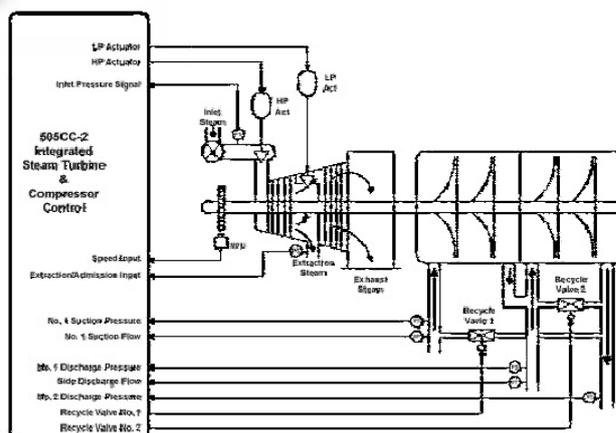


**Руководство по эксплуатации RU26542V3  
(Редакция D, 10/2014)  
Перевод оригинальных инструкций**



**Контроллер паровой турбины  
и компрессора Atlas-II™ 505CC-2**

**Руководство к системе управления компрессорами  
Номер изделия 8301-1258**



### Общие меры безопасности

Ознакомьтесь в полном объеме с настоящим руководством и другими публикациями, относящимися к выполняемым работам, до начала монтажа, эксплуатации или обслуживания данного оборудования.

Соблюдайте инструкции безопасности и меры предосторожности, принятые на предприятии.

Несоблюдение инструкций может привести к травмированию людей и/или повреждению имущества.



### Редакции

Эта публикация может быть переиздана или обновлена с момента публикации данного экземпляра. Проверьте номер редакции своего документа, для этого ознакомьтесь с руководством **26455**, «*Customer Publication Cross Reference and Revision Status & Distribution Restrictions*» (*Редакции документов и ограничения на распространение*) на странице публикаций веб-сайта компании Woodward:

[www.woodward.com/publications](http://www.woodward.com/publications)

На странице публикаций размещаются новейшие редакции большинства публикаций. Если вы не обнаружите здесь своей публикации, обращайтесь за новейшим экземпляром к представителю местной сервисной службы.



### Правила пользования

Внесение неутвержденных изменений или использование данного оборудования за пределами заявленных механических, электрических или иных эксплуатационных параметров могут привести к травмированию людей и повреждению имущества, включая повреждение оборудования. Любые подобные неутвержденные изменения: (i) считаются «использованием не по назначению» и «небрежением», что означает отмену гарантийных обязательств в отношении любого последующего ущерба и (ii) делают недействительными сертификаты и допуски изделия к эксплуатации.



### Переведенные публикации

Если на обложке такой публикации имеется пометка «Перевод оригинальных инструкций», необходимо иметь в виду следующее.

Со времени выхода настоящего перевода оригинал данной публикации на английском языке мог измениться. Ознакомьтесь с руководством **26455**, «*Customer Publication Cross Reference and Revision Status & Distribution Restrictions*» (*Редакции документов и ограничения на распространение*), чтобы проверить актуальность этого перевода.

Устаревшие переводы помечаются символом ⚠. Обязательно сверяйтесь с содержащимися в оригинале техническими характеристиками и описаниями, обеспечивающими правильный и безопасный монтаж и эксплуатацию.

Компания Woodward оставляет за собой право на внесение изменений в настоящий документ в любой момент. Информацию, представленную компанией Woodward, следует считать корректной и надежной. Тем не менее, компания Woodward не несет никакой ответственности, кроме оговоренной явно.

# Содержание

Предостережения и примечания .....	V
Предупреждение об электростатическом разряде .....	VI
<b>Глава 1. Общая информация .....</b>	<b>1</b>
1.1 Введение .....	1
1.2 Руководство по быстрому запуску .....	2
<b>Глава 2. Управление функциональными характеристиками .....</b>	<b>3</b>
2.1 Введение .....	3
2.2 Что такое помпаж? .....	3
2.3 Обзор функций .....	5
2.4 Теоретические основы антипомпажного управления .....	8
2.5 Стандартная карта характеристик компрессора .....	8
2.5.1 Стандартная рабочая точка .....	9
2.5.2 Стандартная линия контроля помпажа .....	11
2.6 Универсальная карта характеристик компрессора .....	11
2.6.1 Универсальная рабочая точка .....	12
2.6.2 Универсальная линия контроля помпажа .....	13
2.7 Стандартный или универсальный алгоритм? .....	14
2.8 S_PV (Переменная процесса помпажа) .....	14
2.9 Описание системы антипомпажного управления 505CC-2 .....	15
2.9.1 Режимы управления .....	16
2.9.2 Функции установления последовательности .....	19
2.9.3 Программы антипомпажного управления .....	22
2.9.4 Программы управления процессом .....	35
2.9.5 Поддерживающие (вспомогательные) функции .....	37
2.10 Расчеты рабочих точек .....	48
2.10.1 Стандартный алгоритм .....	48
2.10.2 Универсальный алгоритм .....	53
<b>Глава 3. Общее описание .....</b>	<b>55</b>
3.1 Введение .....	55
3.2 Дополнительные возможности .....	55
3.3 Входы и выходы 505CC-2 .....	56
3.3.1 Входы управления .....	56
3.3.2 Выходы управления .....	59
3.4 Рекомендации по антипомпажному управлению .....	61
<b>Глава 4. Режим настройки конфигурации .....</b>	<b>63</b>
4.1 Введение .....	63
4.2 Экранные окна настройки конфигурации компрессора .....	63
4.2.1 Главная страница .....	63
4.2.2 Основная конфигурация всех ступеней .....	65
4.2.3 Характеристики газа для всех ступеней .....	71
4.2.4 Датчик расхода для всех ступеней .....	73
4.2.5 Настройки антипомпажного клапана для всех ступеней .....	76
4.2.6 Создание карты .....	77
4.2.7 Настройки управляющих сигналов .....	80
4.2.8 Настройки положения / клапана .....	81
4.2.9 Настройки обнаружения помпажа .....	84
4.2.10 Настройки защиты от помпажа .....	89
4.2.11 Настройки ПИД – регулирования .....	92
4.2.12 Настройки разъединения и вспомогательные HSS настройки .....	96
4.2.13 Формирование (преобразование) внешнего сигнала .....	99
4.2.14 Аналоговые входы .....	104
4.2.15 Аналоговые выходы .....	107
4.2.16 Двоичные входы .....	109
4.2.17 Двоичные (бинарные) выходы .....	111

## Содержание

4.2.18	Канал частоты вращения (скорости).....	113
4.2.19	Обмен данными .....	114
4.2.20	Аварийные сигналы .....	119
4.3	Сохранение/ Выход из режима настройки конфигурации .....	122
<b>ГЛАВА 5. РЕЖИМ ОБСЛУЖИВАНИЯ .....</b>		<b>123</b>
5.1	Введение .....	123
5.2	Экранные окна обслуживания компрессора .....	124
5.2.1	Главная страница .....	124
5.2.2	Общая конфигурация .....	124
5.2.3	Настройка компрессора .....	125
5.2.4	Аналоговые входы .....	131
5.2.5	Аналоговые выходы .....	132
5.2.6	Двоичные входы .....	132
5.2.7	Двоичные (бинарные) выходы.....	133
5.2.8	Каналы частоты вращения (скорости) .....	133
5.2.9	Обмен данными (каналы связи).....	134
<b>ГЛАВА 6. РЕЖИМ РАБОТЫ КОМПРЕССОРА .....</b>		<b>135</b>
6.1	Введение .....	135
6.2	Экранные окна отображения работы компрессора.....	135
6.2.1	Страницы (окна) отображения работы .....	136
6.2.2	Аварийные сигналы .....	136
6.2.3	Аварийные выключения .....	137
6.2.4	Регистрация данных (10 мс) .....	137
6.2.5	Рабочий режим .....	139
6.2.6	Режим .....	142
6.2.7	Аварийные сигналы/ Сообщения .....	142
6.2.8	Управление .....	143
6.2.9	Величины.....	143
6.2.10	Обнаружение помпажа.....	144
6.2.11	Разъединение .....	144
6.2.12	Прочие ступени .....	145
6.2.13	Блокировка автоматики P1 .....	145
6.2.14	Блокировка автоматики P2 .....	145
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. СПЕЦИФИКАЦИИ С КОНФИГУРАЦИЕЙ КОМПРЕССОРА ...</b>		<b>146</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В. ВОЗМОЖНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ КОМПРЕССОРА .....</b>		<b>166</b>

## Иллюстрации и таблицы

Рисунок 2-1. Типовое применение компрессора .....	3
Рисунок 2-2. Цикл помпажа компрессора.....	4
Рисунок 2-3. Обзор функциональных блоков 505CC-2 .....	5
Рисунок 2-4. Обзор функциональных блоков системы защиты от помпажа 505CC-2 .....	6
Рисунок 2-5. Обзор функциональных блоков системы защиты от помпажа 505CC-2 .....	7
Рисунок 2-6. Стандартная карта компрессора.....	8
Рисунок 2-7. Схема управления процессом.....	10
Рисунок 2-8. Универсальная карта характеристик компрессора .....	12
Рисунок 2-9. Схема управления процессом.....	13
Рисунок 2-10. Области S_PV карты характеристик компрессора .....	15
Рисунок 2-11. Выбор режима.....	16

## Иллюстрации и таблицы

Рисунок 2-12. Ручная настройка антипомпажного клапана .....	18
Рисунок 2-13. Обнаружение режима On-Line (онлайн).....	21
Рисунок 2-14. Функции антипомпажной системы.....	23
Рисунок 2-15. Обнаружение помпажа и счетчик .....	23
Рисунок 2-16. Выход из режима помпажа и минимальное положение помпажа (SMP) .....	25
Рисунок 2-17. Реакция антипомпажного клапана на помпаж.....	26
Рисунок 2-18. Скачкообразное открытие клапана .....	27
Рисунок 2-19. Антипомпажное ПИД-регулирование .....	28
Рисунок 2-20. ПИД регулятор скорости приближения к помпажу.....	28
Рисунок 2-21. Автоматическая компенсация коэффициента усиления.....	31
Рисунок 2-22. Антипомпажное разъединение .....	32
Рисунок 2-23. Воздействие схемы подключения клапанов на величины параметров разъединения соседней ступени .....	34
Рисунок 2-24. Управление ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления .....	36
Рисунок 2-25. Вспомогательные параметры управления .....	37
Рисунок 2-26. Фильтрация аналогового входного сигнала 4-20 мА и мониторинг неисправностей .....	40
Рисунок 2-27. Конфигурирование входного сигнала и отклика на неисправность (сбой).....	41
Рисунок 2-28. Программа фиксации положения клапана .....	43
Рисунок 2-29. Увеличенный ход клапана.....	44
Рисунок 2-30. Возмущение (возмущающее воздействие) клапана.....	45
Рисунок 2-31. Снятие характеристик клапана (характеризация).....	46
Рисунок 2-32. Отклик на скачкообразное открытие клапана с помощью режима кратковременного перерегулирования .....	47
Рисунок 2-33. Расчеты характеристик газа.....	48
Рисунок 4-1. Главная страница 54183682CF.wtool .....	63
Рисунок 4-2. Настройка схемы компоновки компрессора .....	65
Рисунок 4-3. Примеры схем компоновки компрессоров .....	66
Рисунок 4-4. Основная конфигурация, пример одноступенчатого компрессора.....	67
Рисунок 4-5. Сдвоенный компрессор с двумя датчиками расхода .....	71
Рисунок 4-6. Характеристики газа .....	71
Рисунок 4-7. Инструмент для расчета сжимаемости.....	73
Рисунок 4-8. Экранное окно датчика расхода .....	74
Рисунок 4-9. Данные о расходе из спецификации с данными калибровки...	75
Рисунок 4-10. Данные о расходе, исходя из геометрии .....	76
Рисунок 4-11. Настройки антипомпажного клапана .....	77
Рисунок 4-12. Карта, сконфигурированная в системе управления .....	78
Рисунок 4-13. Ввод данных для карты области помпажа.....	79
Рисунок 4-14. Настройки управляющих сигналов.....	80
Рисунок 4-15. Настройки положения/ клапана .....	81
Рисунок 4-16. Настройки обнаружения помпажа .....	85
Рисунок 4-17. Действия, выполняемые при обнаружении помпажа .....	87
Рисунок 4-18. Настройки защиты от помпажа .....	89
Рисунок 4-19. Линии предотвращения помпажа .....	90
Рисунок 4-20. Предпринимаемые действия .....	91
Рисунок 4-21. Настройки ПИД – регулирования.....	92
Рисунок 4-22. Настройки разъединения и вспомогательные HSS настройки	96
Рисунок 4-23. Формирование внешних сигналов .....	100
Рисунок 4-24. Аналоговые входы .....	105
Рисунок 4-25. Диапазон аналоговых входов и тэг.....	107
Рисунок 4-26. Аналоговые выходы.....	107
Рисунок 4-27. Двоичные входы.....	109
Рисунок 4-28. Двоичные (бинарные) выходы .....	111
Рисунок 4-29. Индикация состояния реле .....	111

## Иллюстрации и таблицы

Рисунок 4-30. Выключатели реле уровня.....	112
Рисунок 4-31. Канал частоты вращения (скорости).....	113
Рисунок 4-32. Обмен данными .....	115
Рисунок 4-33. Конфигурация последовательных сетей Modbus и Ethernet	116
Рисунок 4-34. Аварийные сигналы (неисправности) .....	120
Рисунок 4-35. Внутренний выключатель (реле) уровня .....	121
Рисунок 4-36. Проверка конфигурации.....	122
Рисунок 5-1. Главная страница 54183682RS.wtool.....	124
Рисунок 5-2. Общая конфигурация .....	124
Рисунок 5-3. Настройка компрессора .....	126
Рисунок 5-4. Проверка ступенчатого отклика .....	127
Рисунок 5-5. Проверка отклика на одиночный импульс.....	127
Рисунок 5-6. Проверка колебаниями .....	127
Рисунок 5-7. Типовой отклик на изменение нагрузки .....	131
Рисунок 5-8. Аналоговые входы .....	131
Рисунок 5-9. Аналоговые выходы .....	132
Рисунок 5-10. Двоичные входы .....	132
Рисунок 5-11. Двоичные (бинарные) выходы.....	133
Рисунок 5-12. Каналы частоты вращения (скорости).....	133
Рисунок 5-13. Обмен данными .....	134
Рисунок 5-14. Настройка часов .....	134
Рисунок 6-1. Страницы (окна) отображения работы и обслуживания .....	135
Рисунок 6-2. Страницы (окна) отображения работы компрессора .....	136
Рисунок 6-3. Экранное окно аварийных сигналов .....	136
Рисунок 6-4. Экранное окно аварийного выключения.....	137
Рисунок 6-5. Экранное окно регистрации данных .....	138
Рисунок 6-6. Выбор режима управления.....	142
Рисунок 6-7. Аварийные сигналы/ Сообщения .....	142
Рисунок 6-8. Управление .....	143
Рисунок 6-9. Величины.....	143
Рисунок 6-10. Обнаружение помпажа.....	144
Рисунок 6-11. Прочие ступени .....	145
Рисунок В-1. Стандартный алгоритм, одноступенчатые конфигурации.....	166
Рисунок В-2. Стандартный алгоритм/ Конфигурации с двойным компрессором с 1 элементом измерения расхода .....	168
Рисунок В-3. Стандартный алгоритм, Конфигурации с двойным компрессором с 1 элементом измерения расхода .....	169
Рисунок В-4. Стандартный алгоритм/ Конфигурации с двойным компрессором с 2 элементом измерения расхода .....	171
Рисунок В-5. Стандартный алгоритм, Конфигурации с двойным компрессором с 2 датчиками расхода .....	172
Рисунок В-6. Стандартный алгоритм, конфигурации двойных компрессоров с боковыми отводами потока .....	174
Рисунок В-7. Универсальный алгоритм, одноступенчатые конфигурации..	175
Рисунок В-8. Универсальный алгоритм, Конфигурации с двойным компрессором с 2 элементом измерения расхода .....	175
Рисунок В-9. Универсальный алгоритм, конфигурации двойных компрессоров с боковыми отводами потока .....	176
Таблица 2-1. Последовательности отклика на сбой (неисправность) входного сигнала .....	43
Таблица 4-1. Зависимость атмосферного давления.....	68
Таблица 4-2. Стандартные нормальные условия .....	69
Таблица 4-3. Справочные данные для газов, приведены для температуры 25 °С.....	73
Таблица 6-1. Регистрация данных компрессора с 505CC-2 .....	139

# Предостережения и примечания

## Важные определения



Символ, предупреждающий об опасности. Используется для предупреждения персонала об угрозе травмирования. Во избежание травмирования и гибели соблюдайте все меры безопасности, предвараемые этим символом.

- **ОПАСНОСТЬ** — обозначает опасную ситуацию, которая может привести к гибели или серьезным травмам.
- **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** — обозначает опасную ситуацию, которая может привести к гибели или серьезным травмам.
- **ВНИМАНИЕ** — обозначает опасную ситуацию, которая может привести к незначительным или повреждениям или травмам средней тяжести.
- **ПРИМЕЧАНИЕ** — обозначает опасность, в результате которой возможно только повреждение имущества (включая нарушение управления).
- **ВАЖНО** — обозначает совет по эксплуатации или рекомендацию по техническому обслуживанию.



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Превышение скорости/  
превышение  
температуры/  
превышение давления

Двигатель внутреннего сгорания, турбина или первичный привод любого типа необходимо оборудовать устройством отключения по превышению скорости для защиты от работы вразнос или повреждения самого первичного привода, которое может повлечь за собой травмирование или гибель людей или повреждение имущества.

Устройство отключения по превышению скорости должно быть полностью независимым от системы управления первичным приводом. Для обеспечения безопасности может также потребоваться устройство отключения по превышению температуры или давления.



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Средства  
индивидуальной защиты  
(СИЗ)

Изделие, которому посвящен настоящий документ, может представлять угрозу травмирования или гибели людей или повреждения имущества. При выполнении работ обязательно пользуйтесь соответствующими СИЗ. СИЗ должны включать, помимо прочего, следующие элементы:

- средства защиты глаз
- средства защиты органов слуха
- каска
- перчатки
- защитная обувь
- респиратор

Обязательно знакомьтесь с соответствующими сертификатами безопасности материала (MSDS) всех рабочих жидкостей и подберите требуемые защитные средства.



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Этап пуска

Запуская двигатель внутреннего сгорания, турбину или другой первичный привод, следует быть готовым к аварийному останову, чтобы защититься от работы вразнос или превышения скорости с последующим возможным травмированием или гибелью людей или повреждением имущества.



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Использование на  
автомобилях

Дорожная и внедорожная автомобильная техника: если средства управления Woodward не обладают высшим приоритетом, заказчику следует смонтировать систему, полностью независимую от системы управления первичного привода, которая будет контролировать двигатель (и осуществлять соответствующие действия при отказе управления с наивысшим приоритетом), защищая от возможного травмирования, гибели людей или повреждения имущества при отказе системы управления двигателем.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Зарядное устройство  
аккумулятора

Для предотвращения повреждения системы управления с питанием от генератора переменного тока или зарядного устройства аккумулятора, перед отключением аккумулятора от системы убедитесь в том, что зарядное устройство выключено.

## Предупреждение об электростатическом разряде

### ПРИМЕЧАНИЕ

#### Меры предосторожности против электростатического разряда

В электронных схемах управления имеются детали, чувствительные к статическому электричеству. Чтобы предотвратить повреждение этих деталей, соблюдайте следующие правила предосторожности:

- Снимайте заряд статического электричества с собственного тела перед тем, как взяться за элемент управления (при отключенной схеме управления прикоснитесь к заземленной поверхности и осуществляйте необходимые действия с элементом управления, не теряя контакта с заземленной поверхностью).
- Не допускайте присутствия деталей из пластмассы, винила и пенопласта вокруг печатных плат (за исключением антистатического исполнения).
- Не касайтесь руками или электропроводящими предметами компонентов или проводников печатной платы.

Для предотвращения повреждения электронных компонентов вследствие недопустимого обращения ознакомьтесь и соблюдайте меры предосторожности, изложенные в руководстве Woodward **82715** «Руководство по использованию и защите электронных блоков управления, печатных плат и модулей».

Соблюдайте эти предосторожности, работая с блоками управления или поблизости от них.

1. Не допускайте накопления статического электричества на вашем теле и не носите одежду из синтетических материалов. По возможности одевайтесь в одежду из чистого хлопка или хлопчатобумажной ткани, поскольку на этих материалах не накапливается такой заряд статического электричества, как на синтетике.
2. Без настоящей необходимости не извлекайте печатные платы (PCB) из шкафа управления. Если необходимо вынуть печатную плату из шкафа управления действуйте следующим образом:
  - Держите печатную плату только за кромки.
  - Не касайтесь руками или электропроводящими предметами компонентов или проводников печатной платы.
  - Заменяя печатную плату, держите сменную печатную плату в антистатическом защитном пакете до момента ее установки. После извлечения старой печатной платы из шкафа управления сразу положите ее в защитный антистатический пакет.

# Глава 1.

## Общая информация



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

**IOLOCK** При неисправности центрального процессора (CPU) и модуля входов/выходов логическая часть схемы безопасности приводит его в состояние **ВХОДЫ/ВЫХОДЫ ЗАПЕРТЫ**, где все выходные цепи и сигналы приведены в известное состояние отключения, как описано ниже. Система **ДОЛЖНА** быть разработана таким образом, чтобы состояния **ВХОДЫ/ВЫХОДЫ ЗАПЕРТЫ** и **ОТКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ** приводили управляемое устройство в **БЕЗОПАСНОЕ** состояние.

- Неисправность центрального процессора (CPU) и модуля входов/выходов приведет модуль в состояние **ВХОДЫ/ВЫХОДЫ ЗАПЕРТЫ**
- Неисправность центрального процессора (CPU) установит сигнал **ВХОДЫ/ВЫХОДЫ ЗАПЕРТЫ** на все модули для приведения их в состояние **ВХОДЫ/ВЫХОДЫ ЗАПЕРТЫ**.
- Дискретные выходы /управляющие цепи реле будут неактивны и выключены.
- Аналоговый выход и выход привода будут неактивны и выключены с нулевым напряжением или нулевым током.

Состояние **ВХОДЫ/ВЫХОДЫ ЗАПЕРТЫ** устанавливается при различных условиях, включая:

- Неисправности схемы безопасности центрального процессора (CPU) и модуля входов/выходов.
- Условия включения и выключения питания.
- Сброс системы и инициализация аппаратных/программных средств.
- Вход в режим конфигурирования.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Дополнительные данные схемы безопасности и любые исключения из этих состояний неисправности определены в соответствующем разделе руководства, посвященном центральному процессору или модулю входов/выходов.

## 1.1 Введение

Система 505CC-2 представляет собой контроллер паровых турбин и компрессоров, предназначенный для использования на одноклапанной или двухклапанной паровой турбине, осуществляющей привод одноконтурного или двухконтурного динамического компрессора. Настоящая книга является первым томом руководства по эксплуатации системы 26542 Woodward Atlas-II™ 505CC-2. Руководство состоит из трех отдельных томов:

- **Том 1** – представляет информацию об инструментах программного обеспечения конфигурирования при вводе в эксплуатацию (CCT) и аппаратному интерфейсу, такую, как описание платформы Atlas-II, модулей, используемых интерфейсов входа/выхода, монтажа, технического обслуживания, поиска и устранения неисправностей.
- **Том 2** – представляет информацию о контроллере паровой турбины; о конфигурации, техническом обслуживании, конфигурировании и настройках режима работы.

- **Том 3** – представляет информацию о контроллере компрессора; о конфигурации, техническом обслуживании, конфигурировании и настройках режима работы.

Этот том документации содержит сведения о системе управления компрессором, описывающие функции системы управления компрессором, конфигурацию, обслуживание и настройки конфигурации и параметров для рабочего режима.

Руководство 505CC-2 не содержит инструкций по эксплуатации системы турбины и компрессора в сборе. Инструкции по эксплуатации турбины, компрессора или установки можно получить и производителей оборудования установки.

## 1.2 Руководство по быстрому запуску

Следующие ссылки предоставляют пиктограммы для быстрого вызова существенной информации, содержащейся в данном руководстве, необходимой для типового монтажа оборудования. Тем не менее, они не отменяют необходимость глубокого понимания 505CC-2 и её функциональных особенностей; по-прежнему рекомендуется полностью изучить данное руководство.

Разделы	Расположение (руководство 26542)
Физическая установка/электропроводка	Том 1, Глава 2
Программное обеспечение/конфигурирование системы	Том 1, Глава 8
Modbus® *	Том 1, Глава 7
Безопасность/пароли для входа	Том 1, Глава 8
Режим конфигурирования турбины	Том 2, Глава 4
Режим обслуживания турбины	Том 2, Глава 5
Режим работы турбины	Том 2, Глава 6
Режим конфигурирования компрессора	Том 3, Глава 4
Режим обслуживания компрессора	Том 3, Глава 5
Режим работы компрессора	Том 3, Глава 6

\* – Modbus является товарным знаком компании Schneider Automation Inc.

## Глава 2. Управление функциональными характеристиками

### 2.1 Введение

Система 505CC-2 разработана для компрессорных установок, для которых вопросы защиты и управления являются приоритетными. Типовые области применения включают трубопроводы, системы снабжения (воздухом, азотом и т.д.), а также химические и нефтеперерабатывающие установки. Система 505CC-2 управляет работой одного или двух контуров рециркуляции (или линий продувки) в одно- или двухсекционной установке в разнообразных физических конфигурациях. На рисунке 2-1 отображается типовая 2-секционная 2-клапанная компрессорная линия с впуском с обводным контуром.

