

НИКА ТРС газовая система

Инструкция по эксплуатации

Подготовили: Коченда Л.М.
Кравцов П.А.

Январь 2017

Пуск, Продувка и Рециркуляция ТРС газовой системы

1. Цель и задача

Основная задача данной инструкции состоит в том, чтобы обратить внимание персонала, обслуживающего газовую систему ТРС, на правильные действия в процессе пуска, продувки сухим азотом, аргоном и рабочей смесью (Аргон + 10% Метана) и при запуске на рециркуляцию газовой системы.

Главная цель инструкции – дать обслуживающему персоналу газовой системы пошаговые действия, необходимые при запуске, работе в режиме рециркуляции и остановке системы и дополнительных систем.

Следует отметить, что в случае неиспользования; газовая система совместно с ТРС должны продуваться сухим азотом с расходом 5 л/мин с выбросом в вентиляционную трубу. Основная цель продувки – это удаление воздуха из ТРС и самой газовой системы и снижение уровня кислорода и воды ниже 100ppm

2.0. Обслуживающий персонал – См. приложение 2.

3.0 Необходимые экзамены

3.1 Чтобы работать с газовой системой, необходимо иметь экзамены и знать определенные правила, а именно:

3.1.1 Работа с сосудами под давлением.

3.1.2 Правила работы с криогенными жидкостями.

3.1.3 Опыт работы, полученный от квалифицированного персонала по обслуживанию ТРС газовой системы.(см.приложение 2).

3.2 Убедитесь в готовности ТРС и дальше следуйте инструкции. Для этого сделайте следующие шаги и зафиксируйте их в рабочем журнале ТРС газовой системы.

3.2.1 Все сектора ТРС на месте с обоих концов и ТРС в магните.

3.2.2 Убедитесь, что все газовые трубопроводы и кабели соединены с внутренним циркуляционным контуром на платформе и самой ТРС.

3.2.3 Убедитесь, что газовый трубопровод выброса смеси в атмосферу на стойке внутреннего циркуляционного контура (на платформе) не забит и подсоединен к вентиляционной трубе.

4.0 Предостережение.

- 4.1 Превышение избыточного давления в ТРС выше 5мбар может привести к повреждению ТРС. Поэтому следует тщательно контролировать внутреннее давление в процессе продувки ТРС при настройке потока газа или смеси.

5.0 Инструкция.

5.1 Включение газовой системы.

- 5.1.1 Подать напряжение на стойку внешнего циркуляционного контура.
- 5.1.2 Подать напряжение на стойку внутреннего циркуляционного контура(на платформе).
- 5.1.3 Включить и загрузить компьютер газовой системы.
- 5.1.4 Запустить программу управления газовой системой.

ВНИМАНИЕ. Все электромагнитные клапаны, масс контроллеры, PID контроллер и компрессоры управляются с компьютера газовой системы.

- 5.1.5 Используя Приложение 3, установите электромагнитные клапаны в их исходное положение.
- 5.1.6 Используя Приложение 4, установите ручные вентили в их исходное положение.

5.2 **Приготовление к продувке ТРС малым и большим потоками чистого азота.**

- 5.2.1 Убедитесь, что SV2 и SV3 закрыты(красный цвет).
- 5.2.2 Закройте FI1 (внешняя стойка).
- 5.2.3 Убедитесь, что SV8(н/о) открыт(зеленый цвет).
- 5.2.4 Установите на газификаторе жидкого азота выходное давление 1бар.

- 5.2.4 Откройте MV2(внешняя стойка).
- 5.2.5 Убедитесь, что PI1 и PT1 показывают давление азота 1 бар (внешняя стойка).
- 5.2.6 Установите расход с помощью FI1 5 л/мин.
- 5.2.5 Убедитесь, что давление в ТРС на PT8 и PT9 не превышает 2 мбар.
- 5.2.6 Откройте SV4 (зеленый цвет).
- 5.2.7 Установите расход на FI4 , FI5 и FI6 500ссм.
- 5.2.9 С помощью анализаторов O2 и H2O проверьте содержание влаги и кислорода в азоте. Оно должно быть менее 10ppm.

ВНИМАНИЕ. В таком режиме ТРС может продуваться в длительные периоды между экспериментами. Для быстрой продувки ТРС увеличьте расход азота через FI1 до 50л/мин. Убедитесь, что давление в ТРС не превышает на PT8 и PT9 2 мбар. Смените 3 объема ТРС.

