

Белоусова Анна Павловна, Магистрант
Самарский государственный технический университет

Сумарченкова Ирина Александровна, к.х.н., доцент
Самарский государственный технический университет

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН АВАРИЙ И ИНЦИДЕНТОВ НА УСТАНОВКЕ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ВОДОРОДА, И РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПО ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И УСТРАНЕНИЮ

Аннотация. В статье проанализированы основные опасности, возникающие при производстве водорода, которые являются возможными причинами аварий и инцидентов. Для их предотвращения разработаны действия персонала и способы устранения.

Ключевые слова: Водород, природный газ, опасности, инцидент, авария.

Производство водорода выполнено в одну технологическую линию, в состав которой входят:

- высокотемпературная конверсия метана (ВТКМ) и окиси углерода в составе двух агрегатов;

- насосное отделение;

- узел подготовки газа;

- установка получения водорода;

- факельная установка сжигания сбросных газов;

- пусковая факельная установка;

- участок технологического газопровода природного газа.

Метод производства основан на высокотемпературной конверсии природного газа и среднетемпературной конверсии окиси углерода на агрегатах ВТКМ с охлаждением и отделением влаги из конвертированного газа в узле подготовки газа с последующим выделением из него водорода методом короткоциклового адсорбции (КЦА) и выдачей сбросного газа усредненного состава и давления в утилизационную котельную установку цеха, либо на факельную установку сбросных газов.

Опасности производства связаны с наличием [1, 2]:

- аппаратов и трубопроводов с газом, работающих под давлением;

- взрывоопасных и токсичных продуктов в аппаратах и трубопроводах;

- кислорода (сильного окислителя, газа, поддерживающего горение, наличие в среде сжатого кислорода приводит в определенных условиях к самовозгоранию масла и жира);

- физиологически инертного газа (азота), способного вызывать удушье при повышении его концентрации в воздухе рабочей зоны;

- продуктов с высокими температурами на стадии конверсии метана и окиси углерода;

- разрывом трубопроводов, сосудов и аппаратов, работающих под давлением при несоблюдении правил обращения с ними;

- насосного оборудования, на котором при несоблюдении правил безопасной эксплуатации возможно получение механических или электрических травм.

Для предотвращения возможных причин аварий и инцидентов выполним анализ возможных их причин и разработаем действия персонала и способы устранения. Результаты анализа приедены в таблице 1 [1-3].



Таблица 1

Некоторые возможные причины аварии и инцидентов способы их предупреждения и устранения

Авария или инцидент	Возможные причины возникновения	Действия персонала и способы устранения аварий и инцидентов
Участок установки подготовки газа		
Завышение уровня в сепараторе более 50%, что может привести к забросу конденсата на установку КЦА, что приведет к заливу адсорбента и остановке установки КЦА	Рост уровня в сепараторе происходит из-за заброса конденсата с конгазом после агрегатов ВТКМ	1 Перевести слив конденсата из циклона-сепаратора в буферную емкость. 2 Проверить работу клапана и правильность показания уровнемера и при необходимости восстановить правильную работу прибора.
	Не справляется со сливом регулирующий клапан	Перевести слив с сепаратора в буферную емкость по байпасу. Провести ревизию клапана.
	Завышенное давление в буферной емкости	1 Понизить давление. 2 Перевести слив из сепаратора в буферную емкость.
	Выход из строя уровнемера сепаратора	Снять блокировку по максимальному уровню в сепаратора, проверить показание уровнемеров.
Завышение уровня жидкого аммиака в испарителе более 80%, что может привести к забросу жидкого аммиака в общезаводской коллектор газообразного аммиака и к его разгерметизации	Нарушена работоспособность регулирующего клапана или уровнемера	1 Сдать в ремонт регулирующий клапан и провести его ремонт. 2 Проверить работоспособность прибора по замеру уровня.
Обмораживание коллектора газообразного аммиака из-за попадания в него жидкого аммиака, что может привести к разгерметизации коллектора	Переполен испаритель из-за неправильных показаний прибора по замеру уровня аммиака	1 Проверить работу уровнемера. 2 Понизить уровень жидкого аммиака в испарителе.
Наличие содержания водорода в газообразном аммиаке после испарителя	Разгерметизация трубной части испарителя	Остановить установку подготовки газа в ремонт
Участок агрегатов высокотемпературная конверсия метана		
Изменение температурного режима в конверторах метана более чем на 10°C при постоянных расходах природного газа, кислорода, пара в природном газе (ПГ)	Понижение концентрации кислорода или изменение состава природного газа	Проверить показания кислородного газоанализатора. Проанализировать состав ПГ
	Наличие влаги в коллекторе кислорода	Сдренировать влагу из коллектора через дренажную линию
Рост сопротивления сатуратора Вентури	Попадание футеровки в горловину сатуратора Вентури	Если в течение 2÷3 минут сопротивление не уменьшится, агрегат остановить. После остановки сократить подачу конденсата в трубу Вентури до 2÷3 м ³ /ч. Подготовить агрегат к ремонту



Снижение расхода конденсата в сатуратор Вентури от насосов по расходомеру	Неисправность регулирующего клапана	Подать конденсат через соседний клапан. Подать конденсат через байпас узла. Определить неисправность и сдать не рабочий клапан в ремонт
	Снижение давления в буферной емкости	Повысить давление
	Остановка насоса	Включить резервный насос
Снижение уровня деаэрированной воды в котлах-утилизаторах ниже 20%	Снижение давления деаэрированной воды из цеха	1 Позвонить в цех и выяснить причину снижения давления деаэрированной воды. 2 При неполадках в цехе подать паровой конденсат из коллектора нагнетания насосов в коллектор деаэрированной воды
	Неисправность показаний уровня или регулятора	Проверить прибор по замеру уровня и работоспособность регулирующего клапана, при необходимости сдать клапан в ремонт.
Рост давления пара в котле-утилизаторе	Снижение потребления пара в заводской сети	Просить цех о снижении давления в общем коллекторе пара. Открыть свечи на линии выхода пара с котла-утилизатора, не снижая давления пара в котле ниже 4,0 кгс/см ²
Увеличение содержания метана в конгазе после циклона-сепаратора по отношению к содержанию после сепаратора более, чем на 0,2%	Переток в подогревателе	Сделать анализ на «переток» – отобразить одновременно анализ с линией конгаза до и после. При разнице анализа на содержание метана в конгазе более 0,2% остановить агрегат для ремонта.
Медленное или резкое снижение давления кислорода перед горелкой конвертора метана при постоянных расходах природного газа и кислорода	Неисправность в работе датчика давления	Проверить работу прибора
	Прогар доньшка горелки по кислородной части.	Остановить агрегат для осмотра горелки

Таким образом проанализированные возможные аварии и инциденты и их причины на установке по получению водорода стадии очистки и разделения природного газа и разработанные действия персонала по способам их устранения позволят значительно повысить безопасность работы оборудования и трубопроводов установки [3]

Список литературы:

- ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. – 2017-01-03. – М.: Стандартинформ, 2017.
- Отчеты работы Ростехнадзора за 2019-2022 г [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/.
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением. Приказ Ростехнадзора №536 от 15.12.2020