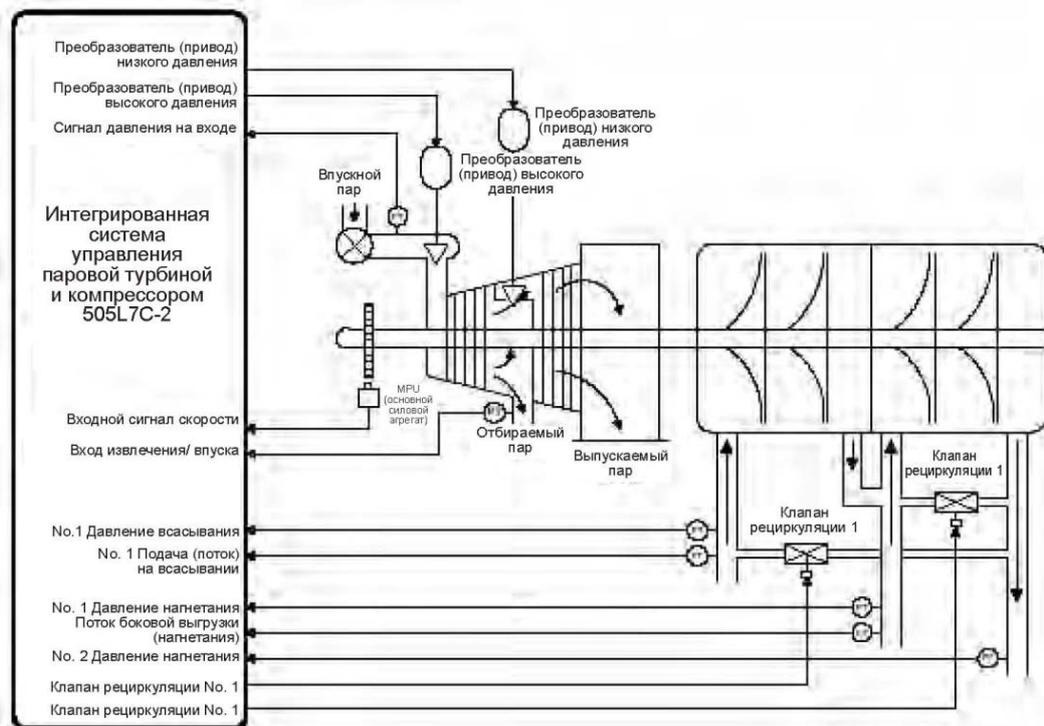


Рисунок 2-1. Типовое применение компрессора

### 2.2 Что такое помпаж?

Так как основной целью любой системы управления компрессором является предотвращение или ограничение эффектов помпажа, целесообразно рассмотреть само явление помпажа. Помпаж происходит в том случае, если нарушено предельное значение нижнего рабочего расхода компрессора, что приводит к опрокидыванию потока. Это неустойчивое пульсирующее состояние, которое обычно сопровождается звуковым ударом, вибрацией трубопроводов, быстрым ростом температуры нагнетания и осцилляциями потока и давления нагнетания. Сильный помпаж может вызвать следующие повреждения компрессора:

- Вскрытие внутренних зазоров, в результате чего могут быть повреждены уплотнения крыльчатки и уплотнения уравнивающего поршня
- Повреждение уплотнений конца вала со стороны компрессора
- Повреждение упорных подшипников компрессора
- Повреждение радиальных подшипников компрессора
- Трение крыльчатки относительно неподвижной диафрагмы
- Повреждение муфты сцепления вала
- Возможный сдвиг приводного вала

Наряду с повреждением компрессора объем выпуска и давление могут стать очень нестабильными, чему способствуют опрокидывания потока на входе и выходе.

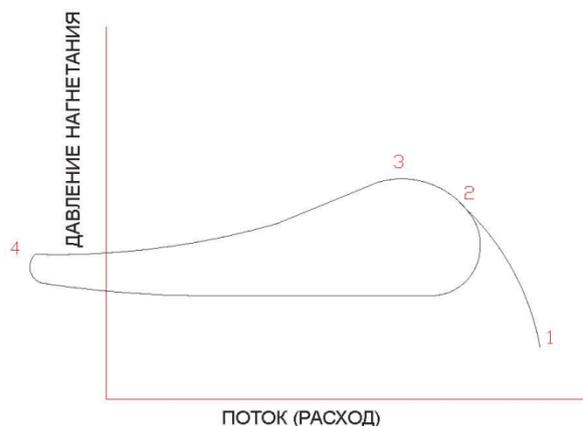


Рисунок 2-2. Цикл помпажа компрессора

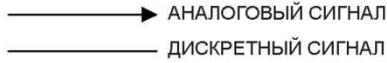
На рисунке 2-2 приведен простой цикл помпажа при постоянной частоте вращения и постоянном давлении всасывания. Компрессор, работающий в точке 1, обеспечивает низкое давление нагнетания, и выходной расход соответствует максимальной величине. По мере роста сопротивления в системе (например, при закрытии клапана нагнетания, отключении процессов на выходе или снижении нагрузки, отключении последовательных устройств, или включении параллельных устройств), расход компрессора уменьшается, и давление нагнетания увеличивается. В рабочей точке 2 компрессор находится вблизи граничного значения помпажа. По мере дальнейшего роста сопротивления системы расход будет продолжать уменьшаться, а давление нагнетания – увеличиваться. Постепенно достигается предельная величина, после которой компрессор более не может повышать давление нагнетания, как в рабочей точке 3. Если сопротивление системы будет и далее возрастать, давление нагнетания компрессора станет выше, чем возможности установки. Это инициирует помпаж, действие которого длится между точками 3 и 4. Поток через компрессор может поменять направление, как показано в точке 4. С этой точки пониженное сопротивление системы позволит протекать увеличившемуся потоку обратно через компрессор, что снова вернет установку в рабочий режим, соответствующий точке 2. Этот цикл помпажа будет продолжаться, пока не будет прерван системой управления или действиями оператора.

Поддержание расхода выше предельного значения помпажа компрессора предотвратит наступление этих условий помпажа. Контроллер должен постоянно контролировать рабочую точку и сравнивать её с предельным значением режима помпажа компрессора. Если рабочая точка достигает минимальной величины расхода, контроллер откроет антипомпажный клапан (-ы). Это одновременно вызовет рост расхода и снижение политропного напора, что сместит рабочую точку от предельной величины перехода в режим помпажа.

### 2.3 Обзор функций

Обзор функций защиты от помпажа и управления производительностью системы 505CC-2 приведен на рисунках 2-4 и 2-5. Используйте этот рисунок для адаптации функций управления 505CC-2 к приложению, используемому на рабочей площадке.

**ПОТОК СИГНАЛОВ:**



ПОТОК СИГНАЛОВ СЛЕВА НАПРАВО. ВСЕ ВХОДНЫЕ СИГНАЛЫ ВХОДЯТ СЛЕВА. ВСЕ ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ ВЫХОДЯТ ВПРАВО. ИСКЛЮЧЕНИЯ ОТМЕЧЕНЫ.

**ВХОД/ВЫХОД ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ:**



ВХОДНЫЕ СИГНАЛЫ ЗАРОЖДАЮТСЯ В ЛЕВОЙ СТОРОНЕ ЧЕРТЕЖА. ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ ЗАВЕРШАЮТСЯ В ПРАВОЙ СТОРОНЕ ЧЕРТЕЖА.

**СИМВОЛЫ ВХОДОВ/ВЫХОДОВ:**

- СИМВОЛЫ УКАЗЫВАЮТ ВХОДЫ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИХ КОНТАКТОВ. ЛИНИЯ, ПРОХОДЯЩАЯ ЧЕРЕЗ СИМВОЛ, УКАЗЫВАЕТ НА НОРМАЛЬНО ЗАМКНУТЫЙ КОНТАКТ. НАЗНАЧЕНИЕ (P) УКАЗЫВАЕТ НА ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ВХОД.
- УКАЗЫВАЕТ НА ВХОДНОЙ СИГНАЛ 4-20 мА ИЛИ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ. НАЗНАЧЕНИЕ (P) УКАЗЫВАЕТ НА ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ВХОД.
- УКАЗЫВАЕТ НА ВЫХОД УПРАВЛЯЮЩЕЙ ЦЕПИ РЕЛЕ. (P) УКАЗЫВАЕТ НА ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ВЫХОД.
- УКАЗЫВАЕТ НА КОНЕЧНЫЙ ВЫХОД УПРАВЛЯЮЩЕЙ ЦЕПИ (ПРИВОДА).
- УКАЗЫВАЕТ НА ЛОГИКУ СОЕДИНЕНИЯ В ФУНКЦИОНАЛЕ.

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИМВОЛЫ:**

ОБЩИЕ ФУНКЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫМИ БЛОКАМИ. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИИ ПОКАЗАНО ВНУТРИ БЛОКА.

ПРИМЕР:

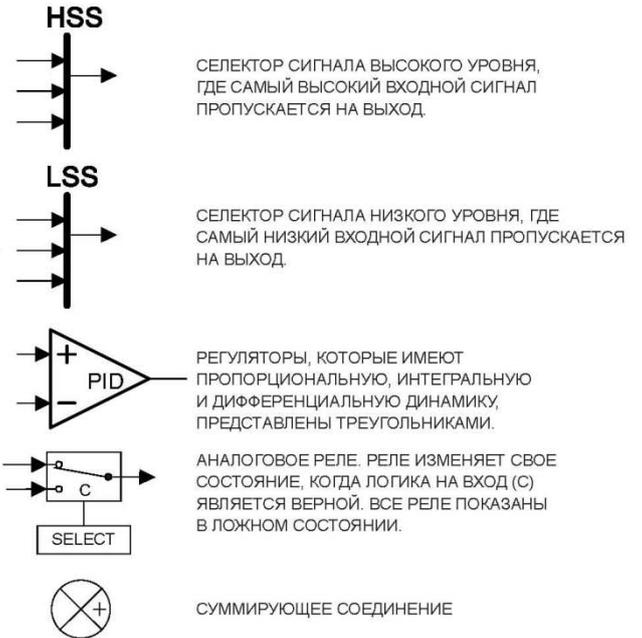


Рисунок 2-3. Обзор функциональных блоков 505CC-2

Обзор функциональных характеристик системы защиты от помпажа 505CC-2 приведен на следующей странице.

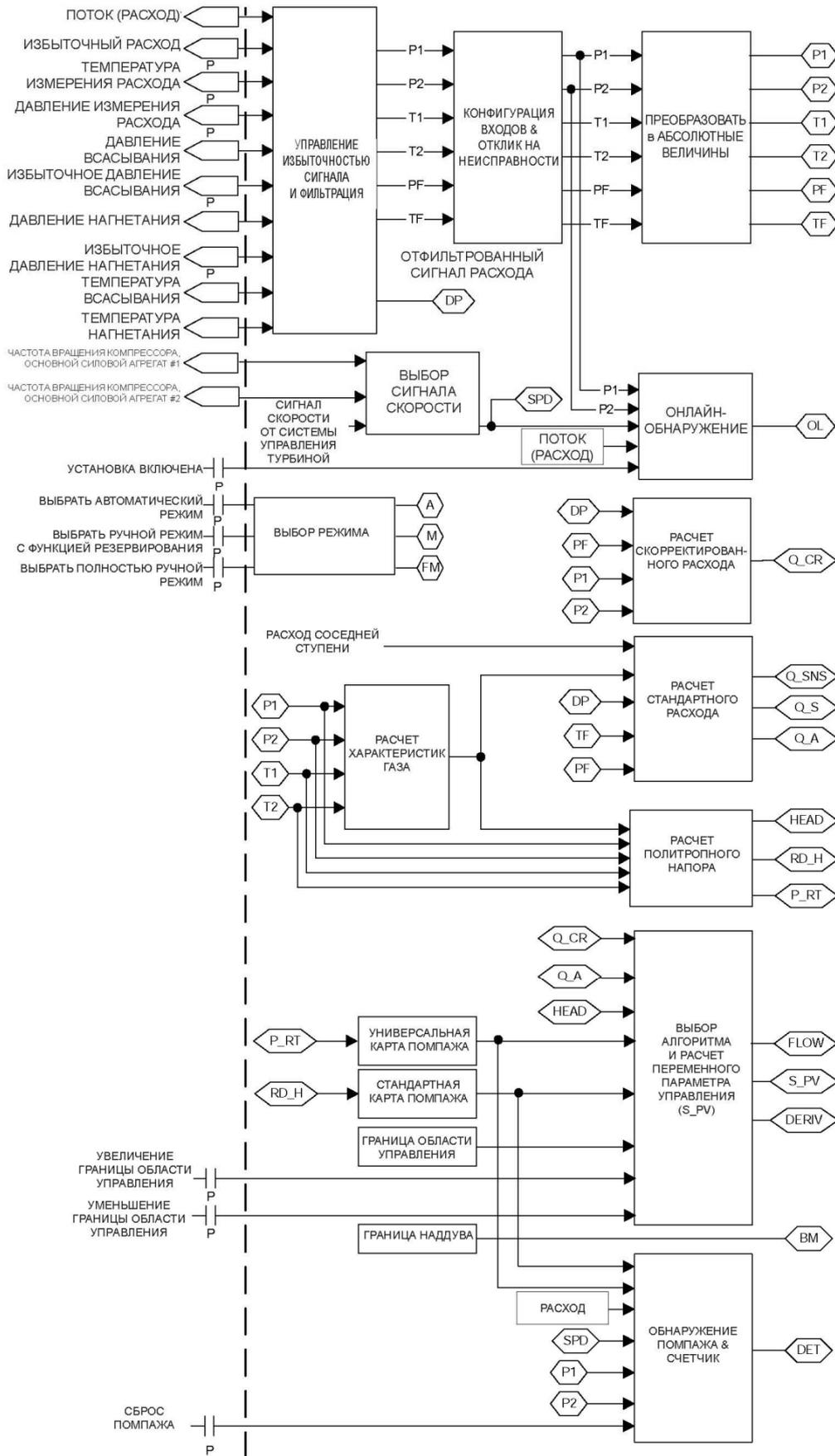


Рисунок 2-4. Обзор функциональных блоков системы защиты от помпажа 505CC-2

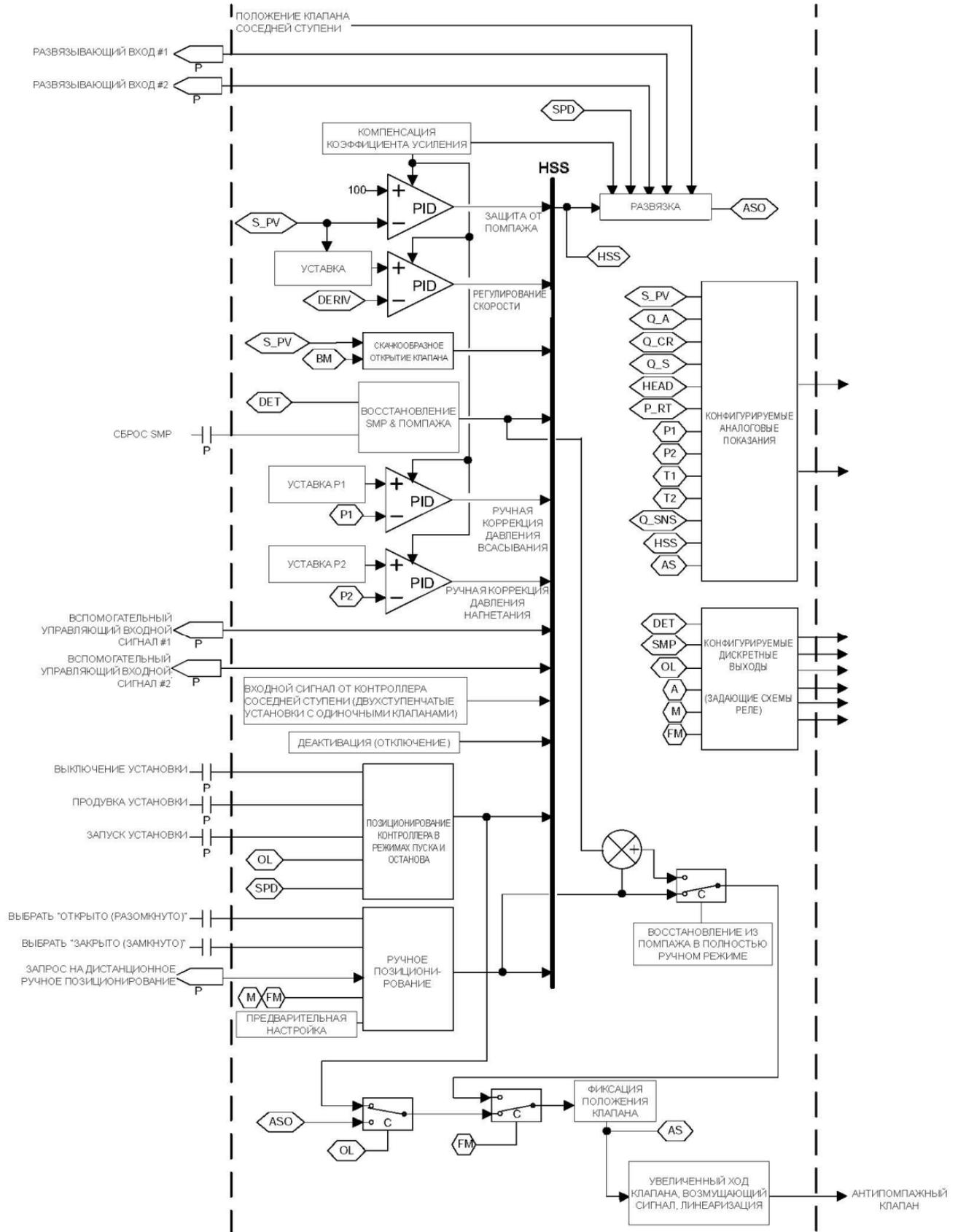


Рисунок 2-5. Обзор функциональных блоков системы защиты от помпажа 505CC-2

## 2.4 Теоретические основы антипомпажного управления

Модулированием антипомпажного клапана антипомпажный контроллер поддерживает определенные параметры процесса:

- Препятствует работе компрессора при нестабильных условиях (помпажа или граничных условиях), тем самым, предотвращая любые повреждения компрессора, вызываемые помпажем.
- Снижает нарушения процессов.
- Максимально повышает эффективность компрессора и всей линии путем оптимизации параметров управления.
- Оказывает содействие работе станции или всей стратегии управления производственным компрессором.

Для выполнения этих задач контроллер должен контролировать текущую рабочую точку, генерировать линию управления помпажем (SCL), и сравнивать их показания, чтобы определить необходимость приведения в действие антипомпажного клапана.

Карта характеристик компрессора описывает взаимосвязь между скоростью, давлением, температурами, характеристиками газа и входным расходом. Эта карта также описывает рабочие пределы компрессора с точки зрения линии ограничения помпажа (SLL) или области помпажа. Имеется несколько возможностей отображения этой информации, каждая из которых описывает компрессор с помощью различного набора переменных. 505CC-2 поддерживает два таких определения карт параметров компрессора, стандартную и универсальную.

## 2.5 Стандартная карта характеристик компрессора

Стандартная карта компрессора описывается политропным напором,  $H_p$ , в зависимости от действительного объемного расхода в линии всасывания,  $Q_a$ , и частоты вращения компрессора  $N$ , Рисунок 2-6. В зависимости от конфигурации компрессора и КИП, изменения молекулярной массы, температуры и сжимаемости будут компенсироваться, чтобы обеспечить точное представление работы компрессора.

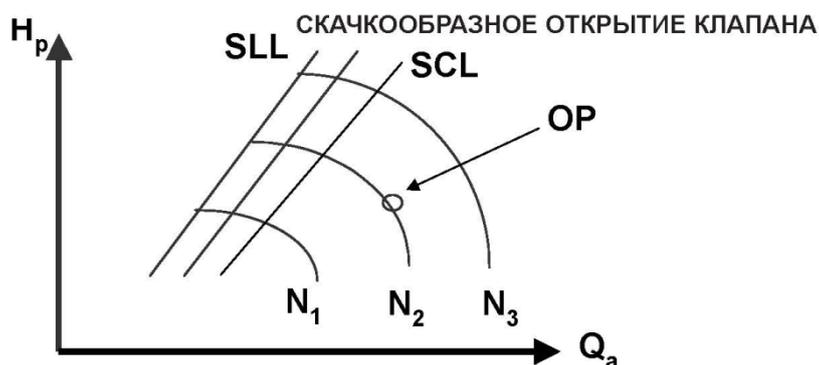


Рисунок 2-6. Стандартная карта компрессора

### 2.5.1 Стандартная рабочая точка

Определение рабочей точки необходимо для любого цифрового контроллера. Оператору легко определить текущие рабочие параметры и связать эти параметры с линией контроля помпажа на карте компрессора. Тем не менее, управление контроллером является трудной задачей в изменяющихся технологических приложениях. Поэтому необходимо определить рабочую точку в качестве единственного числового параметра, которым можно легко управлять. Дальнейшим усовершенствованием является нормализация этих расчетов для упрощения понимания.

Стандартная карта компрессора представляется в виде политропного напора,  $H_p$ , в зависимости от входного объемного расхода,  $Q_a$ , Рисунок 2-6. Рабочая точка также определяется с помощью этих параметров. Проще говоря, рабочая точка определяется как входной объемный расход в квадрате, деленный на политропный напор.

$$\text{Рабочая точка} = \frac{(Q_a)^2}{H_p}$$

Результатом будет единственное число, определяющее рабочую точку, которая может легко управляться контроллером и сравниваться с соответствующей точкой на линии управления помпажем.

Этот расчет может быть расширен, чтобы показать, что рабочая точка инвариантна к составу газа. Все критические параметры в данной формуле могут быть измерены, остальные параметры могут быть подвергнуты оценке или предполагаться постоянными. Подробное объяснение необходимых формул приведено далее в данной главе в разделе Расчеты рабочей точки. Для упрощенного просмотра измерений необходимо определить рабочую точку, обратиться к схеме управления процессом на рисунке 2-7.

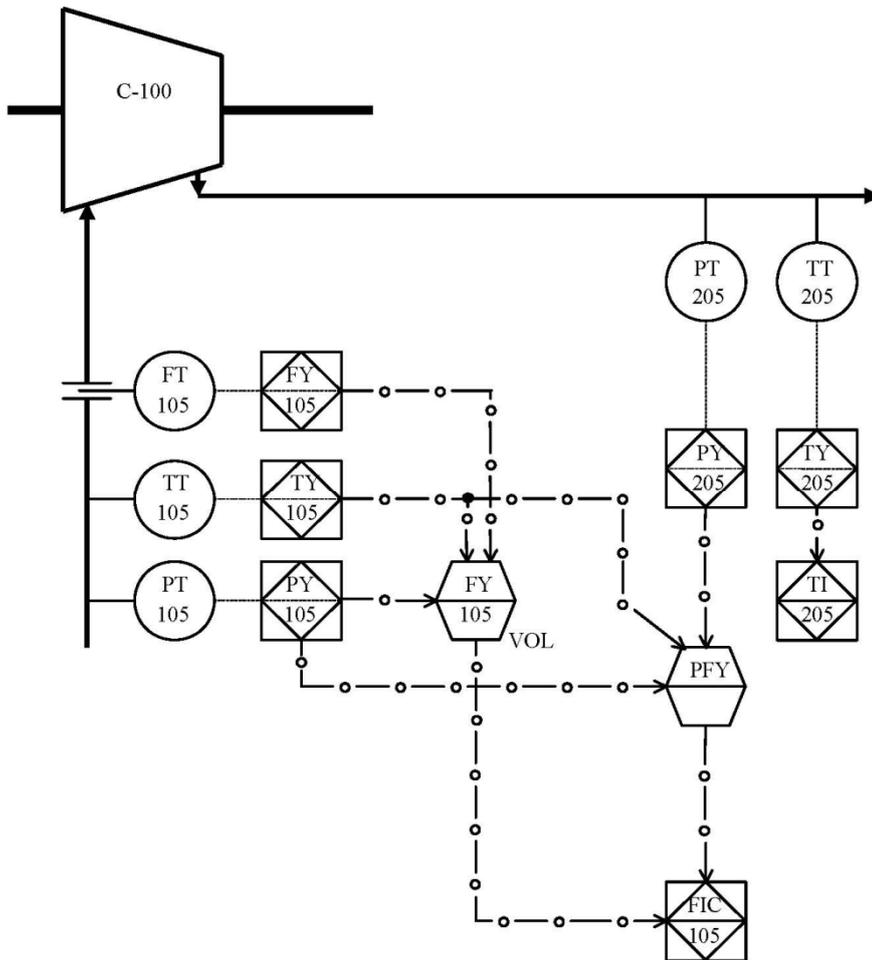


Рисунок 2-7. Схема управления процессом

Здесь можно увидеть, что расчет объемного расхода осуществляется в результате трех измерений (параметров).

- PT-105, давление всасывания компрессора
- TT-105, температура всасывания компрессора
- FT-105, перепад давления на элементе измерения расхода

Расчет политропного напора также требует трех измерений (параметров).

- PT-105, давление всасывания компрессора
- PT-205, давление нагнетания компрессора
- TT-105, температура всасывания компрессора

Если состав газа, проходящего через компрессор, изменяется, необходимо будет произвести измерения температуры нагнетания TT-205, чтобы произвести расчет свойств газа. Данный пример предусматривает использование датчика расхода в линии всасывания. Работа с датчиками расхода в линии нагнетания осуществляется аналогичным образом.

## 2.5.2 Стандартная линия контроля помпажа

Только часть карты компрессора должна быть запрограммирована в антипомпажный контроллер. Точки данных линии ограничения помпажа получают с карты компрессора, рисунок 2-6, и вводятся в контроллер. Объединение линии помпажа и границы безопасности (конфигурируемой пользователем как процентная величина от расхода в режиме помпажа) определяет линию контроля помпажа (SCL). Это точка, при которой контроллер наложит ограничения на работу путем модулирования антипомпажного клапана.

Скачкообразное открытие клапана или резервная линия обеспечивают дополнительную антипомпажную защиту. Если рабочая точка (OP) достигает эту линию, включается фиксированный отклик, чтобы предотвратить помпаж. Линия скачкообразного открытия определяется как процентное отношение расхода ниже (слева от) линии контроля помпажа.

Линия ограничения помпажа программируется в контроллер в виде последовательности из шести рабочих точек X-Y. Карты компрессора могут быть составлены в различных единицах измерений. 505CC-2 поддерживает следующие единицы измерений карты компрессора:

- Давление нагнетания в зависимости от действительного расхода,  $P2=F$  (расход)
- Коэффициент давления в зависимости от действительного расхода,  $P2/P1=F$  (расход)
- Политропный напор в зависимости от действительного расхода,  $H=F$  (расход)
- Рабочая точка Woodward в зависимости от редуцированного напора,  $Q2/H=F$  (редуцир.напор)

Иногда карта компрессора описывается в отличных единицах измерений, и тогда она должна быть преобразована.

Кроме того, предельные значения помпажа могут быть неподтвержденными или неизвестными, и, поэтому, иногда желательно определить величины, используемые для точек помпажа, путем составления карты компрессора в результате испытаний.

Рекомендуется, чтобы все шесть точек были различными, и вводились последовательно от минимальной до максимальной. Компрессоры обычно имеют более высокие требования к величине расхода при более высоких величинах напора.

## 2.6 Универсальная карта характеристик компрессора

Будучи аналогичной, стандартной карте компрессора, универсальная карта характеристик компрессора использует скорректированный расход в линии всасывания, QCR, и соотношение давлений,  $Pd/Ps$ , на частоту вращения компрессора, N. Такой подход к построению карты компрессора, с расчетом скорректированного расхода, нечувствителен к изменениям процесса, например, изменениям молекулярной массы, давления, температуры и сжимаемости.