- 5.2.10 Откройте MV4 и убедитесь, что давление азота на PI8 1 бар(задняя часть внешней стойки).
- 5.2.11 Установите расход через FI9 в пределе 5 - 10л/мин.
- 5.2.12 Убедитесь, что дифференциальное давление на PT7 равно нулю или имеет положительное значение
- 5.2.13 Откройте полностью BMV1 и настройте PCV1 на максимальный расход.
- 5.2.14 Включите компрессоры C1 и C2(внешняя стойка).
- 5.2.15 С помощью BMV1, BPCV1 и PCV1 создайте давление на PI4(PT3) 15кПа и расход через FI3 20л/мин. . Давление перед компрессорами на PIS1(PT5) не должно быть меньше 0.5 мбар(5 мм H2O). С помощью BMV1 отрегулируйте это давление. Расход на FI3 может уменьшиться.

- 5.2.16 Откройте SV5.
 - 5.2.17 Закройте SV4.
 - 5.2.18 С помощью анализаторов O₂ и H₂O проверьте содержание кислорода и влаги в ТРС. Если оно меньше 20ppm, то можно приступить к продувке аргоном предварительно продув внутренний циркуляционный контур азотом(на платформе).
 - 5.2.19 Откройте SV4.
 - 5.2.20 Закройте SV5.
 - 5.2.21 Выключите компрессоры С1 и С2.
 - 5.2.22 Откройте BMV2 и MV9(стойка на платформе).
 - 5.2.23 Включите компрессор С3. Через 3 минуты выключите. . Давление перед компрессорами на РТ6 не должно быть отрицательным
 - 5.2.24** Включите компрессор С4. Через 3 минуты выключите. . Давление перед компрессорами на РТ6 не должно быть отрицательным
- Газовая система готова к продувке аргоном.**

5.3 Продувка ТРС и газовой системы Аргоном

- 5.3.1 Уменьшить расход азота на FI1(внешняя стойка) до 0.5л/мин.
- 5.3.2 Создать на газификаторе Аргона давление 1 бар.
- 5.3.3 Закрыть MV1 и открыть MV2(внешняя стойка).
- 5.3.4 Увеличить расход Аргона на FI1 до 50л/мин. Убедитесь, что давление в ТРС РТ8 и РТ9 не превышают 2мбар.
- 5.3.5 С помощью анализаторов O₂ и H₂O проверьте содержание влаги и кислорода в Аргоне. Оно должно быть менее 10ppm
- 5.3.6 Продуйте 6 объемов ТРС.
- 5.3.7 Включите компрессоры С1 и С2(внешняя стойка).

- 5.3.8 С помощью BMV1, BPCV1 и PCV1 создайте давление на PI4(PT3) 0.15бар и расход через FI3 20л/мин. . Давление перед компрессорами на PIS1(PT5) не должно быть меньше 0.5 мбар(5 мм H2O). С помощью BMV1 отрегулируйте это давление. Расход через FI3 может уменьшиться.
- 5.3.9 Откройте SV6.
- 5.3.10 Установите расход на FI7 5л/мин.
- 5.3.11 Закройте SV6 через 5 минут.
- 5.3.12 Откройте SV5.
- 5.3.13 Закройте SV4.
- 5.3.14 С помощью анализаторов O2 и H2O проверьте содержание влаги и кислорода в TPC. Оно должно быть менее 40ppm.
- 5.3.15 Откройте SV4.
- 5.3.16 Закройте SV5.
- 5.3.17 Выключите компрессоры C1 и C2.
- 5.3.18 Включите компрессор C3.
- 5.3.19 Откройте FI8(стойка на платформе).
- 5.3.20 Отрегулируйте BMV2 , MV9 и FI8 так, чтобы расход через FI8 был 20л/мин. а через FT1 максимально возможным. . Давление перед компрессорами на PT6 не должно быть отрицательным
- 5.3.21 Выключите компрессор C3.
- 5.3.22** Включите компрессор C4 и через 3 минуты выключите .

ВНИМАНИЕ: С этого момента TPC готова для продувки смесью Ar + 10%Метана(P10). Прежде чем приступить к процедуре продувки P10, нужно проверить TPC и газовую систему на течь.

5.4 Проверка TPC совместно с газовой системой на течь

- 5.4.1 Уменьшите расход аргона через FI1 до 5л/мин(внешняя стойка).

- 5.4.2 Откройте SV2.
- 5.4.3 Установите расход через FM1 2л/мин.
- 5.4.4 Закройте SV1.
- 5.4.5 Закройте SV8.
- 5.4.6 Убедитесь, что барометрическое давление ВР постоянно. Если течь меньше 2л/мин, давление в ТРС на РТ8 и РТ9 будет расти. Если давление не растет, то увеличьте расход через FM1 настолько, чтобы давление в ТРС начало повышаться. Поднимите давление до 1.5 мбар и на этом уровне стабилизируйте его путем медленного уменьшения расхода через FM1. Убедитесь, что барометрическое давление ВР стабильно. При достижении стабильного давления 1,5мбар в ТРС зафиксируйте расход через FM1. Это величина и есть ТЕЧЬ по аргону. Она не должна превышать 3л/мин. Зафиксируйте величину ТЕЧИ в рабочем журнале ТРС.**
- 5.4.7 Откройте SV8.
- 5.4.8 Откройте SV1 и приступайте к продувке ТРС Р10.

