие, а не переделать систему