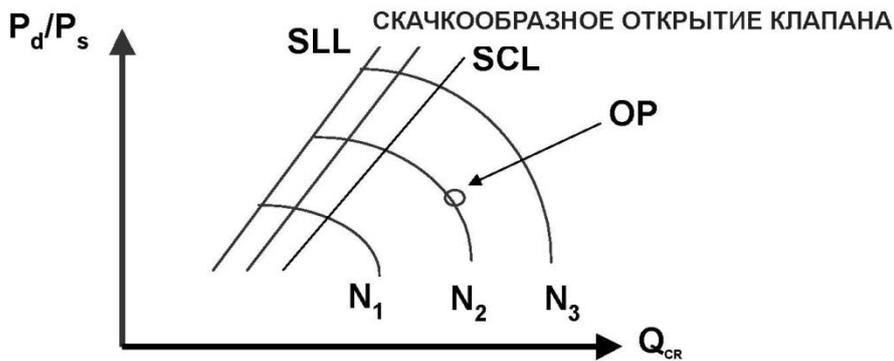


Рисунок 2-8. Универсальная карта характеристик компрессора

### 2.6.1 Универсальная рабочая точка

Универсальная карта компрессора приводится для коэффициента (соотношения) давления  $P_d/P_s$  в зависимости от скорректированного входного потока,  $Q_{CR}$ . Так как сам скорректированный расход не зависит от состава газа, рабочая точка определяется просто как скорректированный расход.

$$\text{Рабочая точка} = Q_{CR}$$

Результатом будет единственное число, определяющее рабочую точку, которая может легко управляться контроллером и сравниваться с соответствующей рабочей точкой на линии управления помпажем.

Расчет переменной величины скорректированного расхода  $Q_{CR}$ , является ключом к устойчивости универсального алгоритма к изменениям параметров процесса. Она зависит от массового расхода ( $Q_M$ ) и более полно описывается следующим образом:

$$Q_{CR} = \frac{Q_M}{\rho \cdot \sqrt{RTZ}} = k \sqrt{\frac{h}{P}}$$

Подробное объяснение необходимых формул приведено далее в данной главе в разделе Расчеты рабочей точки. Для упрощенного просмотра измерений необходимо определить рабочую точку, обратиться к схеме (графику) управления процессом на рисунке 2-9.

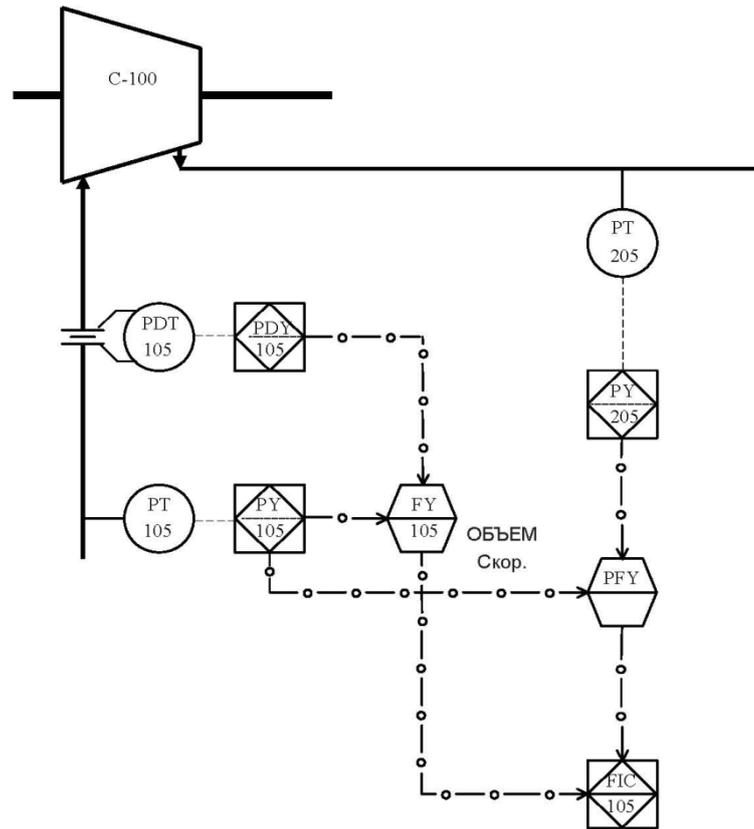


Рисунок 2-9. Схема управления процессом

Здесь можно увидеть, что расчет объемного расхода осуществляется в результате только двух измерений (параметров).

- PT-105, давление всасывания компрессора
- PDT-105, перепад давления на элементе измерения расхода

Расчет коэффициента давления также требует только двух измерений (параметров):

- PT-105, давление всасывания компрессора
- PT-205, давление нагнетания компрессора

Данный пример предусматривает использование датчика расхода в линии всасывания. Работа с датчиками расхода в линии нагнетания осуществляется аналогичным образом.

## 2.6.2 Универсальная линия контроля помпажа

Первым шагом в настройке конфигурации системы управления для использования универсального алгоритма является преобразование карты характеристик компрессора, предоставленной производителем, а именно, пяти пар линий ограничения помпажа в отображение зависимости QCR относительно Pd/Ps. Эти пары данных вводятся в контроллер.

Как и для стандартного алгоритма, границы безопасности (конфигурируемые пользователем как процентная величина от расхода в режиме помпажа) и скачкообразное открытие клапана, или граница шагового переключения клапана (определяемая как процентное отношение расхода ниже или слева от линии контроля помпажа) определяют точки, при которых контроллер наложит ограничения путем модулирования или пошагового открытия антипомпажного клапана.

## 2.7 Стандартный или универсальный алгоритм?

Решение о том, какой алгоритм должен быть выбран, является в большой степени субъективным. Стандартный алгоритм используется для управления компрессором на протяжении десятилетий, и хорошо зарекомендовал себя в промышленности. Используется обычно та же карта, которая предоставляется производителем компрессора, и, таким образом, легко интегрируется. Он также работает с любыми входными сигналами измеренного расхода: линейными, калиброванными по массе или нормальными/ стандартными объемными единицами; или напорного типа, калиброванными по перепаду давления на элементе измерения расхода с или без извлечения квадратного корня. И, корректировки осуществляются для изменений процесса в определенных конфигурациях.

Универсальный алгоритм, использующий одну из нескольких инвариантных координатных систем, был разработан в качестве более точного прогнозирующего метода оценки характеристик компрессора в результате устранения любых колебаний, вызванных изменениями состава газа. Давление в линии всасывания, давление нагнетания и перепад давления на элементе измерения расхода являются единственными измеряемыми параметрами, что приводит к снижению требований к количеству приборов, расходов и режимов отказа и т.д. Скорректированная величина расхода рассчитывается как функция этих параметров (измерений), и специальной скорректированной постоянной расхода. Эта постоянная рассчитывается как вклад в работу системы управления в процессе настройки конфигурации и с учетом устойчивости метода к изменениям состава газа.

Физическая конфигурация компрессорной линии периодически может потребовать использовать одного из алгоритмов вместо другого. Также см. Приложение В, возможные конфигурации компрессора.

## 2.8 S\_PV (Переменная процесса помпажа)

Независимо от выбранной карты/ алгоритма, антипомпажный контроллер генерирует единственную переменную, S\_PV (переменную процесса помпажа), предназначенную для описания связи между текущей рабочей точкой и соответствующей точкой на линии контроля помпажа. Это делается для того, чтобы предоставить пользователю и системе управления одно число, отражающее текущее рабочее состояние. Как только текущая и соответствующая точка на будут рассчитаны, будет рассчитано соотношение этих двух параметров, и затем нормализовано к величине 100, как показано ниже.

$$S_{PV} = \frac{\text{рабочая точка}}{\text{линия контроля помпажа}} \cdot 100$$

В результате нормализации параметра процесса, каждая защищенная секция компрессора будет контролироваться с одним числом, нормированным до 100. Следует отметить, что этот параметр независим от границы области управления, которая является запрограммированной. Во всех случаях S\_PV равно 100, компрессор работает в соответствии с линией управления помпажем.

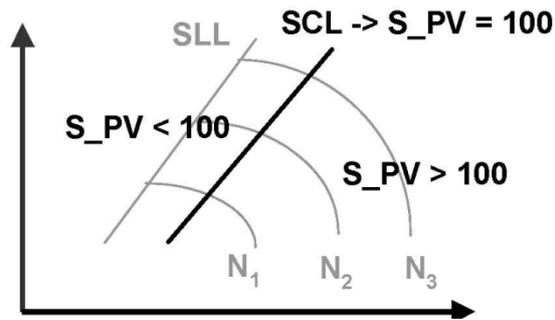


Рисунок 2-10. Области S\_PV карты характеристик компрессора

Граница области управления помпажем программируется путем добавления 5%-25% к величинам расхода для действительных точек помпажа, в результате чего создается линия контроля (управления) помпажа. Типовая граница области управления помпажем 10% достигается для большинства приложений при надлежащем выборе размеров антипомпажного клапана, скорости рабочего хода и т.д. Тем не менее, если скорость рабочего хода антипомпажного клапана или его размер не являются оптимальными, граница области помпажа должна быть увеличена, чтобы обеспечить защиту компрессора.

Если S\_PV больше 100, компрессор работает в безопасной области карты характеристик компрессора. В этом состоянии антипомпажный контроллер может закрывать антипомпажный клапан. Если величина параметра равна или меньше 100, система антипомпажного управления будет модулировать антипомпажный клапан, чтобы ограничить работу компрессора, чтобы он не выходил за пределы линии управления (контроля) помпажа. Кроме того, так как расход компрессора пропорционален скорости, любые команды снижения скорости в системе управления двигателем будут блокироваться, когда компрессор работает в соответствии или вблизи линии управления. Невыполнение этого требования может непреднамеренно перевести компрессор в режим помпажа при снижении расхода.

Для оператора S\_PV является индикацией того, насколько далеко компрессор работает от линии контроля помпажа. Так как уставка управления всегда установлена равной 100, независимо от границы области управления, оператор может вынести решение, следует ли открыть антипомпажный клапан при выполнении функции процесса. Например, величина 180 означает, что компрессор находится на уровне 80% расхода от линии контроля помпажа – Компрессор работает вдали от области помпажа, и антипомпажная система должна закрыть антипомпажный клапан.

## 2.9 Описание системы антипомпажного управления 505CC-2

Программное обеспечение системы антипомпажного управления содержит все необходимые функции, от ручного управления до задания цикла и ПИД управления замкнутым контуром.

Когда система антипомпажного управления находится в автоматическом режиме или режиме ручного управления с резервированием, имеется несколько контроллеров, которые могут устанавливать положение антипомпажного клапана. Каждая операция обеспечивает подачу входного сигнала в селектор сигналов высокого уровня (HSS). Входной сигнал с максимальной величиной будет обеспечивать управление антипомпажным клапаном. Эти операции могут быть прерваны программами антипомпажного управления и управления процессом.

В дополнение к защите компрессора имеются другие поддерживающие функции системы антипомпажного управления, которые снижают смещения, повышают точность и упрощают процесс программирования.

## 2.9.1 Режимы управления

В рабочем режиме антипомпажный контроллер может функционировать в одном из трех режимов управления – автоматическом, ручном с резервированием и полностью ручном. Эти режимы позволяют оператору обеспечить любой из требуемых уровней контроля (управления).

Если сигнал порядка миллиампер входа измерения расхода будет находиться вне диапазона (ниже 2 мА), будет подан аварийный сигнал, система переключится в полностью ручной режим, и антипомпажный клапан переключится в положение с заранее установленным процентом степени открытия. В этом случае автоматический режим управления и режим ручного управления с резервированием будут заблокированы, пока входной сигнал не будет скорректирован. При наличии настройки, превышение верхней предельной величины диапазона (свыше 22мА) может инициировать только аварийный сигнал – он является общим для всех компрессоров, и вызывает определенное действие при выходе за пределы шкалы датчика расхода, который откалиброван ближе к предельному расходу режима помпажа. При необходимости, такой же отклик Fail to Full Manual (Неисправность при полностью ручном режиме) на сбой сигнала расхода может быть разрешен для остальных входов (давлений и температур).



Рисунок 2-11. Выбор режима

### 2.9.1.1 Автоматический режим

Это самая строгая форма антипомпажного управления. Для оператора отсутствуют возможности открытия или закрытия клапана за исключением изменения условий процесса.

Контроллер помпажа определяет работу антипомпажного клапана. Система управления контролирует S\_PV и затем определяет положение антипомпажного клапана. Когда система управления находится в автоматическом режиме, ручной режим будет отслеживать текущее положение клапана для мягкой передачи управления в ручной режим, если таковая осуществляется. Из полностью ручного режима управления передача обратно в автоматический режим не будет осуществляться мягко (плавно), если автоматическая программа требует более высокого положения клапана.

### 2.9.1.2 Режим ручного управления с резервированием

В этом режиме оператору позволяет открыть антипомпажный клапан, но клапан не может закрываться ниже положений автоматического режима. Фактически, выходной сигнал антипомпажного клапана больше, чем сигнал ручного управления или автоматического управления.

Система управления по-прежнему контролирует рабочие параметры компрессора и карту характеристик компрессора. Если система управления определяет, что требование к положению клапана в режиме ручного управления снизит расход компрессора ниже линии контроля помпажа, режим автоматического управления блокирует запрос режима ручного управления, и открывает антипомпажный клапан. Развязка (нарушение связи), если настроена, будет по-прежнему активна в этом режиме.

#### **2.9.1.3 Режим полностью ручного управления**

В этом режиме оператор вручную переключает антипомпажный клапан. Автоматические контроллеры обходятся системой и не могут управлять антипомпажным клапаном независимо от того, где располагается рабочая точка на карте характеристик компрессора. Развязка (нарушение связи) неактивна в этом режиме. Если разблокировано (рекомендовано), “Выход из режима помпажа в полностью ручном режиме” разрешит выполнение программы выхода из режима помпажа для открытого контура, если помпаж будет обнаружен в режиме полностью ручного управления. Режим полностью ручного управления доступен с уровнем доступа Engineering (проектирование) или для более высокого уровня.

#### **2.9.1.4 Ручное позиционирование клапана**

Имеются дискретные входные сигналы, обеспечивающие открытие и закрытие антипомпажного клапана в режиме ручного управления. Эти входные сигналы должны быть кратковременными, а не поддерживаемыми (переключающими). Когда вход замкнут, клапан линейно переключается с заданной “Скоростью переключения клапана в ручном режиме”. Если состояние входа поддерживается в течение пяти секунд, скорость линейного переключения увеличится в три раза. Поддерживаемый в постоянном состоянии контакт приведет к непрерывному изменению положения клапана, пока клапан не достигнет своих пределов переключения (полностью открыт или полностью закрыт).

Дополнительно, если требуется установить точное положение, может быть введена предварительно выбранная величина, и клапан линейно переключится в это положение с заданной скоростью, как описано выше.

Каждая из этих команд позиционирования отключается, если функция дистанционного позиционирования Remote Positioning, описанная ниже, будет активна.

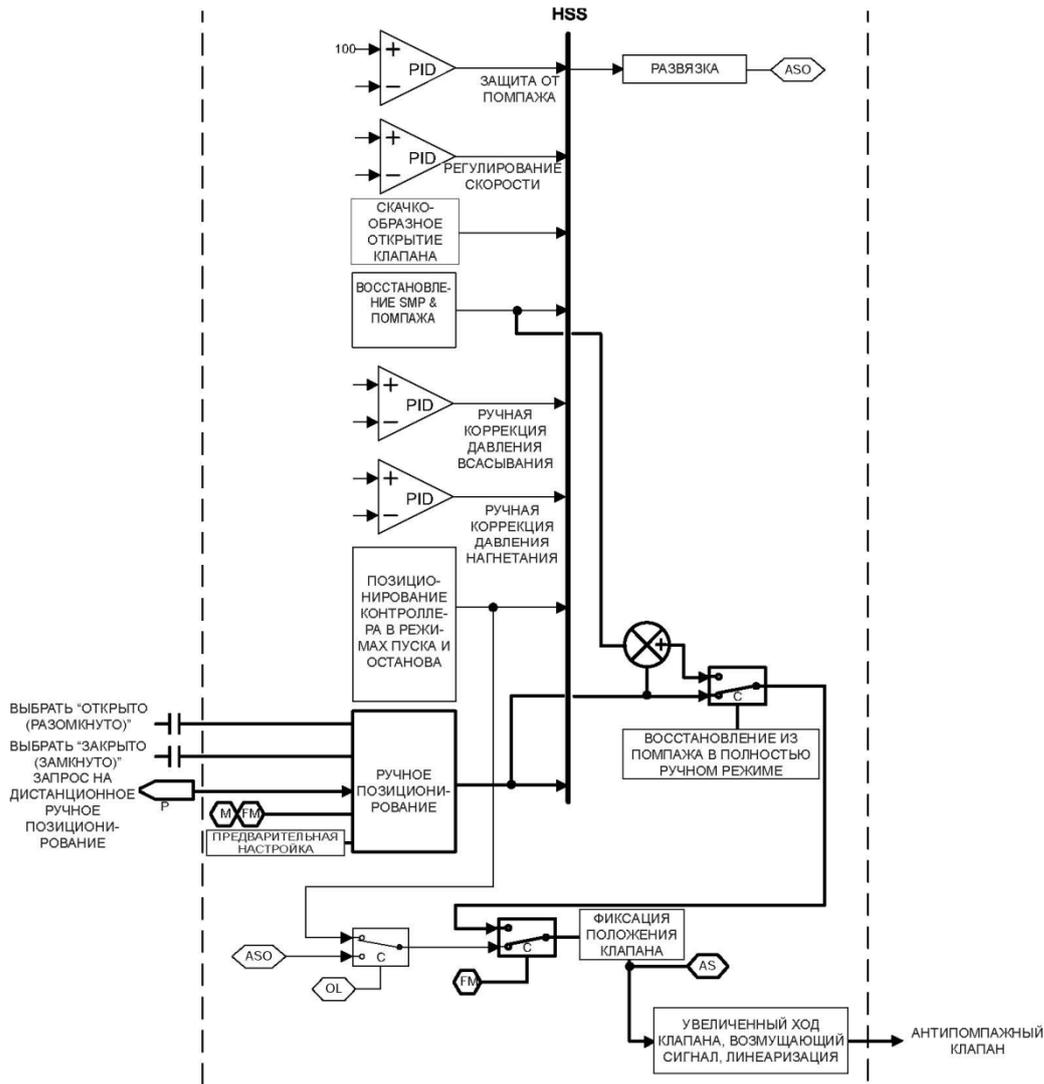


Рисунок 2-12. Ручная настройка антипомпажного клапана

### 2.9.1.5 Дистанционное ручное позиционирование клапана

Вручную управляемый клапан также может позиционироваться с помощью аналогового сигнала. Это позволяет использовать внешнее управление, например, DCS (систему распределенного управления) или иное устройство для позиционирования антипомпажного клапана. Диапазон дистанционного ручного позиционирования клапана определяется диапазоном аналогового входного сигнала 4-20 мА. В то время как диапазон может быть настроен, как любой другой аналоговый входной сигнал, он не должен устанавливаться вне 0 ... 100%. При настройке конфигурации компрессора следует выбрать опцию "Разрешить дистанционное управление".

Если функция разрешена, устанавливаемое с помощью дистанционного ручного позиционирования положение клапана должно соответствовать текущему положению, устанавливаемому в режиме ручного регулирования, в пределах 0.5%, чтобы допустить использование дистанционного режима управления. В противном случае, дистанционное управление блокируется. Как только они будут совпадать в пределах 0.5%, дистанционное ручное позиционирование положения клапана будет взято под контроль. Независимо от скорости изменения дистанционно изменяемого входного сигнала, клапан будет переключаться по линейному закону с заданной «Скоростью автоматического затухания клапана». Дистанционное ручное позиционирование клапана автоматически отключается при неисправности аналогового входа или любом условии Fail to Manual (Невозможности переключения в ручной режим) (ошибка сигнала расхода и т.д.) Остальные функции ручного управления, например, дискретные входные сигналы открытия/ закрытия и предварительно установленные команды отключаются, когда дистанционное позиционирование активировано.

## 2.9.2 Функции установления последовательности

В процессе запуска и выключения компрессора расход через компрессор будет изменяться с пульсациями, и сам процесс будет нестабильным. Это время между запуском и началом устойчивого автоматического управления называется «off-line» (офлайн). Отдельная процедура разрабатывается для определения, когда сможет осуществляться автоматическое или «on-line» (онлайн) управление.

Чтобы защитить антипомпажный контроллер от любых попыток выполнения функций управления в период «off-line» (офлайн), функция последовательности операций использует фиксированные положения клапана. Имеется четыре программируемых положения (позиции):

- Положение продувки
- Положение запуска
- Положение выключения
- Положение нулевой скорости

Уставки скорости, дискретные входные сигналы или их комбинации определяют, когда следует выбрать положения запуска, выключения и нулевой скорости. Положение продувки может быть выбрано только с помощью контактного входа или команды Modbus.

Использование скорости может упростить последовательность операций, позволяя программным переключателям скорости определять, в каком состоянии запуска/ выключения находится первичный привод. Альтернативно, дискретные входные сигналы или команды Modbus могут подавать сигналы запуска или выключения.

### 2.9.2.1 Положение продувки

Последовательность продувки необходима в процессе запуска некоторых процессов, чтобы закрыть антипомпажный клапан (полностью или частично) и передать вперед технологический газ. В процессе запуска, но перед включением состояния «on-line» (онлайн), незатухающий входной сигнал или команда Modbus установят антипомпажный клапан в предварительно заданное «Purge Position» (положение продувки). Клапан останется в этом положении, пока будет подаваться входной сигнал, и устройство будет находиться в состоянии off-line (офлайн). Как минимум, один метод Online Detection (онлайн – обнаружения) должен быть сконфигурирован, но не выполняться, чтобы обеспечить выполнение цикла продувки.

### 2.9.2.2 Положение запуска

При наличии скорости инициируется состояние запуска, когда скорость превысит сконфигурированную “Уставку нулевой скорости”. Антипомпажный клапан переключается по линейному закону (с линейным изменением скорости) из “Zero Speed Position” (положения нулевой скорости) в сконфигурированное “Start Position” (положение запуск) со “Manual Valve Rate” (Скоростью переключения клапана в ручном режиме). Он будет поддерживать это фиксированное положение, пока компрессор определяется в режиме on-line (онлайн). Кратковременный дискретный входной сигнал или команда Modbus также могут использоваться, но программный переключатель скорости, описанный здесь, всегда будет активным. Данная последовательность запуска также повторно инициализируется, если любой из онлайн триггеров будет деактивирован в процессе нормальной работы.

### 2.9.2.3 Положение выключения

В любое время компрессор может быть выключен с помощью программного обеспечения двигателя, с помощью ESD (системы аварийного выключения) или выключателя двигателя, или с помощью дискретного входного сигнала или команды Modbus. В любом случае антипомпажный клапан немедленно позиционируется и удерживается в предварительно сконфигурированном “Shutdown Position” (положении выключения). Если состояние выключения устраняется (дискретный вход разомкнут или удалена команда Modbus), установка может быть перезапущена, как описано выше.

### 2.9.2.4 Положение нулевой скорости

Антипомпажный клапан будет оставаться в положении выключения до перезапуска установки, или пока скорость не упадет ниже “Zero Speed Setpoint” (уставки нулевой скорости) в течение сконфигурированного “Shutdown Delay Time” (времени задержки выключения). Как только таймер задержки завершит работу, антипомпажный клапан переключится в “Zero Speed Position” (положение нулевой скорости). Это положение может быть полезно в приложениях, требующих закрытия антипомпажного клапана, для изоляции процесса после выключения компрессора. Если приложение не требует данного конечного шага последовательности, сконфигурируйте положение нулевой скорости равной той же самой величине, что и положение выключения, и время задержки нулевой скорости равной 0 секундам.

#### **ВАЖНО**

Описанная выше последовательность для нулевой скорости активна только в том случае, если имеется действительный сигнал скорости. В противном случае, установка будет выполнять только последовательность операций переключения в режим выключения и выхода из режима выключения. В этом случае сигнал “запуск” (дискретный входной сигнал, команда HMI/DCS) должен использоваться для выполнения последовательности операций компрессора в режиме онлайн. Если установка конфигурируется для режима работы только с компрессором, входные сигналы скорости являются необязательными.

### 2.9.2.5 Онлайнный режим обнаружения

После того, как условия для всех онлайн триггеров будут удовлетворены (см. ниже), система управления будет медленно закрывать антипомпажный клапан, пока автоматические антипомпажные процедуры не возьмут на себя управление. Если любой из онлайн триггеров будет деактивирован при нормальной работе, система управления вернется к последовательности запуска.

Онлайновый режим обнаружения является важным решением, выносимым антипомпажным контроллером. Как только компрессор будет находиться в онлайн режиме, будут активироваться процедуры обнаружения помпажа и автоматического управления. Давление в линии всасывания, давление нагнетания, расход, скорость и вспомогательные входные сигналы могут использоваться вместе или независимо для определения, когда компрессор находится в онлайн режиме.