5.5 Продувка газовой системы и ТРС Р10

- 5.5.1 Обеспечьте подачу чистого Метана при 1бар из одной из рамп с помощью РСВ2(площадка хранения газов)
- 5.5.2 Откройте SV10.
- 5.5.3 Откройте MV3 и убедитесь, что давление на PI2 1бар(внешняя стойка).

- 5.5.4 Включите анализатор метана CH₄(внешняя стойка).
- 5.5.5 Откройте SV2.
- 5.5.6 Установите максимально возможный расход аргона через FM1.
- 5.5.7 Закройте SV1.
- 5.5.8 Откройте SV3 и установите расход метана через FM2 таким, чтобы смесь содержала 10% метана на анализаторе CH₄.
- 5.5.9 С помощью анализаторов O₂ и H₂O убедитесь, что содержание кислорода и влаги в рабочей смеси не превышает 10ppm.
- 5.5.10 Смените 3 объема TPC.
- 5.5.11 Включите компрессоры C1 и C2(внешняя стойка).
- 5.5.12 С помощью BMV1, BPCV1 и PCV1 создайте давление на PI4(PT3) 15кПа и расход через FI3 20л/мин. . Давление перед компрессорами на PIS1(PT5) не должно быть меньше 0.5 мбар С помощью BMV1 отрегулируйте это давление. Расход на FI3 может уменьшиться.
- 5.5.13 Откройте SV5.
- 5.5.14 Закройте SV4.
- 5.5.15 С помощью анализаторов O₂, H₂O и CH₄ проверьте содержание кислорода , влаги метана в TPC. Если они соответствуют рабочим параметрам, то после продувки блоков очистки и внутреннего циркуляционного контура P10 система готова к циркуляционному

режиму работы.

5.5.16 Откройте SV6.

5.5.17 Установите расход через FI7 2л/мин.

5.5.18 Включите регулятор температуры TIC1(внешняя стойка) и задайте температуру 220С.

5.5.19 Выключите SV6 через 5 минут.

5.5.20 Откройте SV4.

5.5.21 Закройте SV5.

5.5.22 Закройте SV6.

5.5.23 Выключите компрессоры C1 и C2

5.5.24 Включите компрессор C3.

5.5.25 Отрегулируйте BMV2 , MV9 и FI8 так, чтобы расход через FI8 был 20л/мин. а через FT1 максимально возможным. Давление перед компрессорами на PT6 не должно быть отрицательным.

5.5.26 Включите регулятор температуры TIC4 и установите температуру 220С(стойка на платформе).

5.5.27 Выключите компрессор C3

5.5.28 Включите компрессор 4 и через 3 минуты выключите.

ВНИМАНИЕ: С этого момента газовая система подготовлена к циркуляционному режиму обеспечения P10 в TPC . Масс контроллер FM1 управляет масс контроллером FM2. Увеличение или уменьшение расхода через FM1 приводит к увеличению или уменьшению расхода через FM2 но процентное содержание метана в смеси остается постоянным на уровне 10%.

5.6 Запуск газовой системы на циркуляцию P10 через TPC.

- 5.6.1 Уменьшите расход через FM1 до уровня, превышающего течь в 2 раза и убедитесь, что содержание Метана на анализаторе CH4 10%.
- 5.6.2 Откройте вентиль подачи азота на PID контроллер(внутри внешней стойки).
- 5.6.3 Включите программу PID контроллера, установите рабочие параметры и запустите ее.
- 5.6.4 Закройте SV8.
- 5.6.5 Поднимите давление в TPC до 1.5мбар.
- 5.6.6 Включите компрессора C1 и C2.
- 5.6.7 С помощью BMV1, BPCV1 и PCV1 создайте давление на PI4(PT3) 15 кПа и расход через FI3 20л/мин, а расход через FI2 должен быть таким, чтобы PID контроллер мог стабилизировать давление перед компрессорами C1 и C2 на заданном уровне. На графике программы PID контроллера кривая давления датчика обратной связи PT4 должна совпадать с заданным давлением. Есть возможность в качестве датчика обратной связи PID контроллера подключить PT9 вместо PT4. Для этого внутри внешней стойки имеется соответствующий переключатель. При этом нужно перейти в программе PID контроллера на другой предел стабилизации давления 2мбар. Давление перед компрессорами на PIS1(PT5) не должно быть меньше 0.3 мбар С помощью BMV1 отрегулируйте это давление. Расход на FI3 может уменьшиться. Давление в TPC должно поддерживаться на уровне 2мбар(показания PT8 и PT9). Нужно отметить, что расход через FI2 определяется как разность**

поступающей свежей смеси через (FM1 + FM2) - ТЕЧЬ.