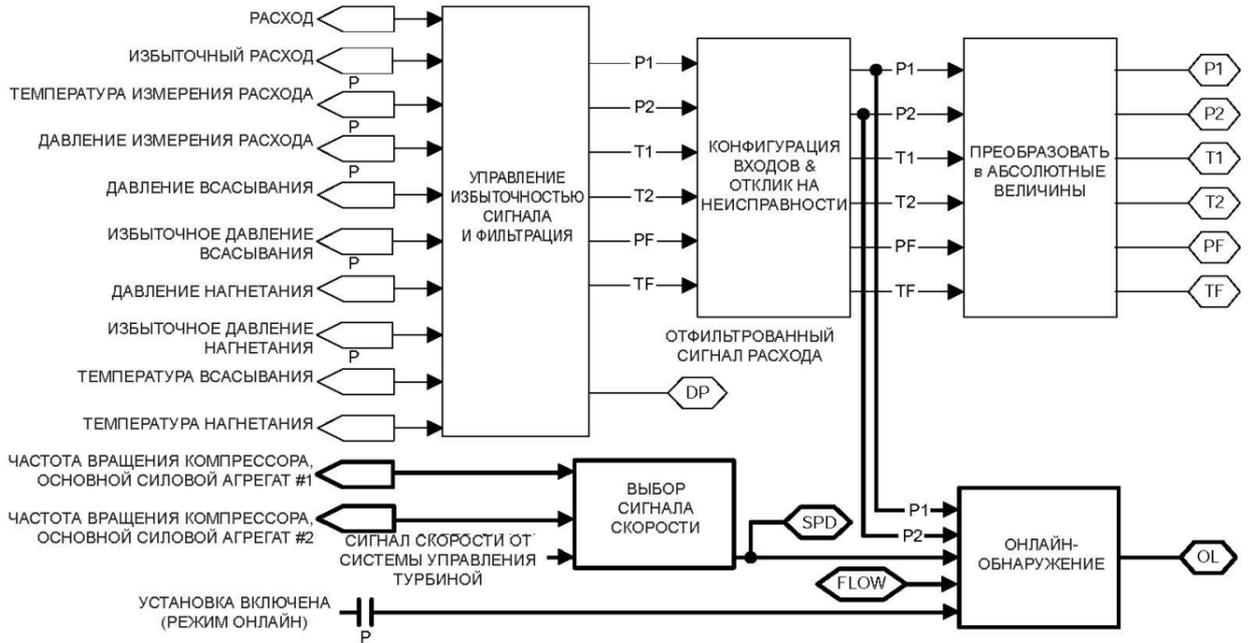


Рисунок 2-13. Обнаружение режима On-Line (онлайн)

Каждый метод обнаружения режима онлайн может быть включен или отключен, и уставки настроены в разделе программного обеспечения Compressor Configuration (Конфигурация компрессора). Вспомогательный входной сигнал (настраиваемый дискретный входной сигнал или команда Modbus, если разрешен, должен представлять собой непрерывный (поддерживаемый) входной сигнал (переключающий сигнал). Например, он часто подается на концевой выключатель обратного клапана в линии нагнетания. Скорость (частота), давление нагнетания и расход должны превышать соответствующие им величины уставок, чтобы сигнализировать о состоянии онлайн (компрессора). И наоборот, давление в линии всасывания должно упасть ниже величины уставок (Давление в линии всасывания второй секции компрессора должно превышать величину соответствующей ему уставок, если разрешено). Если разрешен более чем один метод, все условия должны быть выполнены до того, как компрессор будет рассматриваться как работающий в режиме on-line (онлайн). Если ни один из методов не разрешен, установка переключится непосредственно в автоматический режим онлайн управления в процессе запуска; то есть, антипомпажный клапан не будет удерживаться в его Start Position (положении запуска). Обычно это нежелательно, так как большинство компрессоров подвержено помпажу в процессе запуска. И, цикл продувки, если запрашивается, не будет возможным, кроме как в режиме запуска последовательности (Start Sequence) и перед онлайн управлением (Online control).

**ВАЖНО**

Если используется, онлайн контактный вход должен поддерживаться в замкнутом состоянии все время, пока компрессор работает. Если контакт разомкнут, система управления 505CC-2 будет полагать, что компрессор находится в режиме офлайн (off-line), и вернется к последовательности запуска и вернет антипомпажный клапан в его исходное положение.

Рекомендуется контролировать скорость или дискретный входной сигнал, и обычно, основным метод Online Detection (онлайн – обнаружения). Если должны использоваться другие параметры, соблюдайте меры предосторожности при выборе их уставок, чтобы они не влияли на нормальные процедуры запуска. Некоторые последовательности операций по запуску клапана могут непреднамеренно переключиться на онлайн состояние, если уставки установлены слишком малыми (расход, давление в линии нагнетания).

**ВАЖНО**

Описанная выше последовательность для основанного на измерении скорости метода обнаружения онлайн режима активна только в том случае, если имеется действительный сигнал скорости. Если установка конфигурируется для режима работы только с компрессором, входные сигналы скорости являются необязательными.

### 2.9.3 Программы антипомпажного управления

Каждая программа антипомпажного управления предназначена для работы в определенной области карты характеристик компрессора. В целом, эти программы охватывают всю рабочую область, см. рисунок 2-14.

Начиная с области помпажа, или неустойчивой рабочей области, используются три программы, предназначенные для предотвращения помпажа или реагирования на помпаж. Выход из режима помпажа и минимальное положение помпажа (SMP) представляют собой программы, реагирующие на помпаж путем фиксированного переключения клапана (открытый контур). Объем корректирующего действия, выполняемого этими программами, не является динамическим; это величина, предварительно установленная в контроллере.

Следующей функцией открытого контура являются BOOST, или шаговое открытие клапана. Эта программа контролирует точку открытия с учетом BOOST (линии наддува) или резервной линии. Если рабочая точка пересекает линию, она инициирует небольшое мгновенное пошаговое увеличение хода антипомпажного клапана, чтобы предотвратить дальнейшее перемещение в направлении линии ограничения помпажа.

Два ПИД – регулятора (контроллера) являются основными устройствами антипомпажной защиты. Они контролируют параметры процесса и обеспечивают корректирующее действие, пока параметры процесса не вернуться к приемлемой рабочей точке. Эти программы обеспечивают непрерывный модулируемый выходной сигнал для антипомпажного клапана. Когда рабочая точка находится на линии управления помпажем (SCL), антипомпажный ПИД-регулятор будет активен. Если рабочая точка находится вдали от линии управления, но быстро приближается к SCL, контроллер скорости ПИД регулятора будет ожидать возможное действие, более раннее открытие антипомпажного клапана, чтобы замедлить приближение к линии рабочей точки.

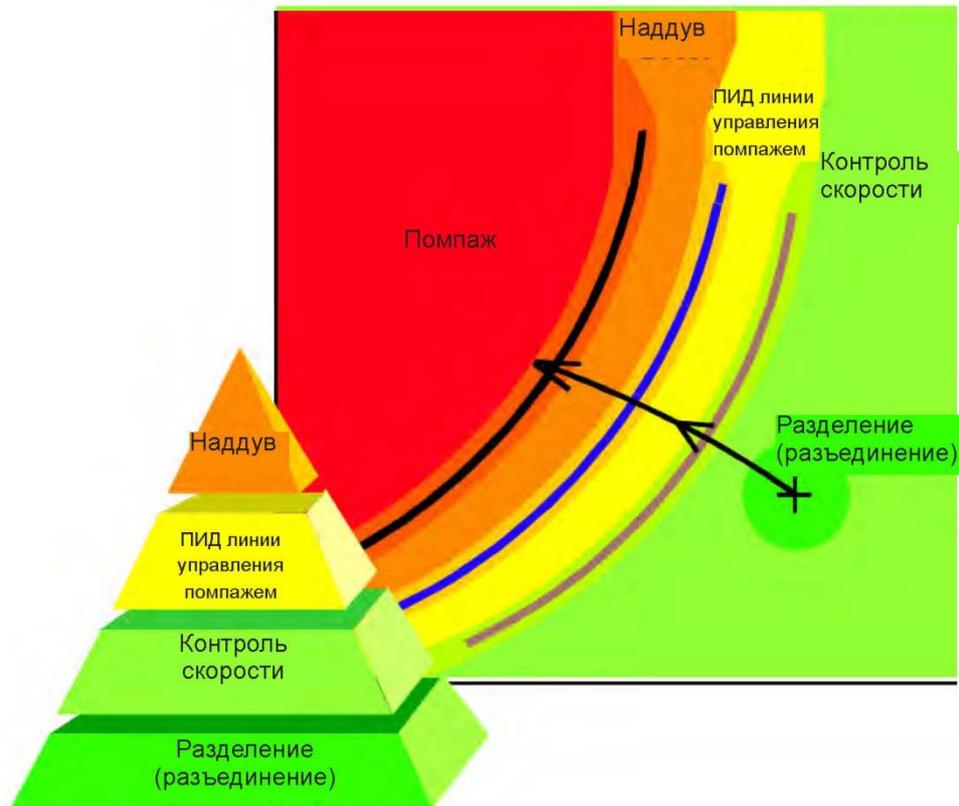


Рисунок 2-14. Функции антипомпажной системы

Даже если рабочая точка не находится на линии управления помпажем, разъединение стабилизирует процесс в результате минимизации взаимодействия контроллеров.

### 2.9.3.1 Обнаружение помпажа

Программы обнаружения помпажа сконфигурированы для определения наступления помпажа, захвата подписи (идентифицирующих признаков) помпажа и обеспечения работы счётчика случаев помпажа. Обратитесь к разделу 2.2 Что такое помпаж?, приведенному ранее в данной главе, чтобы получить дополнительные сведения о действительном случае помпажа. Подпись помпажа является коллекцией величин, обозначающей, каким образом изменяются параметры при наступлении помпажа.

Имеющиеся программы обнаружения помпажа:

- Производная расхода
- Производная давления всасывания
- Производная давления нагнетания
- Производная скорости
- Минимальный расход
- Расход линии ограничения помпажа



Рисунок 2-15. Обнаружение помпажа и счетчик

**ВАЖНО**

Описанная выше последовательность для основанного на измерении скорости метода обнаружения помпажа режима активна только в том случае, если имеется действительный сигнал скорости. Если установка конфигурируется для режима работы только с компрессором, входные сигналы скорости являются необязательными.

Следует отметить, что две последние программы, минимального расхода и расхода линии ограничения помпажа могут не обнаружить действительный помпаж компрессора или зарождающиеся признаки помпажа компрессора, так как они не основаны на изменениях процесса, а на определении параметров установившегося потока (расхода).

Эти программы обнаружения помпажа могут быть включены при необходимости и настроены после установления подписи помпажа (обычно путем регистрации данных помпажа компрессора). Наиболее надежной программой обнаружения является определение производной величины расхода. Эта программа обычно включается до того, как будут получены какие-либо данные о помпаже. Остающиеся программы разрешаются (включаются) как уставки, найденные в процессе испытаний системы. Программа обнаружения должна быть разрешена только в том случае, если возможно выделить помпаж из типовых нарушений процессов и шумов сигналов.

Компрессор должен находиться в онлайн режиме и внешние датчики должны функционировать, чтобы запустить процедуры обнаружения. Это предотвращает ложные срабатывания системы контроля помпажа при запуске или сбоях входных сигналов.

Если антипомпажная система обнаружит помпаж (при сконфигурированных функциях обнаружения помпажа и выхода из режима помпажа), в системе произойдут следующие события:

1. Счетчик случаев помпажа добавит количество зафиксированных событий помпажа.
2. Антипомпажный клапан откроется в достаточной степени, чтобы обеспечить выход из режима помпажа.
3. Программы обнаружения отдельных случаев помпажа будут фиксировать подписи (набор характеристик) помпажа.
4. Программы обнаружения отдельных случаев помпажа будут обозначать, какие из них зафиксировали помпаж.
5. Аварийный сигнал будет сигнализировать обнаружение помпажа.
6. Минимальное положение помпажа (SMP) будет разблокировано.

### 2.9.3.2 Счетчик случаев помпажа

Счетчик случаев помпажа регистрирует количество случаев помпажа, зафиксированных антипомпажным контроллером. Показания счетчика увеличиваются на единицу при каждом случае обнаружения, и сбрасываются при получении данных подписи помпажа. Счетчик общего числа случаев помпажа также увеличивает свои показания, но его показания не могут быть сброшены без специальных программных инструментов обслуживания.

### 2.9.3.3 Выход из режима помпажа

Система контроля помпажа не может предотвратить наступление помпажа во всех случаях. Если программы защиты от помпажа не предотвращают наступление помпажа, управление переходит к системе выхода из режима помпажа.

Как только компрессор обнаружит помпаж, система выхода из режима помпажа, запрограммированная на фиксированное открытие антипомпажного клапана выше текущего положения, вступит в действие, см. Рисунок 2-16. Также предусмотрено минимальное открытие клапана для выхода из режима помпажа. Действительное положение клапана будет больше обеих указанных величин. Клапан будет оставаться открытым в течение периода времени цикла (см. раздел – Период цикла), и затем начнет выключаться к закрытому положению. Это должно остановить текущий цикл помпажа, и позволит взять на себя управление антипомпажным программ. Время спада (закрытия) может быть установлено в “Используемые скорости автоматического открытия клапана/ закрытия клапана” (см. раздел 4.2.8.4). Выход из режима помпажа запрещен, если установка не находится в режиме онлайн.

#### 2.9.3.4 Минимальное положение помпажа

Если система управления обнаружит наступление помпажа, будет активирована функция минимального положения помпажа (SMP). После того, как программа выхода из режима помпажа нарушит (прервет) цикл помпажа, программа SMP будет активирована (включена), чтобы предотвратить последующие случаи помпажа.

Эта программа захватывает сведения о положении клапана при переходе компрессора в режим помпажа, и затем добавляет небольшую величину (SMP) к этому положению. После того, как выход из режима помпажа снизится до нуля, эта программа не позволит антипомпажному клапану закрыться ниже величины SMP (величины наступления помпажа плюс величины SMP). Как только параметры процесса стабилизируются, оператор может сбросить SMP, и вернуться в нормальный рабочий режим. Это позволяет оператору сфокусироваться на процессе при наступлении помпажа и вернуться в режим антипомпажного управления после установления причины и/ или разрешения проблемы.

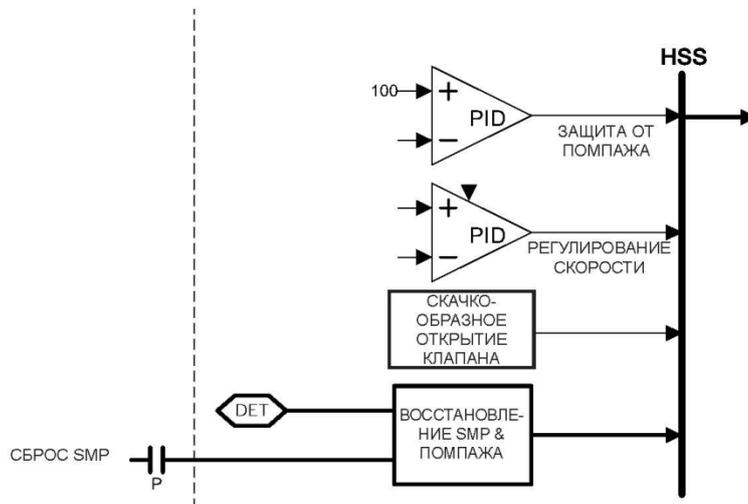


Рисунок 2-16. Выход из режима помпажа и минимальное положение помпажа (SMP)

Например, как показано на рисунке 2-17, антипомпажный ПИД регулятор и одиночный 3% BOOST отклик были недостаточными для предотвращения помпажа, и антипомпажный клапан был открыт на 34%, когда был обнаружен помпаж. Величина SMP была установлена на 5%, генерирование величины SMP при 39%. Величина выхода из режима помпажа была установлена равной 14%, в результате чего клапан переключался на 48% (открытие), чтобы прервать цикл помпажа. По истечении длительности периода цикла, реакция на выход из режима помпажа будет нисходящей. Программы противодействия помпажу примут на себя управление, но они не закроют клапан ниже 39%. Оператор определил, что клапан был непреднамеренно закрыт в ходе процесса, и проблема была преодолена. Теперь оператор может сбросить функцию SMP, которая позволяет антипомпажным программам далее закрывать клапан, и перемещает рабочую точку на линию управления (контроля) помпажа. В любом случае при наступлении помпажа его причину следует установить перед сбросом SMP. Сброс SMP может повторно вызвать помпаж компрессора, если условия, вызвавшие помпаж, не были устранены.

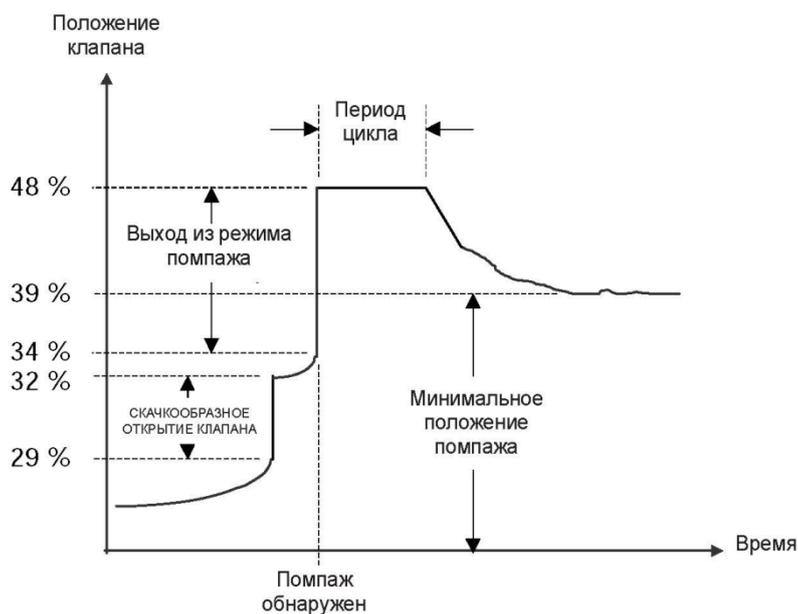


Рисунок 2-17. Реакция антипомпажного клапана на помпаж

### 2.9.3.5 Скачкообразное открытие клапана

Антипомпажное управление устанавливает напорную линию или резервную линию, которая программируется между линией ограничения помпажа и линией контроля (управления) помпажа. Если антипомпажные программы не реагируют достаточно быстро, рабочая точка может пересечь линию скачкообразного открытия клапана в направлении линии ограничения помпажа. Как только это произойдет, программа скачкообразного открытия клапана Boost дополнительно откроет клапан и будет действовать, чтобы предотвратить помпаж. Положение линии скачкообразного открытия клапана определяется границей наддува, как процент с левой стороны от линии контроля (управления) помпажа.

Если граница SCL установлена 15%, и граница скачкообразного открытия клапана равна 5%, SCL будет находиться в 15% от SLL и линия скачкообразного открытия клапана – в 9.25% от SLL ( $1.15 * 0.95$ ). Линия скачкообразного открытия клапана Boost Line всегда расположена слева от SCL на расстоянии величины границы наддува Boost Margin. Таким образом, SCL перемещается, как и линия скачкообразного открытия клапана.

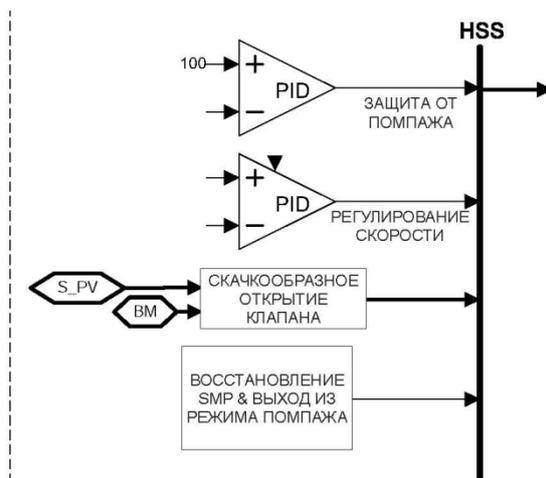


Рисунок 2-18. Скачкообразное открытие клапана

Скачкообразное воздействие открывает антипомпажный клапан на определенную величину выше текущего положения. Клапан будет оставаться открытым с заданной величиной в течение фиксированного времени (периода цикла), и затем проверяет рабочую точку, чтобы определить, требуется ли еще дополнительное воздействие. Если рабочая точка находится выше линии скачкообразного открытия, Воздействие с начнет уменьшаться, и позволит антипомпажным контроллерам восстановить управление (контроль). Время управления со скачком открытия может быть установлено в “Используемые скорости автоматического открытия клапана/ закрытия клапана” (см. раздел 4.2.8.4). Тем не менее, если рабочая точка будет по-прежнему ниже линии скачкообразного открытия, эта последовательность будет повторяться, пока рабочая точка не окажется в безопасной рабочей области компрессора.

При нормальных обстоятельствах, функционирование в качестве сети безопасности для цепи управления замкнутого контура, эта программа оказывает содействие антипомпажным ПИД – регуляторам. Скачкообразное воздействие является только временным событием, которое создает нулевой выходной сигнал в установившемся режиме работы. Данный режим запрещен, если установка не находится в режиме онлайн.

### 2.9.3.6 Антипомпажное ПИД – управление

Это основная программа антипомпажного управления. Антипомпажное ПИД – управление сравнивает параметр процесса S\_PV с 100, чтобы определить наилучшее положение антипомпажного клапана. Если S\_PV больше 100, ПИД выполнит перемещение к нулю процентов (закрытие антипомпажного клапана). Если величина параметра равна или меньше 100, выходной сигнал ПИД будет возрастать, пока расход через антипомпажный клапан не восстановит S\_PV равным уставке 100.

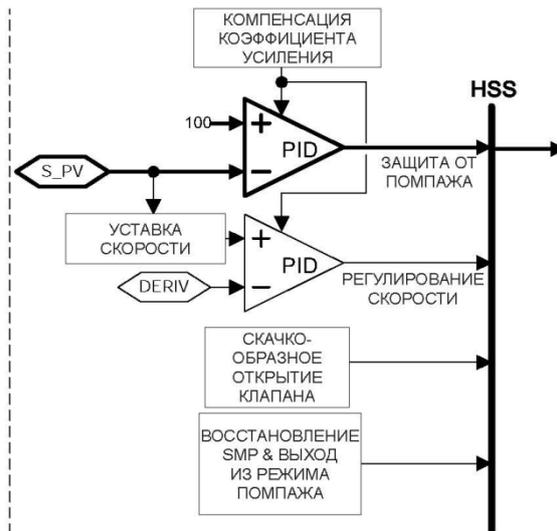


Рисунок 2-19. Антипомпажное ПИД-регулирование

### 2.9.3.7 ПИД регулятор скорости приближения к помпажу

Если расход через компрессор снижается слишком быстро, антипомпажный ПИД – регулятор может оказаться не в состоянии среагировать достаточно быстро, чтобы предотвратить помпаж. Контроллер скорости контролирует производную по времени S\_PV, и обеспечивает открытие антипомпажного клапана, если эта скорость слишком велика, чтобы система могла среагировать. Это действие будет осуществляться до того, как рабочая точка достигнет линии контроля (управления) помпажа. Это упреждающая программа, которая выполняет управляющее воздействие по производной в антипомпажном ПИД – регулировании. ПИД регулятор скорости приближения к помпажу автоматически отключается, если имеет место сбой любого входного сигнала.

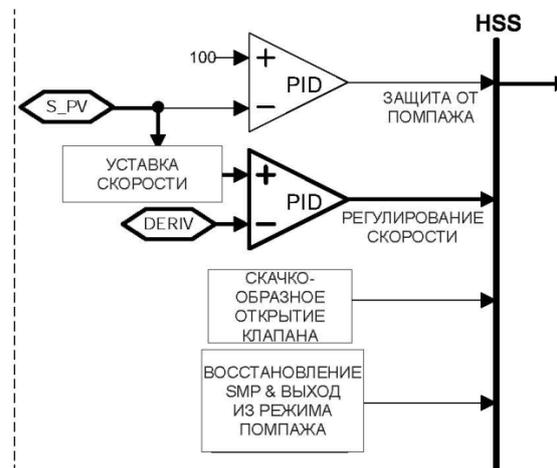


Рисунок 2-20. ПИД регулятор скорости приближения к помпажу

Уставка для ПИД регулятора скорости приближения к помпажу представляет собой процентное отношение максимальной безопасной скорости приближения к линии контроля (управления) помпажа. Допустимая скорость приближения к SCL динамически рассчитывается исходя из близости к SCL и времени отклика системы (периода цикла), как показано ниже.

## S\_PV – 100

### Периода цикла

Чем дальше рабочая точка находится от SCL ( $S_{PV} > 100$ ), тем больше будет допустимая скорость. Подобным образом, чем быстрее система может реагировать на изменения (короче период цикла), тем больше допустимая скорость. По мере того, как рабочая точка перемещается ближе к SCL, уставка скорости будет снижаться. Это обеспечивает, что функционирование не будет ограничено нормальными условиями при работе компрессора под нагрузкой. Как только рабочая точка приближается к SCL, становится критически более важным ограничить скорость рабочей точки, чтобы поддерживать стабильность системы.

Чтобы обеспечить контроллеру время на реагирование, действительная уставка скорости будет являться процентным отношением, обычно 60-80% от этой максимально допустимой скорости. Поэтому, если динамика системы требует, чтобы контроллер воздействовал быстрее, когда антипомпажный клапан закрывается перед достижением SCL, уменьшите эту величину уставки скорости. По мере того, как эта величина приближается к 100%, уставка контроллера скорости приближается к расчетной максимально допустимой скорости.

#### **ВАЖНО**

По мере того, как период цикла снижается, максимально допустимая скорость  $S_{PV}$  увеличивается, эффективно нарушая настройку ПИД регулятора скорости приближения к помпажу – он может действовать недостаточно быстро для быстрого перемещения рабочей точки. Для коротких периодов цикла может оказаться необходимым снизить величину уставки ПИД регулятора скорости приближения к помпажу. Очевидно, динамика системы и настройки влияют на эти величины, и, поэтому, широкомасштабные испытания являются ключом к определению наилучших настроек.

#### **2.9.3.8 Компенсация коэффициента усиления**

Динамическое поведение антипомпажного регулирования, ПИД регулятора скорости приближения к помпажу и ПИД – контроллера ручной коррекции давления включает пропорциональное, интегральное воздействие и регулирование по производной. Эти динамические эффекты могут быть компенсированы программой автоматической компенсации коэффициента усиления (AGC) по мере того, как рабочие условия компрессора будут изменяться. Это значит, что ПИД – регуляторы могут быть настроены при вводе установки в эксплуатацию, и по мере изменения условий процесса, ПИД останутся в стабильном режиме во всей рабочей области. Для помощи в настройке обратитесь к параграфу 5.2.3.2 Dynamics Adjustments (Настройка динамического поведения).

Программа компенсации коэффициента усиления масштабирует коэффициенты передачи пропорционального регулятора всех ПИД – контуров (антипомпажного, контроля скорости, ручной коррекции давления всасывания и давления нагнетания), а также быстродействующего разъединения, что будет обсуждаться далее в данной главе. Компенсация коэффициента усиления рассчитывается по-разному в зависимости от выбора алгоритма. Если используется стандартный алгоритм, программа компенсации коэффициента усиления постоянно рассчитывает расход полностью открытого антипомпажного клапана при текущих условиях процесса. Тот же самый расчет генерирует “Normal Value” (нормальную величину) при выбранной рабочей точке в процессе начального ввода в эксплуатацию и ПИД настройки. Результирующая величина компенсации коэффициента усиления является соотношением этой фиксированной нормальной величины и текущей величины, которая постоянно рассчитывается. Таким образом, по мере того, как нагрузка на компрессор увеличивается при постоянной скорости (большой расход, меньший напор), расчетный расход антипомпажного клапана уменьшится. Это приводит к увеличению величины компенсации коэффициента усиления и приводит к более агрессивному пропорциональному регулированию, при котором используется компенсация коэффициента усиления. Без компенсации коэффициент усиления всего контура управления снизится, так как открытие антипомпажного клапана направит по другим каналам относительно более низкий расход. И, наоборот, по мере того, как нагрузка на компрессор снижается (более низкий расход, более высокий напор), расчет расхода антипомпажного клапана приведет к снижению величины компенсации коэффициента усиления, произойдет перенастройка этих коэффициентов передачи пропорционального регулятора, так как коэффициент усиления клапана был увеличен в результате воздействия условий процесса.

Так как универсальный алгоритм не использует результаты измерений температуры и параметры процесса, как сжимаемость, расход через клапан не может быть рассчитан. Таким образом, требуется немного другая программа компенсации коэффициента усиления. Стандартные условия для расчета расхода клапана (стандартные кубические футы в минуту, N-nfVhr) сильно коррелируются с коэффициентом перепада давления на клапане, или коэффициентом давления компрессора, в зависимости от того, какой параметр измеряется. Действительный расход при условиях процесса (Acfm, ArrfVhr) будет варьироваться с изменениями температуры и сжимаемости. Предполагая, что величина сжимаемости приблизительно равна 1.0, и не сильно изменяется с параметрами процесса, данным параметром можно пренебречь без появления существенной ошибки, оставив только температуру в качестве неизвестного параметра. Большинство процессов сжатия могут быть характеризованы относительно стабильной температурой в линии всасывания во всем нормальном рабочем диапазоне. Если это происходит на самом деле, это упрощает расчет компенсации коэффициента усиления до расчета коэффициента давления компрессора вместо расчета расхода клапана.

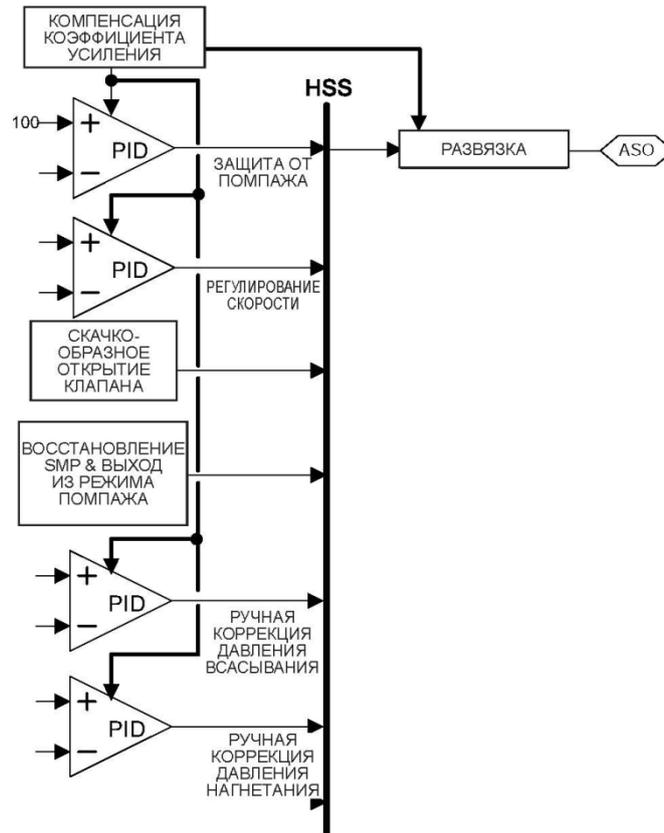


Рисунок 2-21. Автоматическая компенсация коэффициента усиления

AGC должен быть сконфигурирован, если он разрешен для любого из четырех ПИД – регуляторов или если разрешено разъединение, и “Fast Speed Amount” (величина быстрогодействия) не равна 0.0. Таким образом, для разъединения компенсация коэффициента усиления применяется только к программе Fast Speed (быстродействующая). Итак, если эта отдельная программа отключена путем установки величины параметра равной 0.0, настройка конфигурации AGC не требуется. Коэффициент усиления автоматически ограничивается диапазоном 0.2 ... 5.0 в системе управления, чтобы не вызвать нестабильность при применении к коэффициентам усиления ПИД – регуляторов. Компенсация коэффициента усиления ограничивается при нарушении входного сигнала (ошибке) и когда установка не находится в режиме онлайн.

Для настройки конфигурации AGC сначала переключите компрессор в рабочее состояние, в котором рабочая точка будет выше минимального напора / расхода и ниже максимального напора / расхода. В идеальном случае, рабочая точка должна находиться точно посередине карты характеристик компрессора или вблизи нормальной рабочей точки, хотя настройка AGC может быть выполнена при любых рабочих условиях. Компрессор должен находиться в режиме онлайн и предпочтительно, чтобы установка находилась в режиме ручного управления, чтобы предотвратить нестабильность в процессе выполнения этой процедуры. Если ранее был выбран стандартный алгоритм, сконфигурируйте величину  $S_v$  полного открытия антипомпажного клапана, что необходимо для расчета расхода через клапан. “Нормальная величина” представляет собой расход антипомпажного клапана (AnfVhr) – Настраивайте эту величину, пока “Коэффициент усиления” не будет равным 1.00. В этой точке “Нормальная величина” равняется расходу через антипомпажный клапан, если он был на 100% открыт при текущих условиях. Если ранее был выбран универсальный алгоритм, “Нормальная величина” представляет собой коэффициент давления компрессора. Как и для описанного выше случая, настраивайте эту величину, пока “Коэффициент усиления” не будет равен 1.00. В этой точке “Нормальная величина” равняется текущему коэффициенту давления компрессора.

AGC теперь сконфигурирован для текущей рабочей точки. Коэффициент усиления переместится вперед и ниже 1.0 по мере того, как компрессор уйдет из этой рабочей точки.

### ВАЖНО

**AGC должен быть сконфигурирован до или после настройки ПИД, но, в любом случае, ПИД – контуры должны настраиваться при отключенном AGC. И, настройка ПИД и настройка конфигурации AGC должны осуществляться с компрессором при одних и тех же или аналогичных рабочих условиях.**

#### 2.9.3.9 Разъединение

Для поддержания стабильности работы системы, разъединение может потребоваться для выполнения регулировки до того, как произойдет нарушение (сбой). Нарушения (сбои) ожидаются исходя из сведений о рабочих параметрах и их связи с работой антипомпажного клапана. Например, изменение уставки давления обычно требует изменения скорости, и это обычно приводит к изменению рабочей точки компрессора, в процентах от линии помпажа. Ввиду природы изменения скорости, S\_PV изменяется, и антипомпажный ПИД-регулятор будет реагировать. Программы разъединения разработаны с учетом ожидаемых изменений ПИД, и предварительной настройки антипомпажной системы в конечном положении без любого ПИД воздействия. Разъединение переводит систему в режим стабильной работы гораздо быстрее, чем ожидание выходного сигнала ПИД, который может разрешить проблему. Дополнительно, динамические характеристики антипомпажной системы управления могут быть слишком близкими к времени отклика к регулированию давления/ скорости, и две системы могут войти в конфликт. Разъединение также может привести эту ситуацию в стабильное состояние.

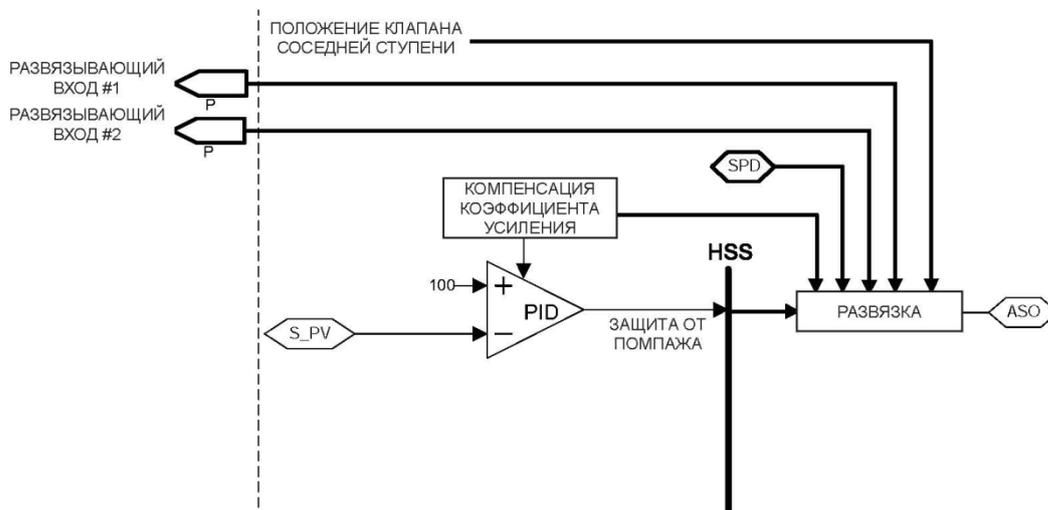


Рисунок 2-22. Антипомпажное разъединение

Имеется пять отдельных программ разъединения: две основаны на измерении скорости, две – конфигурируемых входных сигналах от отдельных процессов, и одна основана на работа антипомпажного клапана соседней секции компрессора. Разъединение разрешается в целом. Отключение любой из пяти программ по отдельности осуществляется путем настройки их соответствующих “Величин” равными 0.0. В дополнение, не допускается воздействие на антипомпажный клапан, пока компрессор находится в режиме онлайн или в автоматическом режиме. Также, ввиду отсутствия необходимости управления антипомпажным клапаном, если компрессор работает вдали от линии управления помпажем, разъединение будет запрещено, если текущая величина S\_PV больше, чем сконфигурированная величина “S\_PV Range”. И, так как разъединение является дополнительной функцией, а не функцией первичного управления, выходной сигнал ограничивается сконфигурированным “Максимальным выходным сигналом разъединения”. Сумма всех пяти откликов разъединения не может открыть клапана на величину, превышающую данный предел.

Как указывалось ранее, разъединение по скорости может осуществляться в двух случаях; в одном – для предотвращения помпажа, и в другом – для стабилизации процесса. Как только компрессор будет работать стабильно в рабочей точке, понижение скорости переместит рабочую точку в направлении области помпажа. Первая форма разъединения по скорости использует прямую зависимость с изменением скорости, чтобы сгенерировать соответствующее переключение клапана. Эта форма называется “динамической”, и является быстродействующей и мгновенного (кратковременного) действия. Она сконфигурирована как “Fast Speed Amount” (величина быстродействия) в процентах на об/мин. Обычно, зависимость скорости от S\_PV является прямой, и поэтому, эта величина устанавливается выше нуля. Постоянная времени конфигурируется как “Fast Speed Delay Time” (время задержки высокой скорости) и представляет собой общую длительность времени, в течение которого будет осуществляться разъединяющее действие. Скорость разъединения в данном разделе обычно составляет половину или менее от “Slow Speed Amount” (величины малой скорости). Компенсация коэффициента усиления влияет на быстродействующее разъединение (с высокой скоростью), и поэтому, разъединение не должно конфигурироваться до завершения настройки коэффициента усиления.

Вторая форма разъединения по скорости использует сведения о связи между скорости и расходом, чтобы предвидеть необходимое переключение антипомпажного клапана. Изменение скорости связано с изменением расхода, и антипомпажный клапан переключается, чтобы поддерживать ранее наблюдавшийся расход. Этот тип разъединения также может быть быстро инициирован; тем не менее, он длится значительно более длительное время, и отключается медленно. Он наиболее полезен в системах с распределением нагрузок, в которых несколько установок соединены параллельно или последовательно. Это более медленнодействующее разъединение конфигурируется как “Slow Speed Amount” (величина малой скорости), и его величина обычно больше нуля. Постоянная времени устанавливается равной “Slow Speed Delay Time” (времени задержки медленнодействующего воздействия).

Внешние испытания являются единственным методом определения связи между изменением скорости и необходимым изменением положения клапана или расходом. Обе программы разъединения по скорости отключатся в случае сбоя сигнала скорости.

**ВАЖНО**

**Описанная выше последовательность для основанного на измерении скорости метода обнаружения с разъединением активна только в том случае, если имеется действительный сигнал скорости. Если установка конфигурируется для режима работы только с компрессором, входные сигналы скорости являются необязательными.**

Разъединение от антипомпажного клапана соседней секции использует прямую связь между изменением положения одного клапана, чтобы генерировать соответствующее переключение другого клапана. Как для всех программ разъединения, имеется фильтрующий компонент и величина параметра. Тем не менее, схема трубопроводов, а также как величина рециркуляции в одном компрессоре влияет на расход в другом компрессоре, должны учитываться при определении величины разъединения. Рассмотрите двухсекционную установку, для которой разъединение конфигурируется для первой ступени. Если вторая ступень начинает осуществлять рециркуляцию во внутренних трубопроводах, сопротивление системы в первой ступени увеличивается, что переводит её ближе к режиму помпажа. В этом случае “Another Stage Amount” (величина для другой ступени) будет положительной величиной. Если, тем не менее, вторая секция компрессора будет осуществлять рециркуляцию во всасывающий трубопровод первой ступени, расход через первую ступень увеличится, что отдалит её от области помпажа. Эта ситуация потребует отрицательной величины параметра “Amount”. Аналогичные связи существуют в отношении разъединения второй секции компрессора от антипомпажного клапана первой ступени. Примеры величин разъединения для другой ступени исходя из схемы компоновки трубопроводов приведены на Рисунке 2-23.

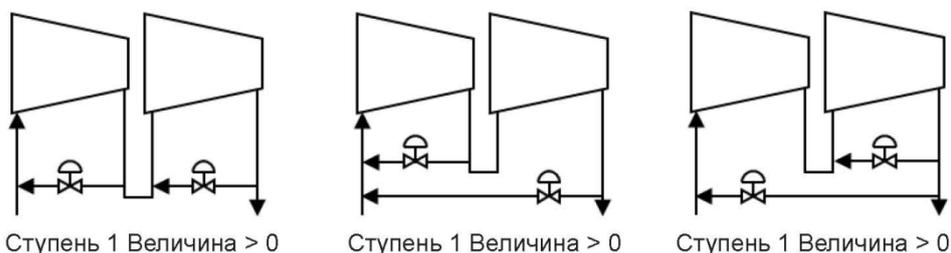


Рисунок 2-23. Воздействие схемы подключения клапанов на величины параметров разъединения соседней ступени

Наконец, имеется два настраиваемых входных сигнала для разъединения. Эти входные сигналы могут быть любыми другими параметрами процесса, которые непосредственно воздействуют на расход через антипомпажный клапан или компрессор. Эта форма разъединения связывает единичное изменение параметра процесса с необходимым изменением положения антипомпажного клапана. Каждый входной сигнал разъединения имеет “Время задержки” и “Величину” для настройки (как и для разъединения по скорости). Как и ранее, чем больше постоянная времени фильтра, тем дольше длится разъединение до того, как оно может быть отключено. Величина “Amount” является соотношением изменения входного сигнала к выходному сигналу разъединения; большая величина amount преобразуется в большее воздействие на переключение антипомпажного клапана при изменении входного сигнала. И, как и описанное выше разъединение соседней ступени, величина amount должна быть положительной, если параметр процесса обратно пропорционален расходу компрессора, и отрицательной, если взаимоотношение прямо пропорционально. Эти программы разъединения отключаются, если имеет место нарушение (сбой) их соответствующих входных сигналов.

## 2.9.4 Программы управления процессом

Следующие программы могут управлять работой антипомпажного клапана, чтобы управлять параметрами процесса вместо антипомпажного управления. В программном обеспечении 505CC-2 имеются контроллеры давления в линии всасывания и нагнетания. Когда скорость первичного привода варьируется, чтобы поддерживать давление в линии всасывания или нагнетания, могут возникнуть две проблемы. Во-первых, отклик на изменение скорости и изменение давления может быть слишком медленным. Во-вторых, если достигается минимальная скорость первичного привода, давление в линии всасывания или нагнетания не сможет поддерживаться на уровне заданных уставок. В этих случаях, этот контроллер будет осуществлять модулирование антипомпажного клапана, чтобы контролировать давление и оказать содействие первичному контроллеру. Обе блокировки – обхода автоматики давления всасывания (ручной коррекции давления всасывания) и обхода автоматики давления нагнетания (ручной коррекции давления нагнетания) могут быть одновременно активированы. Обе они также могут использовать автоматическую компенсацию коэффициента усиления, описанную выше. Каждая из них автоматически отключается, если имеет место сбой соответствующего ей входного сигнала.

В случае 2-контурных компрессоров, схема разводки трубопроводов рециркуляции может повлиять на реализацию этих контроллеров управления ручной коррекцией (блокировки автоматики). Рассмотрите двухступенчатый 2-клапанный компрессор с общей линией всасывания, или конфигурацией клапана “Ступень + Общий”. При этом сценарии открытие любого из клапанов приведет к нагнетанию (резкому росту) давления в линии всасывания установки; открытие клапана ступени 1 освободит давление между ступенями; и открытие клапана ступени 2 освободит давление нагнетания установки. Отсутствует программа управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) для давления в линии всасывания ступени 2 – Контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) воздействует на давление в линии всасывания всей установки, а не на давление между ступенями. Так как обе функции управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) воздействуют на один и тот же параметр процесса, только одна функция должна быть разблокирована, или их уставки должны быть смещены, чтобы предотвратить их взаимодействие, если обе функции будут разблокированы. Аналогичные меры предосторожности должны применяться к схеме трубопроводов общей линии нагнетания.

Так как контроллеры управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления выбираются с помощью сигнала высокого уровня со всеми другими программами антипомпажного управления, их эффект может быть сведен на нет, если линия управления осуществляет нормальное управление компрессором. В этом случае антипомпажный контроллер будет уже модулировать клапан в некотором открытом положении. Если контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) начнет действовать, он должен превышать требования антипомпажного ПИД – регулятора, чтобы увеличить текущее положение клапана. Вероятно, это не произойдет, если настройка контроллера управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) не будет очень агрессивной (нежелательно), или если клапан открыт очень незначительно. По сути, разблокирование и настройка контроллеров управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) может быть полезна только в том случае, если компрессор достаточно нагружен для антипомпажного ПИД-регулирования, чтобы удерживать клапан в закрытом положении или вблизи закрытого положения.

Для обеспечения внешнего управления антипомпажным клапаном также имеются два вспомогательных входных сигнала на селектор сигналов высокого уровня (HSS). Эти входные сигналы будут позиционировать антипомпажный клапан компрессора исходя из запросов от внешних устройств, но все автоматические программы в 505CC-2 будут по-прежнему активны. HSS выберет максимальное положение клапана независимо от источника его управления.

#### 2.9.4.1 Управление ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии всасывания

Программа управления ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии всасывания контролирует разность между уставкой давления в линии всасывания и давлением всасывания компрессора. Если включен, контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) откроет клапан, чтобы помочь резко увеличить давление в линии нагнетания (в случае необходимости). Очевидно, антипомпажный клапан не может использоваться для снижения давления в линии всасывания; в этом случае контроллер скорости первичного привода или иной контур управления будут действовать самостоятельно.

#### 2.9.4.2 Управление ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии нагнетания

Программа управления ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии нагнетания контролирует разность между давлением нагнетания компрессора и уставкой давления в линии нагнетания. Контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) откроет клапан, чтобы помочь снизить давление нагнетания. Очевидно, антипомпажный клапан не может использоваться для увеличения давления нагнетания; в этом случае контроллер скорости первичного привода или иной контур управления будут действовать самостоятельно.

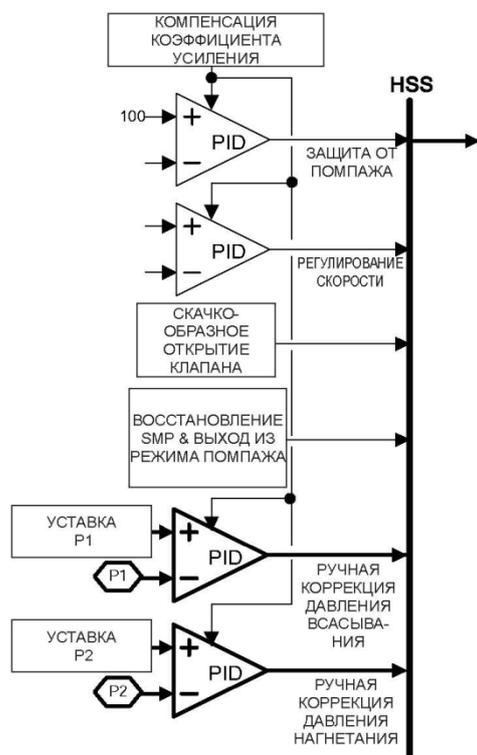


Рисунок 2-24. Управление ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления

### 2.9.4.3 Вспомогательные системы (цепи) управления

Один или два настраиваемых контроллера могут быть добавлены к шине селектора сигнала высокого уровня (HSS) в 505CC-2. Они представляют собой конфигурируемые аналоговые входы, которые должны быть откалиброваны для 0-100% открытия антипомпажного клапана. Разрешите использовать эти входы “HSS Aux #1” и “HSS Aux #2” в экранном окне настройки конфигурации входов/ выходов. Если необходимо, также может быть сконфигурировано время задержки фильтра запаздывания первого порядка. Если имеет место сбой (нарушение) любого их входных сигналов, он игнорируется HSS.

Третий такой вспомогательный HSS вход используется внутри, когда линии двухсекционного компрессора защищена с помощью одного антипомпажного клапана. Единственный антипомпажный клапан управляется контроллером первой ступени. Выход клапана контроллера второй ступени подает сигнал на шину HSS первого контроллера. Для обеспечения слежения первый контроллер подает выходной сигнал клапана на шину HSS второго контроллера. Будучи подсоединенным таким образом, цепь антипомпажного управления любой ступени компрессора может управлять единственным антипомпажным клапаном в зависимости от их индивидуальных рабочих точек.

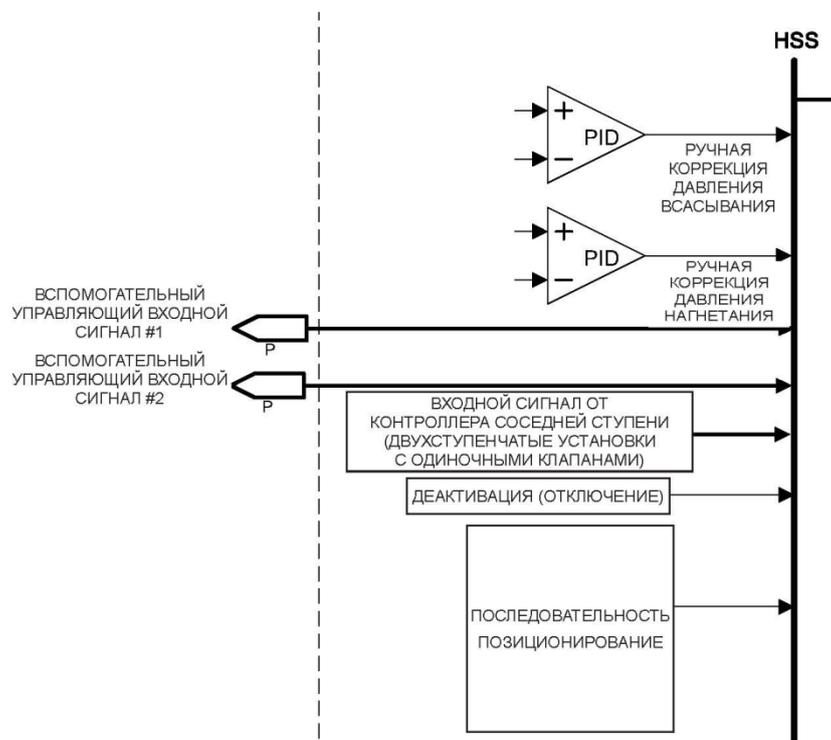


Рисунок 2-25. Вспомогательные параметры управления

### 2.9.5 Поддерживающие (вспомогательные) функции

В дополнение к программам антипомпажного управления, имеются поддерживающие (вспомогательные) функции, которые расширяют возможности 505CC-2:

- Конфигурируемые аналоговые входы могут использоваться для резервных датчиков расхода и давления.
- Входные сигналы подвергаются фильтрации и контролируются на предмет ошибок, которые могут вызвать срабатывание программ перехода на аварийный режим.
- Граница контроля помпажа может быть автоматически увеличена, чтобы обеспечить более консервативное управление при обнаружении помпажа.

- Фиксация, увеличенный ход, возмущение и функции характеристики предоставляют возможности настройки выходного сигнала антипомпажного клапана.
- Когда время отклика системы (период цикла) является избыточным, может использоваться Pre-Pack, чтобы снизить время реакции системы.
- Логические схемы деактивации обеспечивают мягкую передачу управления между различными программами управления.
- Для большей точности рассчитываются характеристики газа (стандартный алгоритм).
- Предусмотрена функция высокоскоростной регистрации данных.

#### 2.9.5.1 Дублирование сигнала

В то время как аппаратная платформа 505CC-2 не предусматривает сохранение работоспособности системы при отказе отдельных элементов (отказоустойчивость), дублирующие внешние приборы (измерения расхода, давления в линии всасывания, линии нагнетания) могут быть назначены для имеющихся конфигурируемых аналоговых входов, чтобы обеспечить некоторую защиту от типовых неисправностей датчиков. Имеется только пять конфигурируемых входов компрессора, и, поэтому, возможности дублирования (резервирования) будут ограничены для двухсекционного компрессора. Управление резервированием и выбор сигнала осуществляются перед фильтрацией.

Расчеты уставок диапазона и неисправности выполняются на основе конфигураций основных датчиков; поэтому, настоятельно рекомендуется, чтобы резервирующие датчики имели такие же диапазоны калибровки, что и их соответствующие основные датчики. При сбое любого входа (входного сигнала) (за пределами, установленного по умолчанию окна 2-22 мА) будет генерирован сигнал неисправности (тревоги), но система управления продолжит функционировать с использованием нормального сигнала.

Постепенное отклонение двух сигналов принудит систему управления выбрать “хорошую” величину из двух имеющихся. Эта ситуация приведет к генерированию аварийного сигнала Max Difference (Максимальная разность), если отклонение превысит 1% от диапазона. Так как отсутствует возможность предсказать, какой из двух сигналов (если вообще какой-либо) окажется “хорошим” сигналом, система управления выберет наиболее консервативную величину для управления – ту, которая позволит получить более низкую расчетную величину S\_PV.