5.6.8 Включите компрессор С3.

5.6.9 Отрегулируйте ВМV2 , MV9 и F18 так, чтобы расход через F18 был 20л/мин. а через FГ1 максимально возможным.
Давление перед компрессорами на РТб не должно быть отрицательным.

5.6.10 Включите аварийную защиту путем нажатия **DISABLED** в рабочей программе на компьютере ТРС. С этого момента газовая система находится на рециркуляции P10 через ТРС.

6.0 Остановка газовой системы.

- 6.1 Выключите аварийную защиту путем нажатия **ENABLED** в программе на компьютере ТРС.
- 6.2 Выключите компрессор С3 или С4.
- 6.3 Откройте SV8.
- 6.4 Откройте SV4.
- 6.5 Закройте SV5.
- 6.6 Закройте SV6.
- 6.7 Остановите PID контроллер.
- 6.8 Выключите метановый анализатор СН4(внешняя стойка).
- 6.9 Выключите компрессоры С1 и С2 .
- 6.10 Закройте SV10.
- 6.11 Закройте MV3 (внешняя стойка).
- 6.12 Закройте SV3.
- 6.13 Закройте MV1 и откройте MV2.
- 6.14 Откройте SV1.
- 6.15 Закройте SV2.

- 6.16 Установите расход через FI1 50л/мин и продуйте азотом 3 объема ТРС.
- 6.17 Закройте вентиль подачи азота на PID контроллер(внутри внешней стойки).
- 6.18 Выключите TIC1(внешняя стойка).
- 6.19 Выключите TIC 4(стойка на платформе).
- 6.20 После продувки 3х объемов ТРС азотом включите C3 и через 3 минуты выключите.
- 6.21 Включите C4 и через 3минуты выключите.
- 6.22 Закройте BMV2 и MV9(стойка на платформе).
- 6.23 Закройте FI8(стойка на платформе).
- 6.24 Включите C1 и C2 и через 3 минуты выключите.
- 6.25 Уменьшите расход на FI1 до 5л/мин(внешняя стойка)
- 6.26 Закройте SV4.
- 6.27 Закройте рабочую программу ТРС и PID контроллера.
- 6.28 Выключите компьютер.
- 6.29 Выключите электропитание внешней стойки.
- 6.30 Выключите электропитание стойки на платформе.

ВНИМАНИЕ: С этого момента газовая система и ТРС будут продуваться сухим азотом. Состояние всех электромагнитных клапанов, ручных вентилях и индикаторов потока должно соответствовать Приложениям 3 и 4.

7.0 **ПРИЛОЖЕНИЯ**

1. Аббревиатура ТРС газовой системы
2. Квалифицированные лица/операторы.
3. Состояние электромагнитных клапанов при продувке азотом.
4. Состояние ручных вентилей и индикаторов потока при продувке азотом.

Приложение 1

Аббревиатура ТРС газовой системы

| | |
|------|-----------------------------|
| BPCV | Регулятор обратного потока |
| CV | Ограничительный вентиль. |
| F | Фильтр |
| FI | Индикатор потока |
| FM | Контроллер массового потока |
| MV | Ручной вентиль |
| PCV | Регулятор давления |
| PI | Индикатор давления |
| PIS | Индикатор давления с реле |
| PSV | Предохранительный клапан. |
| PT | Датчик давления |
| SV | Электромагнитный клапан |
| TT | Датчик температуры |
| TIC | Контроллер температуры |
| PIDC | ПИД контроллер |
| BMV | Ручной байпасный вентиль |

Приложение 3

Состояние электромагнитных клапанов при продувке азотом

__ SV1(н/о) - открыт
__ SV2 - закрыт
__ SV3 - закрыт
__ SV4 - закрыт
__ SV5 - закрыт
__ SV6 - закрыт
__ SV7 - закрыт
__ SV8(н/о) - открыт
__ SV9 - закрыт
__SV10- закрыт
__SV11 - закрыт
__SV12 - закрыт

Приложение 4

Состояние ручных вентилей и индикаторов потока при продувке азотом.

| | |
|---------------|--------------|
| MV1 - закрыт | FI1 - открыт |
| MV2 - открыт | FI2 - открыт |
| MV3 - закрыт | FI3 - открыт |
| MV4 - закрыт | FI4 - закрыт |
| MV5 - закрыт | FI5 - закрыт |
| MV6 - закрыт | FI6 - закрыт |
| MV7 - закрыт | FI7 - закрыт |
| MV8 - закрыт | FI8 - закрыт |
| MV9 - закрыт | |
| MV10 - закрыт | |
| MV11 - закрыт | |
| MV12 - закрыт | |
| BMV1 - закрыт | |
| BMV2 - закрыт | |