- Ступень 1 Расход – LSS (Выбор сигнала низкого уровня)
- Ступень 1 Давление в линии всасывания – HSS (Выбор сигнала высокого уровня)
- Ступень 1 Давление нагнетания – LSS (Выбор сигнала низкого уровня)
- Ступень 2 Расход – LSS (Выбор сигнала низкого уровня)
- Ступень 2 Давление в линии всасывания – HSS (Выбор сигнала высокого уровня)
- Ступень 2 Давление в линии нагнетания – HSS (Выбор сигнала высокого уровня)

Каждая из этих опций (HSS или LSS) должны отличаться для различных местоположений датчиков расхода, направлений отвода потоков (если применимо) и алгоритмов (стандартного или универсального). Например, расход в линии всасывания ступени 1 прямо пропорционален входному расходу ступени 1 во всех случаях, за исключением случая, для которого датчик расхода расположен во впуске с обводным контуром. В этой последней конфигурации выбор большего из двух входных сигналов расхода приведет к более низкому расчетному расходу в линии всасывания (Ступень 1 Расход = Ступень 2 Расход – входной расход). Тем не менее, выбор высокого или низкого входного сигнала является фиксированным – Программное обеспечение не может переключаться между HSS и LSS. Поэтому, были использованы наиболее общие приложения, чтобы установить метод выбора высокого/ низкого уровня сигнала, даже если он не будет производить требуемый эффект в абсолютно всех конфигурациях. В любом случае, при использовании дублируемых (резервируемых) входов генерируется аварийный сигнал для расхода и/ или давления и максимальной разности, настоятельно рекомендуется, чтобы работа компрессора тщательно контролировалась, и неисправный входной сигнал был идентифицирован и скорректирован как можно скорее.

Неисправность обоих входов (сбой сигналов) вызовет программы обработки неисправностей, как описано ниже.

#### 2.9.5.2 Фильтрация сигналов

Все сигналы, являющиеся входными для антипомпажного контроллера, могут подвергаться фильтрации для очистки от шумов. Это помогает предотвратить ложные обнаружения помпажа, предотвращает ненужную реакцию на шумы и стабилизирует программы управления. Все входные сигналы фильтруются после масштабирования и управления (контроля) резервирования. Если измерения параметров процесса являются достаточно чистыми, чтобы обеспечить надлежащее управление без фильтрации, настройка конфигурации постоянной времени фильтра 0 секунд позволит оптимизировать скорость реакции контроллера. В любом случае, если фильтрация полагается необходимой, рекомендуется разрешить её в системе управления, а не на уровне внешнего устройства – Отключите или минимизируйте любую фильтрацию на уровне датчика.

Измерения температуры и давления могут подвергаться фильтрации с высоким уровнем точности ввиду ожидаемой чувствительности этих сигналов параметров процесса. Фильтр является простым устройством запаздывания первого порядка. Постоянная времени запаздывания (задержки) в секундах конфигурируется в экранном окне настройки конфигурации входов/ выходов ступени компрессора. Так как это постоянная времени, потребуется её большое значение, если шум имеет низкую частоту или высокую амплитуду. В качестве типового значения по умолчанию время задержки определяется равным 3.0 секундам для входных сигналов температуры и 0.2 секунды для сигналов давления.

Для контрастности, датчик расхода требует тщательного рассмотрения, так как он обычно подвержен шумам, но является первичным устройством определения сигнатуры при определении помпажа. Как результат, антипомпажный контроллер использует более сложную схему фильтрации. Упрощенный ARMA (Auto-Regressive Moving Average) фильтр обеспечивает высоко коррелированный сигнал без излишних времен задержки. Постоянная времени задержки конфигурируется аналогичным образом для задержанных по времени сигналов согласно их соответствующему “возрасту”. К самой последней величине применяется максимальный взвешивающий коэффициент, в то время как самой “старой” величине соответствует минимальный взвешивающий коэффициент. Сигналы расхода требуют более быструю фильтрацию, чем сигналы давлений и температуры. Постоянные времени задержки обычно меньше 100 миллисекунд.

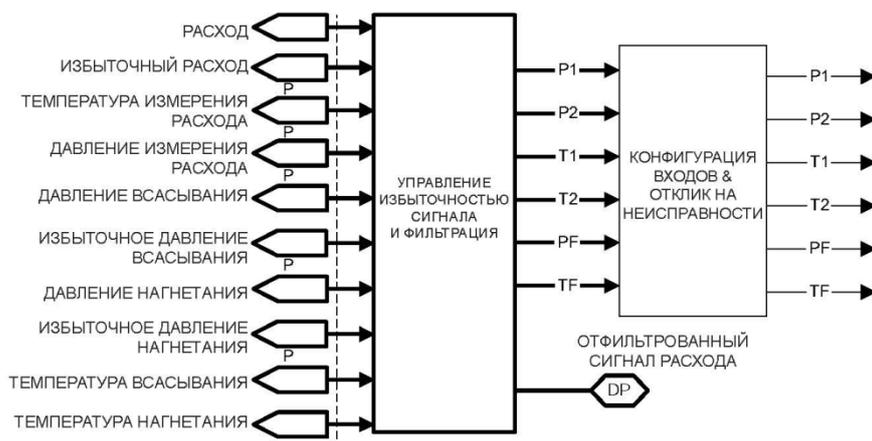


Рисунок 2-26. Фильтрация аналогового входного сигнала 4-20 мА и мониторинг неисправностей

### 2.9.5.3 Сдвиг линии контроля (управления)

Время от времени изменение условий процесса будет смещать нормальный режим работы компрессора в направлении граничного значения области помпажа. Учитывайте износ компрессора при работе с загрязненным газом. Внутреннее засорение может снизить эффективность компрессора, что снизит выходной расход при заданной величине напора. Эти ситуации могут постепенно перерасти в частые, но ненужные переходы в режим помпажа, так как механические характеристики компрессора или параметры процесса изменяются с течением времени. В результате может потребоваться увеличить значение границы области управления, чтобы учесть это ухудшение управляемости.

505CC-2 предлагает автоматическое смещение границы области управления, чтобы сместить линию контроля (управления) помпажем при обнаружении помпажа. Данная функция является временным решением для наступлений помпажа. Если функция включена, граница области управления сместится вправо на сконфигурированное значение для каждого выявленного случая помпажа, в соответствии с нумерацией счетчика случаев помпажа. Например, если граница области управления установлена равной 10% и регистрируется 3 случая помпажа, сконфигурированная величина сдвига в 1% сместит границу области управления к 13% вместо 10%, или на 1% для каждого выявленного события помпажа. Если счетчик случаев помпажа сбрасывается, величина сдвига медленно снизится по линейному закону до 0, постепенно возвращая SCL в исходное положение, определенное сконфигурированной базовой границей области управления. Если изменение процесса, инициировавшего событие помпажа, является хроническим, как для приведенного выше примера со старением компрессора, базовая граница области управления должна быть увеличена, чтобы перманентно переместить SCL.

Это смещение будет использоваться только в том случае, если нормальный режим работы компрессора будет находиться на линии контроля (управления) помпажа или устройство будет подвержено кратковременным, но существенным возмущениям параметров процесса, которые могут вызвать помпаж.

### 2.9.5.4 Программы обработки пропаданий (нарушений) сигналов.

Если внешний датчик (или оба датчика, если они работают по схеме с резервированием), используемый для защиты от помпажа, выходит из строя, возможны три автоматические модели действий. Первое действие, если разблокировано, проверяет установившийся режим работы и использует величину последней “хорошей” величины параметра процесса (LGV) для этого сигнала до того, как датчик вышел из строя. Это действие блокируется, если работа компрессора была нестабильна перед выходом из строя, так как такое состояние ставит под вопрос обоснованность “последней хорошей (надежной) величины”. LGV может быть разблокирована или отключена для отдельных входов (входных сигналов).

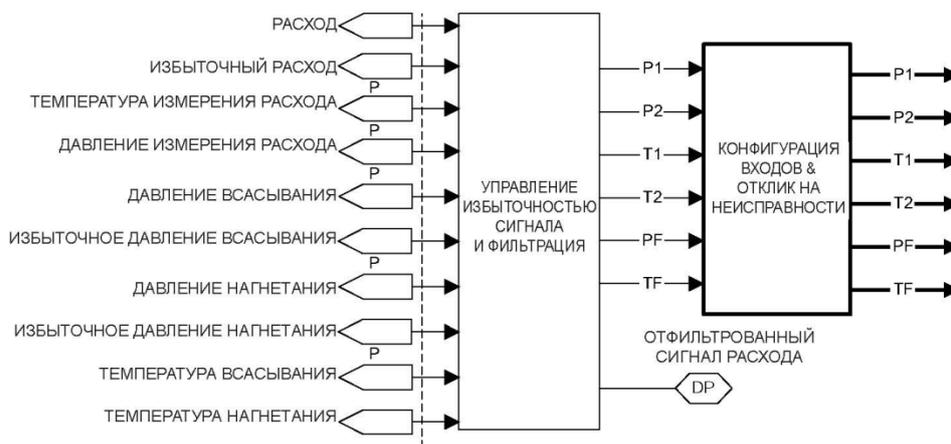


Рисунок 2-27. Конфигурирование входного сигнала и отклика на неисправность (сбой)

Эксплуатационная стабильность определяется путем мониторинга скорости, расхода, давления в линии всасывания и линии нагнетания. Если каждый вход стабилен в течение приблизительно одной минуты, компрессор находится в стабильном состоянии, и последняя хорошая (надежная) величина, определенная 30 секундами ранее, будет считаться действительной. Если компрессор был выведен из рабочей точки, минимум два из этих четырех входных сигналов изменятся, обозначая неустойчивое рабочее состояние, и блокируя выбор последней хорошей (надежной) величины. Смещение компрессора из рабочей точки требует, чтобы минимум два входных сигнала были изменены. Поэтому, если только один из входных сигналов выходит из стабильного состояния, это может являться индикатором сбоя сигнала, в то время как работа компрессора остается устойчивой. В этом случае разрешается использование последней хорошей (надежной) величины.

#### **ВАЖНО**

Последняя хорошая (надежная) величина контролируется в течение приблизительно одной минуты стабильной работы, и она выбирается равной величине, предшествующей сбою за 30 секунд. Сбой определяется как входной сигналы, выходящий за пределы нормального рабочего диапазона 2-22 мА (или иного диапазона). Если датчик медленно выходит из строя, или имеет место дрейф, и сигналу требуется более 30 секунд, чтобы достичь пределов миллиампер, программа LGV может выбрать ненадлежащую величину.

#### **ВАЖНО**

Описанная выше последовательность для основанного на измерении скорости метода мониторинга стабильности активна только в том случае, если имеется действительный сигнал скорости. Если установка конфигурируется для режима работы только с компрессором, входные сигналы скорости являются необязательными.

Второе действие осуществляется в том случае, если изменяется устойчивое состояние системы, или происходит сбой второго сигнала при использовании последней хорошей (надежной) величины для любого входа. В этом случае, если LGV не разблокировано, управляющая величина для этого входа передается в сконфигурированную величину для отказобезопасных настроек по умолчанию. В момент, когда происходит сбой сигнала, осуществляется захват величин скорости, расхода, давлений в линии всасывания и нагнетания. Если текущие величины этих датчиков изменяются (один процент для давления, три процента для расхода, один процент минимального управляющего воздействия для скорости), или если второй датчик выходит из строя, система более не может рассматриваться находящейся в стабильном состоянии. В этой точке последняя хорошая (надежная) величина, если такая используется, отменяется, и в систему управления передается постоянная величина отказобезопасной настройки по умолчанию. Эти величины настроек по умолчанию должны быть выбраны, чтобы генерировать консервативную S\_PV.

Третья программа работы при сбое сигнала основана на переключении в режим ручного управления и пошаговом открытии антипомпажного клапана при любом сбое сигнала. Это единственная стратегия, которая включается или отключается для всех входов. Программа использования последней хорошей (надежной) величины и величин по умолчанию позволит работать компрессору без перебоев, тем самым, устраняя ненужную рециркуляцию ввиду сбоя (неисправности) датчика. Но, прогнозируя действительную рабочую точку компрессора, означает принятие некоторых рисков. Переход в ручной режим при неисправности является наиболее консервативной реакцией, в результате которой происходит открытие антипомпажного клапана на сконфигурированную величину от текущего положения, чтобы, в конечном счете обеспечить защиту установки при отсутствии важных данных о процессе.

Эта схема перехода в ручной режим при неисправности является единственной имеющейся программой, если имеет место сбой датчика расхода – Система не имеет возможности использовать последнюю хорошую (надежную) величину или величину настройки по умолчанию для расхода. Без сигнала расхода рабочая точка компрессора не может быть определена, что делает невозможным автоматическое управление антипомпажным клапаном.

В то время как сбой сигнала расхода имеет всего одну программу резервирования, имеется несколько возможных последовательностей отклика на сбой других сигналов, в зависимости от эксплуатационной стабильности компрессора и конфигурации последней хорошей (надежной) величины и перехода в ручной режим при неисправности. Порядок событий после сбоя начального сигнала и последующая эксплуатационная нестабильность описаны в таблице 2-1.

Сигнал	LGV разблокирован?	Режим перехода в ручной режим при неисправности включен?	Работа устойчива (стабильна)?	1й отклик на сбой начального сигнала	2ой отклик на сбой стабильного (устойчивого) состояния
Расход	Н/П	Н/П	Н/П	Переход в режим ручного управления при отказе	Н/П
Прочие	Разблокировано (разрешено)	Заблокировано (запрещено)	Устойчиво (стабильно)	LGV	Величина по умолчанию
	Разблокировано (разрешено)	Заблокировано (запрещено)	Неустойчиво (нестабильно)	Величина по умолчанию	Н/П
	Разблокировано (разрешено)	Разблокировано (разрешено)	Устойчиво (стабильно)	LGV	Переход в режим ручного управления при отказе
	Разблокировано (разрешено)	Разблокировано (разрешено)	Неустойчиво (нестабильно)	Переход в режим ручного управления при отказе	Н/П
	Заблокировано (запрещено)	Заблокировано (запрещено)	Устойчиво (стабильно)	Величина по умолчанию	Н/П
	Заблокировано (запрещено)	Заблокировано (запрещено)	Неустойчиво (нестабильно)	Величина по умолчанию	Н/П
	Заблокировано (запрещено)	Разблокировано (разрешено)	Устойчиво (стабильно)	Переход в режим ручного управления при отказе	Н/П
	Заблокировано (запрещено)	Разблокировано (разрешено)	Неустойчиво (нестабильно)	Переход в режим ручного управления при отказе	Н/П

Таблица 2-1. Последовательности отклика на сбой (неисправность) входного сигнала

### 2.9.5.5 Режим фиксации положения клапана

При некоторых рабочих условиях антипомпажное управление будет постоянно модулировать работу антипомпажного клапана в частично открытом положении. Суть ПИД – регулирования состоит в открытии и закрытии клапана, чтобы постепенно устранить любую ошибку между уставкой и процессом. Если программы постоянно функционируют, и, возможно, не требуется переключение клапана, режим фиксации положения клапана позволяет зафиксировать его положение, пока процесс не изменится. Это может позволить предотвратить ненужный износ антипомпажного клапана и помочь стабилизировать небольшие колебания процесса.

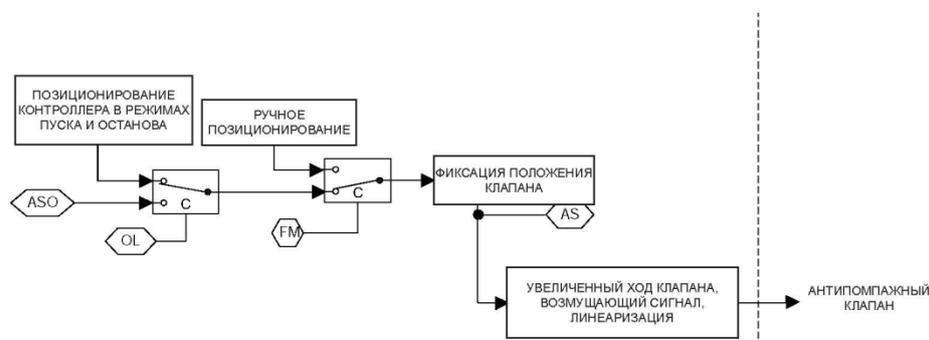


Рисунок 2-28. Программа фиксации положения клапана

“Время задержки фиксации положения” определяет временной интервал, в течение которого включена функция фиксации положения, или выборочных данных. Другими словами, после истечения времени задержки иницируется программа фиксации положения. Тем не менее, чтобы определить, должно ли быть остановлено переключение клапана, необходимо выполнение двух критериев. Во-первых, переключение клапана должно составлять менее двух процентов (от пика к пику). Во-вторых, S\_PV должно оставаться в пределах окна в шесть процентов (от пика к пику). Если оба этих условия удовлетворяются, клапан должен будет оставаться в зафиксированном положении с помощью программы фиксации положения. И наоборот, если любое из этих условий превышает после удержания клапана, режим фиксации положения будет отключен, клапана переключится, и таймер будет сброшен (переустановлен).

Режим фиксации положения блокируется в процессе запуска и выключения (позиционирование положения), когда клапан находится в режиме полностью ручного управления или ручного управления с резервированием, если антипомпажный клапан закрыт (<2%), и когда рабочая точка находится далеко от линии управления помпажем (S\_PV>115).

#### 2.9.5.6 Увеличенный ход клапана

Некоторые приложения могут потребовать положительное давление на седло антипомпажного клапана в полностью открытом и закрытом положениях. Если режим разрешен, параметр увеличенный ход клапана добавит сконфигурированную величину “Overstroke Amount Open” (Величина превышения рабочего хода при открытии) к положению клапана, когда он достигнет положения 99.8% от полностью открытого положения. Если, например, величина избыточного хода настроена на 5%, требования к клапану будут установлены на 105%, как только управляющий выходной сигнал достигнет 99.8%. Наоборот, величина “Overstroke Amount Closed” (Величина превышения рабочего хода при закрытии) вычитается из управляющего выходного сигнала, когда он достигнет 0.2% от открытого положения. Если те же самые 5% были настроены для закрытого положения, управляющий выходной сигнал при 0.2% приведет к заявке на переключение клапана на -5%, что положительно закроет клапан.

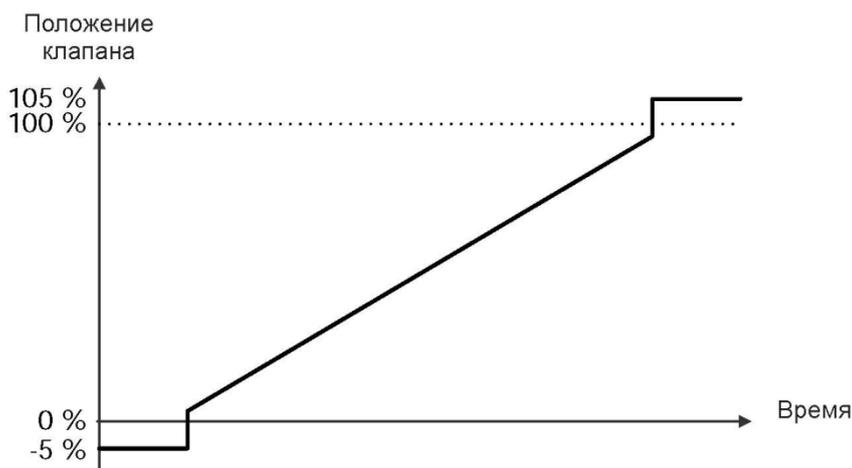


Рисунок 2-29. Увеличенный ход клапана

### 2.9.5.7 Возмущение клапана

Множество конструкций клапана могут обеспечивать эффект запоминания, если они остаются в одном и том же положении в течение длительного периода времени. Прочие механические, электрические или электромеханические устройства в контуре антипомпажного клапана 4-20 мА, например, преобразователи сигнала тока в пневматический сигнал (I/P), также могут подвергаться воздействию данного явления. Механическая инерция также играет роль, особенно, в больших антипомпажных клапанах с герметичными уплотнениями. Комбинация этих факторов часто обозначается как «залипание», усадка статических характеристик и трения, и может нанести ущерб функциям управления, особенно, в системах с высоким коэффициентом усиления, требующих точного управления клапаном. Для приложений, подверженных воздействию этому явлению, 505CC-2 предлагает функцию возмущения клапана, добавляемую к выходному управляющему сигналу для клапана. Возмущение передается в виде 12.5Гц сигнала с конфигурируемой амплитудой на контур управления клапаном. На рисунке 2-30 отображается 0.5% возмущающее воздействие, применяемое к постоянному входному сигналу клапана 39.5%. Возмущающее воздействие не должно быть видимо как перемещение клапана. Функция возмущения всегда активна. Чтобы возмущение отсутствовало, сконфигурируйте “Amount” равным 0.0%.

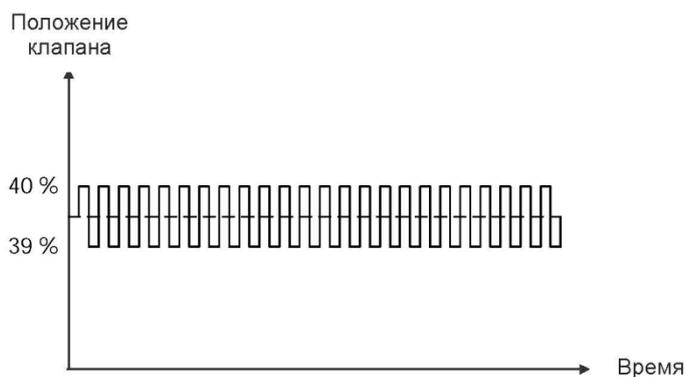


Рисунок 2-30. Возмущение (возмущающее воздействие) клапана

### 2.9.5.8 Снятие характеристик клапана

Снятие характеристик играет важную роль в применении любой системы управления. Ввиду особенностей настройки и широких рабочих диапазонов для большинства процессов сжатия, в общем случае предпочтительно использовать линейные антипомпажные клапаны. Тем не менее, вопросы быстродействия, равного процентного регулирования и прочие характеристики клапана являются преобладающими, особенно при увеличении размеров линии, когда шаровые клапаны становятся чрезмерно дорогостоящими. Альтернативно используемые поворотные клапаны редко способны произвести абсолютно линейный отклик. Как результат, предоставляется 11-точечный блок линеаризации, предназначенный для приведения характеристик требуемого выходного сигнала к характеристикам расхода антипомпажного клапана.

На рисунке 2-31 приведен пример характеристики клапана с равными процентными характеристиками регулирования и соответствующей кривой линеаризации, что обеспечивает линейную характеристику расхода.

Исходное требование к переключению клапана (% рабочего хода клапана)	Внутренняя равная процентная характеристика клапана (% от максимального расхода)	Кривая линейризации (Y-величины) (% рабочего хода клапана)
0	0	0
10	5	30
20	7	52
30	10	64
40	14	72
50	19	77
60	25	81
70	37	86
80	57	91
90	78	95
100	100	100

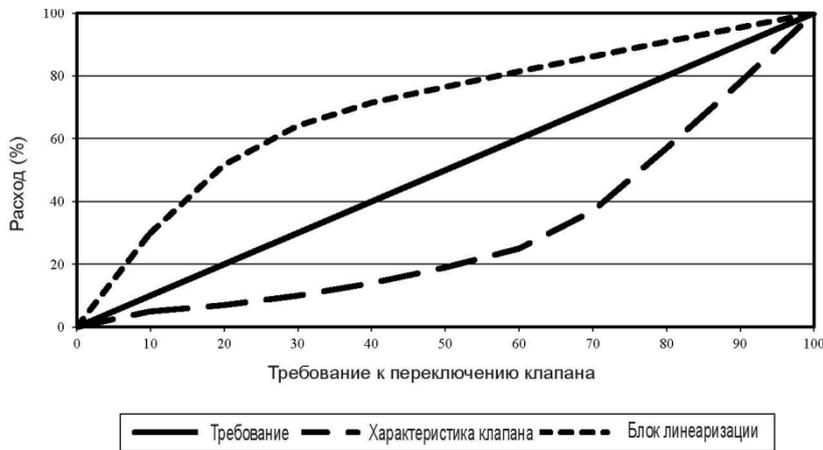


Рисунок 2-31. Снятие характеристик клапана (характеризация)

### 2.9.5.9 Кратковременное перерегулирование

Кратковременное перерегулирование используется в приложениях, в которых используются длинные трубопроводы или большие резервуары, создающие значительные задержки в системе. Другими словами, время между переключением антипомпажного клапана и изменением рабочей точки будет достаточно большим из-за задержек процесса. 505CC-2 может компенсировать это, если система имеет ограниченную задержку, но не в том случае, если скорость ограничена. Ограничение по скорости означает, что система будет реагировать только с установленной скоростью независимо от того, как быстро действует клапан. Ограничение по задержке означает, что систему не имеет измеряемого отклика для установленного времени, и затем в некоторой точке измеряется отклик.

Чтобы помочь преодолеть эту задержку управления, программа кратковременного перерегулирования мгновенно приведет в действие увеличенный ход антипомпажного клапана в начале откликов на ускорение и выход из режима помпажа. Это временная чрезмерная реакция может снизить общее время отклика системы. См. рисунок 2-32, на котором приведен пример выходного сигнала клапана, иллюстрирующего отклик на скачкообразное открытие клапана с помощью включенного режима кратковременного перерегулирования.

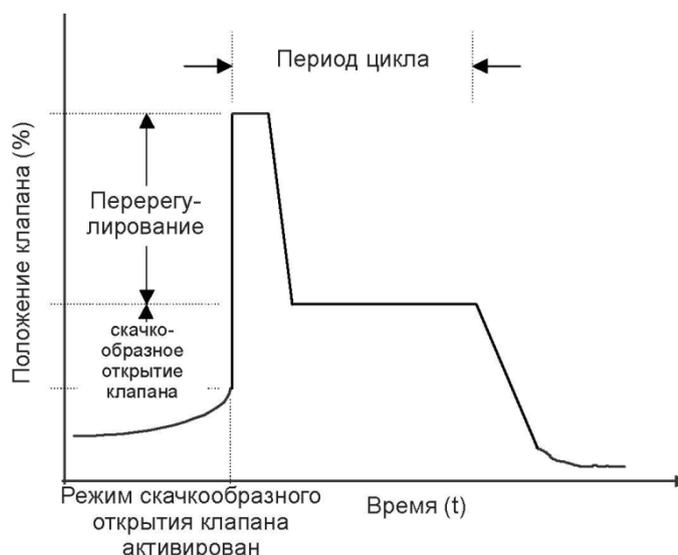


Рисунок 2-32. Отклик на скачкообразное открытие клапана с помощью режима кратковременного перерегулирования

Эта программа должна быть разрешена только в том случае, если определено, что отклик системы является избыточным (более 10 секунд), и если система будет реагировать на это воздействие, как описано выше. В некоторых случаях антипомпажный клапан или другие компоненты в системе являются ограничивающими факторами, на которые не будет воздействовать данная программа. Величина от 10% до 40% является наиболее часто используемой в зависимости от способности системы реагировать и требуемой стабильности системы.

#### 2.9.5.10 Деактивация

Если программа внезапно отключена в процессе управления антипомпажного клапана или если управление передается от одной программы в другую, функция деактивации обеспечивает плавный переход в соответствии с требуемым выходным сигналом для клапана. Деактивация является внутренней функцией, которая только периодически осуществляет управление клапаном – Здесь она упоминается только для пояснения.

#### 2.9.5.11 Расчет сжимаемости (стандартный алгоритм)

Если выбран стандартный алгоритм, сжимаемость газа должна быть известной для корректного расчета отдельных параметров напора и расхода. Сжимаемость может быть введена как величины по умолчанию для условий приема (Z1) и нагнетания (Z2), и используются в качестве постоянных, или может быть рассчитана в режиме онлайн; в последнем случае требуется величина критической температуры и давления технологического газа. Если используется онлайн расчет, одна величина будет рассчитываться для условий датчика расхода, вторая величина – для входа компрессора, третья величина – для выхода компрессора.

Если используются величины по умолчанию, сжимаемость на датчике расхода (Zf) выбирается исходя из сконфигурированного местоположения датчика расхода, то есть, в линии всасывания или нагнетания. В любом случае, расчетная средняя сжимаемость ( $Z_{avg} = (Z1+Z2) / 2$ ) используется для расчета напора.

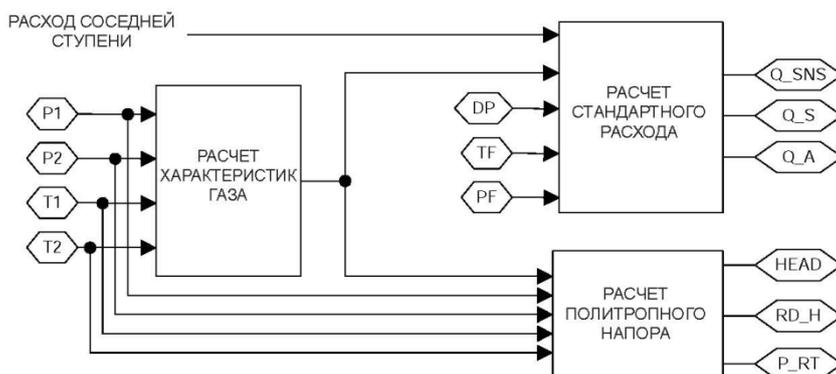


Рисунок 2-33. Расчеты характеристик газа

### 2.9.5.12 Расчет отношения удельных теплоемкостей (Стандартный алгоритм)

Если выбран стандартный алгоритм, отношение удельных теплоемкостей или показатель адиабаты для технологического газа также должны быть известны, чтобы правильно произвести расчет отдельных параметров напора или расхода. Величины по умолчанию для отношения удельных теплоемкостей (показателя адиабаты) и эффективности конфигурируются в системе управления и используются при расчете политропного напора. Тем не менее, система управления автоматически произведет расчет отношения удельных теплоемкостей исходя из онлайн температуры и измерений давления, если исходная конфигурация “Gas Component” (состав газа) установлена в “Variable” (переменные). Автоматический расчет отключается, пока устройство находится в режиме онлайн, когда наблюдается неустойчивая работа системы, и если расчетная величина превышает сконфигурированную величину по умолчанию  $\pm 0.25$ .

## 2.10 Расчеты рабочих точек

### 2.10.1 Стандартный алгоритм

Рабочая точка для компрессора, определяемая с помощью стандартного алгоритма, представляет собой простой входной объемный расход в квадрате, разделенный на политропный напор, как показано ниже. Данная формула может быть расширена, чтобы отобразить, что она сокращается до вида, который содержит только измеряемые параметры и константы. Это критически важно для приложений, в которых изменяется состав газа. Сначала будет исследован терм расхода. Затем детализируется политропный напор, и комбинация этих двух параметров используется для получения рабочей точки.

$$\text{Рабочая точка} = \frac{(Q_A)^2}{H_P}$$

Данные о расходе могут поступать в систему управления в различных единицах измерений: В виде перепада давления на элементе измерения расхода с или без извлечения квадратного корня, нормального или стандартного объемного расхода или массового расхода. Последние два варианта требуют использования внешнего сумматора потока или калибровки датчика с использованием фиксированных данных процесса. В то время как эти устройства пригодны для простого измерения и отображения расхода, они не являются лучшим выбором для контроля помпажа ввиду ограничений на их точность и задержек времен отклика. По этим причинам предпочтительными для измерений расхода с целью недопущения помпажа и управления является получение необработанных данных измерений перепада давления на элементе измерения расхода без извлечения квадратного корня. Описанные ниже расчеты предполагают использование этой конфигурации.

Входной объемный расход рассчитывается в два этапа. Сначала рассчитывается стандартный/ нормальный ( $N \cdot n_f V/hr$ ) или массовый ( $кг/ч$ ) расход через датчик расхода в результате измерений перепада давлений на элементе измерения расхода, давления на датчике расхода и температуры на датчике расхода. Выбор стандартных/ нормальных условий для объемного расхода или массового расхода осуществляется в процессе начальной настройки конфигурации, и определит, какие единицы измерения расхода будут отображаться в рабочих окнах 505CC-2. Формула для массового расхода со следующим параметрами процесса, используемыми вместо плотности, приведена ниже:

$$Q_M = N \cdot C \cdot Y \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot P_f \cdot MW}{R_g \cdot T_f \cdot Z_f \cdot (1 - \beta^4)}}$$

где:

$Q_M$  – массовый расход  
 $N$  – Масштабирующий коэффициент единиц измерения  
 $C$  – коэффициент расхода для датчика расхода  
 $Y$  – коэффициент расширения газа для датчика расхода  
 $d$  – диаметр отверстия датчика расхода  
 $h_f$  – перепад давлений на элементе измерения расхода  
 $P_f$  – давление газа на элементе измерения расхода  
 $MW$  – молекулярная масса газа  
 $R_g$  – универсальная газовая постоянная  
 $T_f$  – температура газа на элементе измерения расхода  
 $Z_f$  – сжимаемость газа на элементе измерения расхода  
 $\beta$  – соотношение бета для датчика расхода (диаметр отверстия, деленный на внутренний диаметр трубы)

Объединением постоянных параметров формула преобразуется следующим образом:

$$Q_M = \frac{N \cdot C \cdot Y \cdot d^2}{\sqrt{R_g \cdot (1 - \beta^4)}} \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot P_f \cdot MW}{T_f \cdot Z_f}}$$

$$Q_M = K_M \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot P_f \cdot MW}{T_f \cdot Z_f}}$$

где:

$K_M$  – постоянная массового расхода, объединяющая прочие постоянные величины

Постоянная расхода ( $K_M$ ) и молекулярная масса ( $MW$ ) вводятся в систему управления в процессе настройки начальной конфигурации. Перепад давления на элементе измерения расхода ( $P_f$ ), напор ( $h_f$ ), и температура ( $T_f$ ) измеряются. Как обсуждалось ранее, сжимаемость ( $Z_f$ ) устанавливается как постоянная величина или величина, рассчитываемая в режиме онлайн.

Если вместо массового расхода нормальный объемный расход выбран в процессе настройки конфигурации, расчеты будут осуществляться аналогичным образом:

$$Q_{nor} = \frac{Q_M}{\rho_{nor}} = \frac{N \cdot C \cdot Y \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot P_f \cdot MW}{R_g \cdot T_f \cdot Z_f \cdot (1 - \beta^4)}}}{\frac{P_{nor} \cdot MW}{R_g \cdot T_{nor} \cdot Z_{nor}}}$$

где:

$Q_{nor}$  – нормальный объемный расход  
 $\rho_{nor}$  – плотность газа при нормальных условиях  
 $P_{nor}$  – давление газа при нормальных условиях  
 $T_{nor}$  – температура газа при нормальных условиях  
 $Z_{nor}$  – сжимаемость газа при нормальных условиях

Объединением постоянных параметров формула преобразуется следующим образом:

$$Q_{\text{nor}} = N \cdot C \cdot Y \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot P_f \cdot MW}{1 - \beta^4} \cdot \frac{R_g \cdot T_{\text{nor}} \cdot Z_{\text{nor}}}{P_{\text{nor}} \cdot MW}}$$

$$Q_{\text{nor}} = \frac{N \cdot C \cdot Y \cdot d^2 \cdot T_{\text{nor}} \cdot Z_{\text{nor}} \cdot \sqrt{R_g}}{P_{\text{nor}} \cdot \sqrt{1 - \beta^4}} \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot P_f}{T_f \cdot Z_f \cdot MW}}$$

$$Q_{\text{nor}} = K_{\text{nor}} \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot P_f}{T_f \cdot Z_f \cdot MW}}$$

где:

$K_{\text{nor}}$  – нормальная постоянная объемного расхода, объединяющая прочие постоянные величины

Как видно из этих формул, выбор массового или нормального объемного расхода повлияет на расчет постоянной расхода ( $K_M$  или  $K_{\text{nor}}$ ), которая вводится в систему управления в процессе начальной настройки конфигурации. В то время как расчеты осуществляются автоматически с помощью 505CC-2, формулы приводятся здесь для проверки.

Если выбран массовый расход:

$$K_M = 0.0438521 \cdot \frac{C \cdot Y \cdot d^2}{\sqrt{(1 - \beta^4)}}$$

Если выбран нормальный объемный расход:

$$K_{\text{nor}} = 0.9829 \cdot \frac{C \cdot Y \cdot d^2}{\sqrt{(1 - \beta^4)}}$$

### ВАЖНО

Эти формулы для расчета постоянных расхода предполагают использование СИ единиц измерений кПа, °C, кг/ч, м3/ч, и мм. Это соответствует требованиям к входным параметрам 505CC-2. Эти постоянные будут отличными при сравнении с прочими измерениями расхода с использованием других инженерных единиц измерений.

Если в качестве датчика расхода используется расходомер перепада давления фирмы abbubar (на основе трубки Пито), замените в этих формулах внутренний диаметр трубы ( $D$ ) на диаметр отверстия ( $d$ ) и  $0$  для соотношения бета ( $\rho$ ).

Соотношение бета ( $\beta$ ), диаметр канала датчик расхода ( $d$ , в миллиметрах), коэффициент расхода ( $C$ ) и коэффициент расширения газа ( $Y$ ) могут быть получены в расчетах датчика расхода или спецификациях. Последняя величина, но в некоторой степени все четыре, будут варьироваться с изменением параметров процесса и величины расхода. Расчеты датчика расхода часто осуществляются при максимальном расходе для калибровки датчика расхода (перепада давления). Таким образом, спецификации с расчетами датчиков расхода могут не соответствовать нормальному режиму работы компрессора. Если возможно, максимальная точность достигается путем выбора "постоянных величин", которые соответствуют нормальным рабочим условиям компрессора и величине расхода. Численные (безразмерные) постоянные рассчитываются из универсальной газовой постоянной ( $R_g$ ),  $N$ -фактора ( $N$ ), и параметров процесса при нормальных условиях в единицах измерений СИ.

Расчетный нормальный/ стандартный объемный или массовый расход через датчик расхода затем может быть объединен с любым боковым потоком или потоками (расходами) соседних ступеней, в результате чего может быть получен суммарный расход через ступень компрессора  $Q_s$ . Тем не менее, действительный объемный расход в линии всасывания необходим для подготовки характеристической линии на выбранной карте характеристик компрессора, и, поэтому, преобразование осуществляется с использованием одной из следующих формул:

Если выбран массовый расход:

$$Q_A = \frac{Q_s}{\rho_1} = \frac{Q_s \cdot R_g \cdot T_1 \cdot Z_1}{P_1 \cdot MW}$$

Если выбран нормальный объемный расход:

$$Q_A = Q_s \cdot \frac{P_{\text{нор}}}{P_1} \cdot \frac{T_1}{T_{\text{нор}}} \cdot \frac{Z_1}{Z_{\text{нор}}}$$

где:

$Q_A$  – действительный объемный расход в линии всасывания  
 $Q_s$  – общий расход ступени компрессора (нормальный или массовый)  
 $\rho_1$  – плотность газа при условиях в линии всасывания  
 $T_1$  – температура газа при условиях в линии всасывания  
 $Z_1$  – сжимаемость газа при условиях в линии всасывания  
 $P_1$  – давление газа при условиях в линии всасывания  
 $T_{\text{нор}}$  – температура газа при нормальных условиях  
 $Z_{\text{нор}}$  – сжимаемость газа при нормальных условиях  
 $P_{\text{нор}}$  – давление газа при нормальных условиях

При подстановке расчетов для датчика расхода ( $Q_s$ ), результат имеет следующий вид:

$$Q_A = K \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot Z_1^2}{P_1^2} \cdot \frac{h_f \cdot P_f}{T_f \cdot Z_f \cdot MW}}$$

где:

$K$  – комбинация ранее рассчитанных постоянных расхода для массового или нормального объемного расхода ( $K_M$  или  $K_{\text{нор}}$ ), и универсальная газовая постоянная ( $R_g$ ) или параметры процесса для нормальных условий ( $T_{\text{нор}}$ ,  $P_{\text{нор}}$ ,  $Z_{\text{нор}}$ ).

Предположите, например, что датчик расхода, расположен в линии всасывания компрессора ( $f=1$ ). Формула может быть упрощена следующим образом:

$$Q_A = K \sqrt{\frac{T_1 \cdot Z_1 \cdot h}{P_1 \cdot MW}}$$

Для определения второй половины рабочей точки используется следующая формула для расчета политропного напора для компрессора:

$$H_p = \frac{R_g \cdot T_1 \cdot Z_{\text{avg}}}{MW} \cdot \frac{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^\sigma - 1}{\sigma}$$

где:

$H_p$  – политропный напор  
 $Z_{\text{avg}}$  – средняя сжимаемость газа для компрессора  
 $P_2$  – давление газа при условиях в линии нагнетания  
 $\sigma$  – политропный показатель, который может быть определен следующим образом:

$$\sigma = \frac{k-1}{k \cdot \eta_p} = \frac{\ln\left(\frac{T_2 \cdot Z_2}{T_1 \cdot Z_1}\right)}{\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \cong \frac{\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}{\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)}$$

где:

$k$  – отношение удельных теплоемкостей или показатель адиабаты газа  
 $\eta_p$  – политропная эффективность компрессора  
 $T_2$  – температура газа при условиях в линии нагнетания  
 $Z_2$  – сжимаемость при условиях в линии нагнетания

После расчета объемного расхода и политропного напора контроллер может объединить эти две величины и рассчитать единственную величину, представляющую рабочую точку компрессора. Если это выразить в виде формулы, она выглядит следующим образом:

$$\text{Рабочая Точка} = \frac{(Q_A)^2}{H_P} = \frac{K^2 \cdot \frac{T_1^2 \cdot Z_1^2}{P_1^2} \cdot \frac{h_f \cdot P_f}{T_f \cdot Z_f \cdot MW}}{\frac{R_g \cdot T_1 \cdot Z_{avg}}{MW} \cdot \frac{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^\sigma - 1}{\sigma}}$$

Теперь можно увидеть, что несколько термов в верхней и нижней части пропорции могут быть сокращены. Молекулярная масса газа ( $MW$ ) сокращается в числителе и знаменателе. В большинстве случаев сжимаемость газа сильно изменяется от линии всасывания до линии нагнетания, и поэтому, термы со сжимаемостью могут быть сокращены с небольшой ошибкой или без внесения дополнительной ошибки. В результате остается следующая формула:

$$\text{Рабочая Точка} = \frac{K^2 \cdot T_1 \cdot P_f \cdot h_f \cdot \sigma}{R_g \cdot T_f \cdot P_1^2 \cdot \left(\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^\sigma - 1\right)}$$

$K$  и  $R_g$  являются постоянными величинами, которые не изменяются, и все, что остается – измеряемые величины.

Как и для сигмы, это требует иных расчетов, но по-прежнему данный параметр можно определить из измеренных величин. Следующая формула является соотношением давлений и температур для изэнтропического процесса, например, сжатия.

$$\sigma = \frac{\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}{\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)}$$

Единственным дополнительным параметром, не упомянутым ранее, является температура в линии нагнетания. Поэтому, данное измерение необходимо, если состав газа, проходящего через компрессор, может измениться. Таким образом, если конфигурация “Gas Component” (состав газа) установлена в “Variable” (переменная), требуются измерения температуры в линии всасывания и линии нагнетания. Наоборот, если конфигурация “Gas Component” (состав газа) установлена “Constant” (постоянной), то, как минимум требуется измерение температуры в месте расположения датчика расхода (в линии всасывания или нагнетания). Если имеется измерение только для одной из величин температуры, система управления автоматически произведет расчет второй величины температуры с помощью соотношения  $\sigma$  ( $\alpha$ ), описанного выше, или из формулы для потока баланса массы. Затем все необходимые параметры для расчета точной рабочей точки измеряются, и отклонения компенсируются.

### 2.10.2 Универсальный алгоритм

Расчет рабочей точки в соответствии со стандартным алгоритмом, входной объемный расход в квадрате, деленный на политропный напор, особенно важны для обеспечения точности, когда ожидается изменения состава газа. Тем не менее, универсальный алгоритм, с помощью которого корректируется расход, был разработан для обеспечения устойчивости к таким отклонениям. При заданном коэффициенте давления компрессора входной объемный расход вызывает изменение температуры, сжимаемости и молекулярной массы. Но, путем соответствующих манипуляций с формулой объемного расхода мы можем компенсировать вариации параметров газа в линии всасывания без действительного измерения изменений температуры, сжимаемости и молекулярной массы. Результат представляет собой скорректированный расход, отображающий расход компрессора в линии всасывания для карты контрольных характеристик, используемой при антипомпажном управлении. Начнем с формул для расхода, представленных ранее:

$$Q_A = \frac{Q_M}{P_1} = N \cdot C \cdot Y \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot P_f \cdot MW}{R_g \cdot T_f \cdot Z_f \cdot (1 - \beta^4)} \cdot \frac{R_g^2 \cdot T_1^2 \cdot Z_1^2}{P_1^2 \cdot MW^2}}$$

Предположите, например, что датчик расхода, расположен в линии всасывания компрессора ( $f=1$ ). Формула может быть упрощена следующим образом:

$$Q_A = \frac{N \cdot C \cdot Y \cdot d^2}{\sqrt{1 - \beta^4}} \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot R_g \cdot T_1 \cdot Z_1}{P_1 \cdot MW}}$$

Скорректированный расход устраняет параметры процесса ( $T$ ,  $Z$ ,  $MW$ ) следующим образом:

$$Q_{CR} = \frac{Q_A}{\sqrt{R \cdot T_1 \cdot Z_1}} = \frac{Q_A}{\sqrt{\frac{R_g}{MW} \cdot T_1 \cdot Z_1}} = K_{CR} \cdot \sqrt{\frac{h_f}{P_1}}$$

Корректировки осуществляются в режиме онлайн для изменяющихся показаний датчиков давления датчиков расхода, или датчиков расхода, расположенных в линии нагнетания компрессора. Результатом является упрощенный расчет рабочей точки, корректирующий величину расхода: Для датчиков расхода в линии всасывания:

$$\text{Рабочая Точка} = Q_{CR} = K_{CR} \sqrt{\frac{h_f}{P_f} \cdot \frac{P_f}{P_1}}$$

Для датчиков расхода в линии нагнетания:

$$\text{Рабочая Точка} = Q_{CR} = K_{CR} \sqrt{\frac{h_f}{P_f}} \cdot \frac{P_f}{P_2} \cdot \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n+1}{2n}}$$

где:

- QCR – скорректированный объемный расход в линии всасывания
- KCR – скорректированная постоянная расхода
- hf – перепад давлений на элементе измерения расхода
- Pf – давление на элементе измерения расхода (если отличается от P1 или P2)
- P1 – давление в линии всасывания компрессора
- P2 – давление в линии нагнетания компрессора
- n – политропный показатель, рассчитанный из sigma (a) следующим образом:

$$n = \frac{1}{1 - \sigma}$$

Как видно из этих формул, все параметры измеряются за исключением скорректированной постоянной расхода (KCR) и политропного показателя (n).

$$\frac{Q_A}{\sqrt{RTZ}}$$

Так как переменная скорректированного расхода является одинаковой для всех условий процесса (RTZ) при заданном коэффициенте давления, скорректированная постоянная расхода (KCR) и политропный показатель (n) рассчитываются для карты характеристик компрессора при номинальных или эталонных условиях, и конфигурируется в систему управления.

## Глава 3. Общее описание

### 3.1 Введение

505CC-2 имеет встроенные программные логические алгоритмы для интегрированного компрессора турбины Woodward Integrated Turbine Compressor CORE (ITCC), которые содержат алгоритмы управления компрессором, разработанные совместно с группой разработки приложений Woodward. Программное обеспечение CORE разрабатывается под техническим контролем в соответствии с собственным номером GAP, и может дорабатываться Woodward без воздействия на существующие конфигурации оборудования.

505CC-2 взаимодействует с контурами рециркуляции компрессора или антипомпажного управления, клапаном, чтобы осуществлять управление секцией компрессора в соответствии с его линией контроля помпажа на карте характеристик. Могут использоваться две компрессорные секции или контуры с множеством точек установки приборов (См. Приложение В – возможные конфигурации компрессоров и 4.2.2 Основные конфигурации всех ступеней).

Пользователь может выбрать любую из двух реализаций карт компрессоров, стандартный алгоритм с картой рабочих характеристик или универсальный алгоритм с картой рабочих характеристик, подробное описание в 2.10 Расчет рабочих точек. Любой алгоритм будет точно отображать текущую рабочую точку компрессора. Система управления компрессором 505CC-2 также может оказать содействие функциям управления поднять давление в линии всасывания компрессора или ограничить давление нагнетания, модулируя работу антипомпажного клапана компрессора.

Настройки конфигурации и рабочие функции доступны через предоставленное программное обеспечение Commissioning Configuration Tool (CCT) (Средства ввода в эксплуатацию и настройки конфигурации), работающее на любом подключаемом компьютере. Дополнительные эксплуатационные и контрольные функции доступны по последовательной шине управления Modbus.

### 3.2 Дополнительные возможности

505CC-2 также предоставляет следующие возможности (функции):

- Расчет характеристик газа, например, отношения удельных теплоемкостей (показателя адиабаты) ( $k$ ) и сжимаемости, доступные для обеспечения дополнительной точности в стандартном алгоритме.
- Четыре надежные программы обнаружения помпажа позволяют обнаружить помпаж в течение 50 миллисекунд. Эти конфигурируемые пользователем программы обнаружения помпажа являются: производной по расходу (скорость изменения), производной по скорости (скорость изменения), производной давления в линии всасывания (скорость изменения) и производной давления в линии нагнетания (скорость изменения). Дополнительно, антипомпажный клапан может быть открыт, как только рабочая точка компрессора достигнет линии контроля помпажа или упадет ниже сконфигурированной минимальной величины независимо от того, будет ли обнаружен помпаж с помощью других программ.

- Неисправности датчиков автоматически инициируют программы резервирования, обеспечивающие защиту с помощью принципа резервирования без использования дополнительного оборудования. При сбое сигнала 505CC-2 анализирует работу компрессора на предмет изучения стабильности, чтобы определить, может ли быть использована последняя надежная величина, или следует использовать величины настроек по умолчанию. Даже если все датчики, за исключением датчика расхода, выйдут из строя, 505CC-2 по-прежнему сможет обеспечивать защиту от помпажа в автоматическом режиме, исходя из сигнатуры помпажа при производной от величины расхода. Дополнительно, прочие сбои сигналов могут инициировать ту же самую программу перехода при сбое в полностью ручной режим управления при сбое сигнала расхода, обеспечивая наиболее консервативную стратегию защиты.
- Обеспечивается плавное переключение между предоставляемыми тремя режимами управления: автоматическим, ручным с резервированием и полностью ручным. Контроллер может полностью автоматизировать процесс; обеспечивает ручное управление антипомпажным клапаном с резервной защитой с блокировкой автоматики или обеспечивает полностью ручное управление в целях проведения технического обслуживания.
- Для стабилизации взаимосвязанных процессов, программы разъединения предоставляются между антипомпажным клапаном и скоростью (быстродействующие и медленные), а также от второго клапана. Две дополнительные программы разъединения могут быть сконфигурированы от внешних источников.
- Последовательности операций запуска и выключения антипомпажного клапана, включая дополнительное положение для режима продувки, обеспечивают полное управление компрессором от нулевой скорости до режима полной нагрузки.

### 3.3 Входы и выходы 505CC-2

#### 3.3.1 Входы управления

##### 3.3.1.1 Аналоговые входы

505CC-2 имеет всего 21 аналоговый вход для сигналов 4-20 мА. Первые шесть (1-6) аналоговых входов на плате SmartCore CPU A5200 зарезервированы для управления турбиной. Следующие пятнадцать (7-21) конфигурируемых аналоговых входов на плате Analog Combo доступны для управления компрессором. Следующие конфигурации аналоговых входов управления компрессором возможны для каждого контура компрессора:

- Расходомер;
  - Перепад давлений от датчика расхода компрессора до давления в линии всасывания или нагнетания.
- Резервный расходомер;
  - Включает второй преобразователь расхода для линии резервирования.
- Давление в линии всасывания;
  - Давление на входе компрессора.
- Давление в резервной линии всасывания;
  - Включает второй преобразователь входного давления для линии резервирования.
- Давление нагнетания
  - Давление на выходе компрессора.
- Давление в резервной линии нагнетания;
  - Включает второй преобразователь выходного давления для линии резервирования.

- Давление на элементе измерения расхода;
  - Вход давления датчика расхода может использоваться для преобразователя давления на элементе измерения расхода для расчетов расхода, если он расположен вдали от точек измерения давления линии всасывания или нагнетания компрессора.
- Температура в линии всасывания
  - Температура на входе компрессора.
- Температура в линии нагнетания
  - Температура на выходе компрессора.
- Температура на элементе измерения расхода;
  - Вход температуры датчика расхода может использоваться для преобразователя температуры на элементе измерения расхода для расчетов расхода, если он расположен вдали от точек измерения температуры линии всасывания или нагнетания компрессора.
- Вспомогательный вход 1 HSS (селектора сигналов высокого уровня);
  - Вспомогательные входы HSS (селектора сигналов высокого уровня) предоставлены для позиционирования антипомпажного клапана (0% = закрыто, 100% = открыто) в автоматическом режиме.
- Вспомогательный вход 2 HSS (селектора сигналов высокого уровня);
  - Вспомогательные входы HSS (селектора сигналов высокого уровня) предоставлены для позиционирования антипомпажного клапана (0% = закрыто, 100% = открыто) в автоматическом режиме.
- Вход разъединения (развязки) 1;
  - Вспомогательные входы разъединения предоставлены для ограниченного смещения при подаче вперед антипомпажного клапана исходя из изменений отдельного процесса.
- Вход разъединения (развязки) 2;
  - Вспомогательные входы разъединения предоставлены для ограниченного смещения при подаче вперед антипомпажного клапана исходя из изменений отдельного процесса.
- Дистанционное ручное позиционирование клапана;
  - Дистанционное позиционирование клапана (0% = закрыто, 100% = открыто) в режиме ручного управления.
- Антипомпажный клапан давления со стороны входа (перед элементом)
  - Он может использоваться для корректировки измерений расхода через антипомпажный клапан.
- Антипомпажный клапан давления со стороны выхода (после элемента)
  - Он может использоваться для корректировки измерений расхода через антипомпажный клапан.
- Температура на антипомпажном клапане;
  - Он может использоваться для корректировки измерений расхода через антипомпажный клапан.
- Блокировка автоматики (ручная коррекция) изменяющегося  $P_{suc}$  (давления в линии всасывания);
  - Использование другого преобразователя давления в линии всасывания для антипомпажного управления для блокировки автоматики (ручной коррекции) давления в линии всасывания.
- Блокировка автоматики (ручная коррекция) изменяющегося  $P_{disch}$  (давления в линии нагнетания);
  - Использование другого преобразователя давления в линии нагнетания для управления блокировкой автоматики (ручной коррекции) давления в линии нагнетания.

В дополнение к этому, следующие аналоговые входы могут конфигурироваться для боковых каналов (отводов).

- Расходомер бокового потока (отвода) (извлечение / выпуск)
  - Измерение расхода отвода бокового потока.
- Резервирующий расходомер бокового потока (отвода) (извлечение / выпуск)
  - Размещает второй преобразователь расхода отвода бокового потока для цепи резервирования.
- Давление бокового потока (отвода)
  - Давление в отводе бокового потока, используемое для расчетов расхода.
- Давление линии резервирования бокового потока (отвода)
  - Включает второй преобразователь давления бокового потока (отвода) для линии резервирования.
- Температура бокового потока (отвода)
  - Температура в отводе бокового потока, используемая для расчетов расхода.

Если каскад расходомеров экспортируемого газа сконфигурирован (от конфигурации турбины, см. руководство 26542V2) аналоговые входы расходомера экспортируемого газа также могут быть сконфигурированы.

- Расходомер 1 экспортируемого газа
  - Измерение перепада давлений на расходомере, расположенном со стороны выхода компрессора. Расходомер #1 имеет меньший диапазон измерений в сравнении с диапазоном расходомера #2.
- Расходомер 2 экспортируемого газа
  - Измерение перепада давлений на расходомере, расположенном со стороны выхода компрессора. Расходомер #2 имеет больший диапазон измерений в сравнении с диапазоном расходомера #1.

Описанные выше аналоговые входы являются предварительно настроенными. Имеются также четыре дополнительных настраиваемых пользователем входов, используемых для настройки конфигурации.

### 3.3.1.2 Дискретные входы

505CC-2 имеет всего 24 дискретных входа на плате SmartCore CPU A5200. Первый (1) дискретный вход зарезервирован для функции аварийного выключения. Следующие два (2-3) дискретных входа зарезервированы для управления турбиной, но также могут использоваться и для управления только компрессором, так как эти функции предназначены только для команды сброса и запуска. Последующие (4-24) дискретные входы представляют собой конфигурируемые дискретные входы или для управления турбиной, или компрессором. Следующие конфигурации дискретных входов управления компрессором возможны для каждого контура компрессора:

- Закрытие антипомпажного клапана;
  - Удержание антипомпажного клапана в закрытом положении в режиме ручного управления с резервированием или полностью ручного управления.
- Открытие антипомпажного клапана
  - Удержание антипомпажного клапана в открытом положении в режиме ручного управления с резервированием или полностью ручного управления.
- Антипомпажный клапан открыт
  - Эта функция зарезервирована для будущего использования.
- Сброс SMP;
  - Сбрасывает минимальное положение помпажа, являющееся фиксируемым положением клапана (импульс).
- Сброс информации о захвате;
  - Сбрасывает информацию о захвате помпажа (величины счетчика, сигнатуры). Примечание: Не сбрасывает счетчик общего числа случаев помпажа (импульсы).

- Выбор автоматического режима;
  - Выбирает режим автоматического управления (импульсы).
- Выбор режима ручного управления с резервированием
  - Выбирает режим ручного управления с резервированием (импульсы).
- Выбор режима полностью ручного управления
  - Выбирает режим полностью ручного управления (импульсы).
- Положение продувки
  - Выбирает положение продувки антипомпажного клапана при запуске (длительное).
- Вспомогательный вход для онлайн режима
  - Иницирует переход из офлайн в онлайн режим антипомпажного автоматического управления, то есть начинает антипомпажное управление вместо или в дополнение к использованию уставок скорости, расхода или давления (длительное).
- Увеличение границ области управления;
  - Увеличивает текущую границу области управления на 0.1% в секунду при замкнутом входе.
- Уменьшение границ области управления
  - Уменьшает текущую границу области управления на 0.1% в секунду при замкнутом входе. Невозможно уменьшить границу ниже сконфигурированной границы.
- Неисправность антипомпажного клапана;
  - Неисправность выхода антипомпажного клапана, которая переведет систему управления в режим полностью ручного управления, и переведет выход клапана в положение выключения. Эта конфигурация дискретного входа предоставлена для устройства внешнего мониторинга внешней цепи, чтобы сигнализировать о такой неисправности (длительное воздействие).
- Положение запуска;
  - Иницирует запуск компрессора путем позиционирования антипомпажного клапана в сконфигурированное положение запуска от нулевой скорости. Он также действует в качестве команды перезапуска при получении после выключения, но до замедления до нулевой скорости (импульсный).
- Выключение (останов);
  - Иницирует выключение компрессора путем позиционирования антипомпажного клапана в сконфигурированное положение выключения. Перезапуски заблокированы, если вход удерживается.

### 3.3.2 Выходы управления

#### 3.3.2.1 Аналоговые выходы

505CC-2 имеет всего 6 аналоговых выходов для сигналов 4-20 мА. Первый аналоговый выход (1) на плате SmartCore CPU A5200 предназначен для антипомпажного клапана 1. Следующие конфигурации аналоговых выходов управления компрессором возможны для каждого контура компрессора:

- Сигнал управляющего задания положением клапана;
  - Окончательный сигнал управления положением клапана, включая программы разъединения и фиксации положения (исключает превышение рабочего хода, возмущающее воздействие и линеаризацию).
- Переменная процесса помпажа;
  - Переменная процесса помпажа (S\_PV), см. 2.8 S\_PV (переменная процесса помпажа).
- Действительный расход в линии всасывания;
  - Действительный объемный расход на входе.

- Скорректированный расход в линии всасывания;
  - Скорректированный объемный расход на входе.
- Массовый расход;
  - Массовый расход через компрессор.
- Политропный напор;
  - Расчетный политропный напор.
- Используемое давление в линии всасывания;
  - Величина давления в линии всасывания после включения программ резервного управления (если применимо), фильтрации и обработки неисправностей.
- Использованное давление в линии нагнетания;
  - Величина давления в линии нагнетания после включения программ резервного управления (если применимо), фильтрации и обработки неисправностей.
- Используемая температура в линии всасывания;
  - Величина температуры в линии всасывания после программ фильтрации и обработки неисправностей.
- Используемая температура в линии нагнетания;
  - Величина температуры в линии нагнетания после программ фильтрации и обработки неисправностей.
- Выход HSS;
  - Выход шины селектора сигналов высокого уровня для всех программ автоматического управления.
- Действительная скорость;
  - Выход сигнала скорости компрессора.
- Расчетный экспортируемый расход;
  - Расходомер на выходе компрессора будет использоваться для каскада.

### 3.3.2.2 Дискретные выходы

505CC-2 имеет всего 12 дискретных выходов на плате SmartCore CPU A5200. Первый (1) дискретный выход зарезервирован для функции реле выключения. Последующие одиннадцать (2-12) дискретных выходов представляют собой конфигурируемые дискретные выходы или для управления турбиной, или компрессором. Различие может быть сделано для конфигурируемых дискретных выходов между индикацией состояния и реле уровня. Следующие конфигурации дискретных выходов управления компрессором возможны для каждого контура компрессора:

#### Индикация состояния

- Выключение активно
  - Питание подается, когда процесс выключения активен.
- Реле защитного отключения
  - Питание подается, когда процесс защитного отключения активен.
- Аварийная сигнализация активна;
  - Питание подается, когда условия срабатывания аварийной сигнализации активны.
- Помпаж обнаружен
  - Питание подается при обнаружении помпажа.
- Минимальное положение помпажа активно
  - Питание подается при активном минимальном положении помпажа (SMP).
- Находится в режиме онлайн
  - Система антипомпажного управления находится в режиме онлайн и активна.
- В автоматическом режиме
  - Система управления находится в автоматическом режиме.
- В ручном режиме/ в режиме резервирования
  - Система управления находится в ручном режиме управления с резервированием.
- В режиме полностью ручного управления
  - Система управления находится в полностью ручном режиме.

- Внутреннее реле уровня включено (1-8)
  - Данная функция предназначена для подачи питания на реле, если выбранные внутренние реле уровня 1-8, установленные в режиме настройки конфигурации окна аварийной сигнализации, достигают уровня включения.
- Импульс сброса (1 секунда)
  - Сигнал сброса, предназначенный для системы управления компрессором, подан через реле, чтобы иметь возможность сброса, например, других устройств в шкафу управления.

#### **Реле уровня**

Уровень включения и выключения для подачи питания выхода реле может быть настроен в соответствии со следующими величинами (см. 4.2.20.3, внутренние реле уровня):

- Действительная скорость
- Фактический (действительный) расход (отображение)
- Массовый/ стандартный расход (отображение)
- Рабочая точка (WSPV)
- Фактическое (действительное) давление в линии всасывания
- Фактическое (действительное) давление в линии нагнетания
- Фактическая (действительная) температура в линии всасывания
- Фактическая (действительная) температура в линии нагнетания

Инвертирование также может быть сконфигурировано, чтобы включить подачу питания, когда функция неактивна.

### **3.4 Рекомендации по антипомпажному управлению**

Системы управления компрессором являются всего лишь одним элементом всего контура (цепи) антипомпажного управления. В частности, внешние приборы и оконечные управляющие элементы (антипомпажные клапаны) часто не получают надлежащего уровня внимания в процессе проектирования компрессорной системы. Скорость отклика и сложные программы являются основными дифференцирующими устройствами, отличающими органы управления компрессора от типовых систем управления процессами. Но пользователи часто полагаются на типовое технологическое оборудование для преобразователей и клапанов, затрачивая значительное время и ресурсы, чтобы выбрать систему управления. Скорость и точность всего контура управления, включая приборы и клапаны, имеет критическое значение – Система настолько хороша, насколько хорошо её самое слабое звено.

Принимая это во внимание, следующие рекомендации приводятся в качестве напоминания, чтобы рассматривать весь контур управления при проектировании быстрой, точной и надежной антипомпажной системы управления. Эти рекомендации не предназначены для замены методов инженерного анализа, но содержат типовые рекомендации, принятые в промышленности.

**Контрольно-измерительные приборы**

Скорость является основным фактором при выборе преобразователей. Большинство компрессорных систем будут использовать аналоговые электронные преобразователи со временем отклика, начиная от 250 миллисекунд. Для сравнения, пневматические преобразователи могут иметь постоянные времени в несколько секунд, что, очевидно, делает невозможным их использование в системах защиты от помпажа. Так как цифровые преобразователи стали играть более важную роль, становится все более трудным получить их аналоговые предшественники. Дополнительная обработка сигналов в этих преобразователях добавляет время, хотя и небольшое, ко времени отклика контура. Для получения максимально быстрого отклика некоторые кремниевые датчики, изготовленные методом диффузии, могут иметь постоянные времени около 10 миллисекунд. Импульсные линии должны быть максимально короткими, а преобразователи должны устанавливаться над технологическими линиями, чтобы обеспечивать дренаж (слив) жидкостей. Необходимо строго следовать инструкциям по установке датчика измерения расхода. Рекомендации к длине участка трубопровода со стороны входа или использование устройств подготовки потока не только улучшают точность, но также снижают уровни шумов.

**Антипомпажные клапаны**

Антипомпажные клапаны должны иметь соответствующие размеры, способные пропустить полный расход компрессора при сниженном давлении. Типовой размерный коэффициент клапана (Cv) грубо соответствует двойному максимальному расходу линии ограничения помпажа. Длительность рабочего хода (скорость) обычно составляет 2 секунды или менее из полностью закрытого в полностью открытое положение. Это часто требует использования объемных нагнетателей, в особенности, для клапанов больших размеров, для обеспечения их нормальной работы. Предпочтительно использовать клапаны с линейным откликом, но нелинейные клапаны могут быть подвергнуты характеристике в системе управления компрессором. Применение устройств позиционирования может представлять проблему в антипомпажных системах, но их использование иногда необходимо ввиду типов используемых клапанов. Тщательно проконсультируйтесь с производителем клапана. В некоторых системах может потребоваться снижение уровней шумов.

## Глава 4.

# Режим настройки конфигурации

### 4.1 Введение

505CC-2 может быть сконфигурирована с помощью программного обеспечения Commissioning Configuration Tool (CCT), работающего на подключенном компьютере. В томе 1 приведено описание средств программного обеспечения, а в томе 2 – режим настройки конфигурации турбины. Данная глава содержит только подробную информацию, касающуюся только режима настройки конфигурации компрессора.

Режим настройки конфигурации приложения ToolKit Tool Application, 54183682CF, является пошаговой процедурой программирования системы управления компрессора 505CC-2. На нескольких страницах пользователь знакомится со всеми опциями системы управления компрессором 505CC-2. На следующих экранных окнах пользователю доводится информация обо всех настраиваемых функциях системы управления.

### 4.2 Экранные окна настройки конфигурации компрессора

#### 4.2.1 Главная страница

Главная страница отображается после запуска приложения ToolKit Tool, 54183682CF.wtool. Она может отображаться полностью или в ограниченной конфигурации в зависимости от уровня доступа. Режим полной конфигурации используется для настройки конфигурации системы управления для приложения, и он доступен только в том случае, если турбина выключена с уровнем доступа для полной конфигурации. Режим ограниченной конфигурации позволяет пользователю просматривать те же самые экранные страницы, производя изменения для некоторых опций, но отключает возможность выбора настроек конфигурации, которые не должны изменяться при работающей турбине.

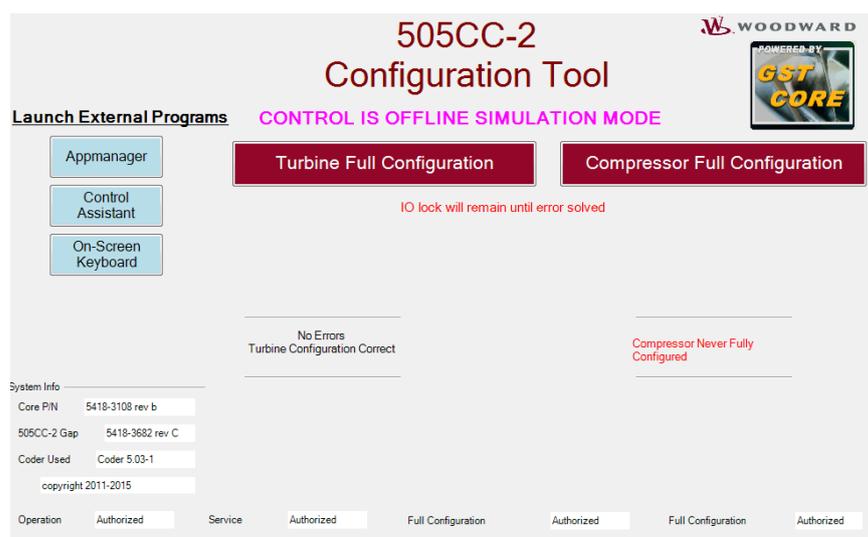


Рисунок 4-1. Главная страница 54183682CF.wtool

Она отображает следующее:

- Полная или ограниченная конфигурация для турбины
  - Дополнительная информация об экранных окнах с настройками конфигурации турбины приведена в томе 2.
- Полная или ограниченная конфигурация для компрессора
  - Эти экранные окна будут описаны в данной главе.
- Внешние программы; см. B26542V1 для получения более подробной информации в отношении этих программ.
  - AppManager обеспечивает включение функций, как загрузка приложений и извлечение журналов данных.
  - Control Assistant может использоваться для настраиваемого извлечения данных и просмотра журналов данных.
  - On-Screen Keyboard (экранная клавиатура) обеспечивает возможность использования клавиатуры с управлением от мышки.
- Информация о системе
  - Отображает производственный номер P/N и версию приложения GAP, а также версию использованного кодирующего устройства.
- Уровень авторизации (доступа)
  - Отображает уровень авторизации (доступа) для различных функций.

Экранное окно, отображаемое на рисунке 4-1, содержит начальный экран с параметрами заводских настроек по умолчанию. Ошибка «отсутствие турбины» и/или «отсутствие компрессора» означает, что пользователь не выполнил успешно шаги режима настройки конфигурации.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

**Вход в режим полного конфигурирования будет выдавать сигнал запираения входов/выходов центрального процессора на модули интерфейса аппаратных средств, и все выходы со стороны контроллера будут отключены.**

**Убедиться в том, что турбина и/или компрессор находятся в остановленном состоянии, и что устройства должным образом заблокированы, или что вопрос безопасности не возникает.**

Выполните следующие шаги, чтобы войти в режим настройки полной конфигурации из условий режима настройки ограниченной конфигурации.

1. Убедитесь, что турбина и/или компрессор выключены, и клапаны парового блока закрыты.
2. Нажмите на кнопку Enter Full Configuration Mode (Войти в режим настройки полной конфигурации).
3. Нажмите на кнопку Confirm Action (Подтвердить действие), которая появится на экране. Если она не будет нажата в течение нескольких секунд, это приведет к тому, что произойдет возврат кнопки Enter Full Configuration Mode (Войти в режим настройки полной конфигурации).
4. Центральный процессор теперь выдаст сигнал запираения входов/выходов на модулях интерфейса аппаратных средств, и все выходы со стороны контроллера будут отключены.
5. Теперь будет доступна кнопка Compressor Full Configuration (Полная конфигурация компрессора).

505CC-2 предоставляет мастер настройки конфигурации компрессора, чтобы обеспечить выполнение настройки конфигурации в правильном порядке. Щелкните по Compressor Full Configuration (Полная конфигурация компрессора), чтобы начать работу мастера настройки конфигурации компрессора и выполните настройки в Main Configuration (Основная конфигурация), см. 4.2.2, All Stages Main Configuration (Основная конфигурация всех ступеней).

## 4.2.2 Основная конфигурация всех ступеней

Это начальное экранное окно для настройки конфигурации отдельного приложения для компрессора. Первым шагом будет выбор схемы компоновки (размещения) компрессора. Имеются следующие опции:

- Антипомпажный контроллер не используется
- Одноступенчатый компрессор
  - Применяется только к одному компрессору.
- Двойной с одним датчиком измерения расхода
  - Два компрессора управляются с помощью одного датчика расхода.
- Двойной с двумя датчиками расхода
  - Два компрессора управляются с помощью двух датчиков расхода.
- Двойной с промежуточным боковым отводом газа
  - Два компрессора с боковым отводом. Два датчика расхода обязательны для этой схемы компоновки.
- Двойной с промежуточным подводом газа
  - Два компрессора с промежуточным боковым подводом газа. Два датчика измерения расхода обязательны для этой схемы компоновки.



Рисунок 4-2. Настройка схемы компоновки компрессора

Экранные окна и опции конфигурации отображаются или скрываются в зависимости от схемы компоновки компрессора и сконфигурированных функций управления.

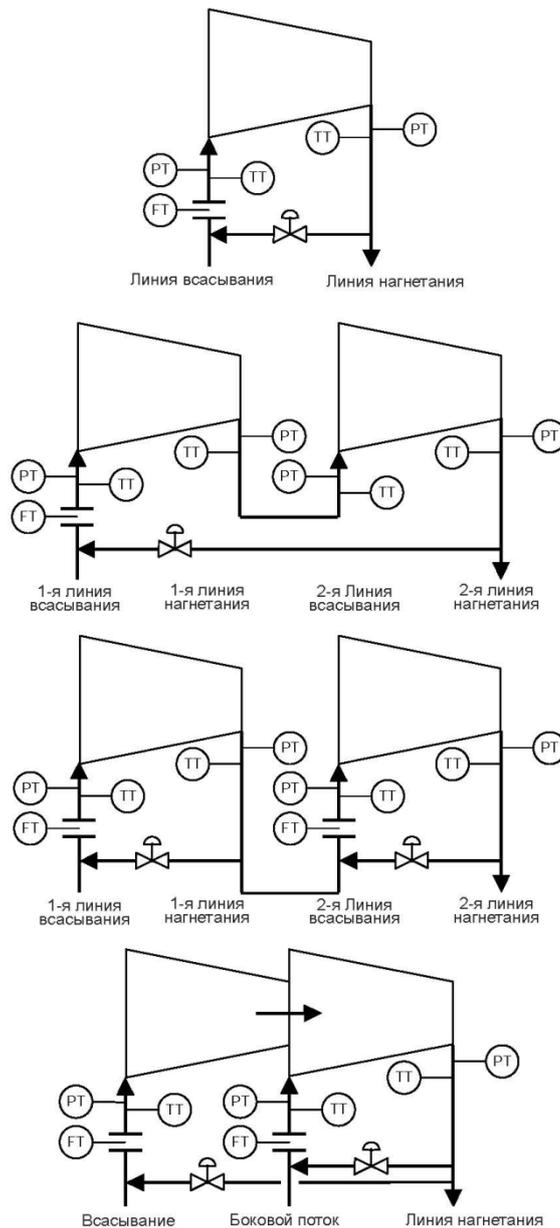


Рисунок 4-3. Примеры схем компоновки компрессоров

#### 4.2.2.1 Одиночный компрессор

Ниже приведены описания функциональных характеристик при сконфигурированной схеме компоновки для одного компрессора. Добавление местоположений датчика и/или выбор схемы компоновки антипомпажного клапана потребуются, когда будут выбраны другие схемы компоновки.

#### Единицы измерений

Выберите систему единиц измерений из следующего списка:

- Метрические единицы измерений для всех сигналов
- Британские единицы измерений для всех сигналов

Путем выбора данного параметра будут определены единицы измерений, которые будут использоваться при настройке конфигурации системы управления компрессором. Этот параметр является критическим, так как карта области помпажа и рабочая точка будут рассчитаны на основе этой информации.

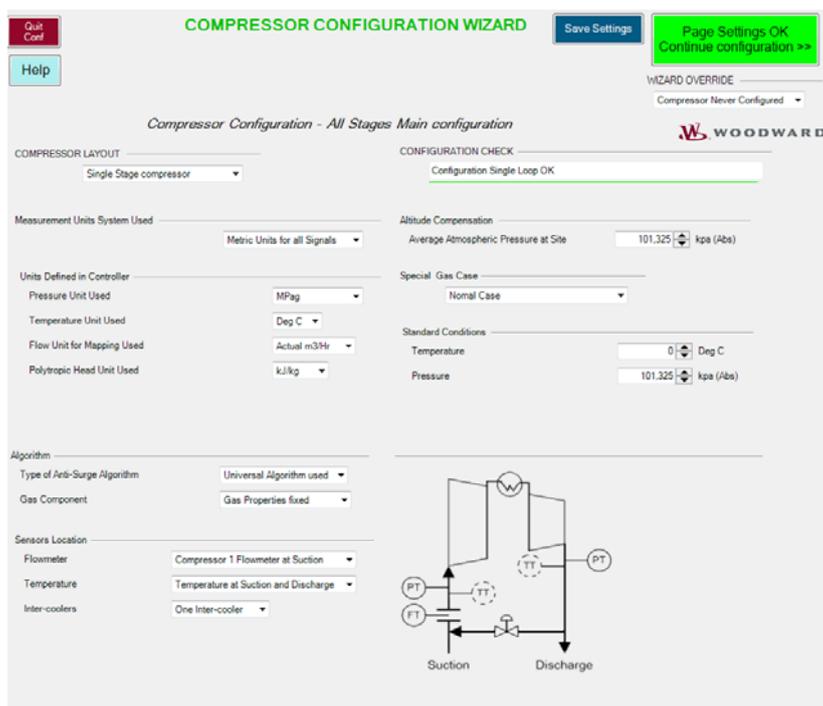


Рисунок 4-4. Основная конфигурация, пример одноступенчатого компрессора

#### Единицы измерений, определяемые в контроллере

Выбранные единицы измерений для давления, температуры и расхода будут общими для всех этих сенсорных измерений, используемых в контуре управления.

Выберите единицы измерения давления, используемые для всех преобразователей давления, за исключением датчиков расхода. Имеются следующие опции:

Метрические единицы	Британские единицы
кПа (абсолютное)	фунты на квадратный дюйм (абсолютное)
бар А (абсолютное)	Футы или H <sub>2</sub> O (абсолютное)
кг/см <sup>2</sup> (абсолютное)	Атм. (абсолютное)
кПа маном. (манометрическое)	Торр (абсолютное)
МПа маном. (манометрическое)	Тонн-сил/ фут 2 (абсолютное)
бар маном. (манометрическое)	Дюймов рт. ст. (абсолютное)
кг/см <sup>2</sup> (манометрическое)	фунты на квадратный дюйм маном. (манометрическое) Ft или H <sub>2</sub> O (манометрическое)

Выберите единицы измерения температуры, используемые для всех датчиков температуры. Имеются следующие опции:

Метрические единицы	Британские единицы
Град. С	Град. F
Град. К	Град. R

Выберите единицы измерения расхода, используемые для ввода данных в карту компрессора. Имеются следующие опции:

Метрические единицы	Британские единицы
Действительный, м <sup>3</sup> /ч	Действительный, фут 3/ч
Действительный, м <sup>3</sup> /мин	Действительный, фут 3/мин

Единицы измерения политропного напора могут быть выбраны только при использовании метрических единиц измерений. Фиксированная единица измерений применяется для британских (имперских) единиц измерений:

Метрические единицы	Британские единицы
Н-м/кг	Фут-фунт*с/фунт*м
кг-м/кг	
кДж/кг	

#### Компенсация высоты

Установите среднее атмосферное давление на площадке в метрических единицах кПа А или британских единицах фунтах на квадратный дюйм А; обе величины являются абсолютными единицами измерения давления.

Большинство внутренних расчетов используют абсолютные измерения давления, но возможно настроить 505CC-2 для использования с манометрами, например, для P1 и P2. Затем будет использоваться высотная коррекция (компенсация), которая должна быть добавлена к входным сигналам манометрического давления, чтобы генерировать величины абсолютного давления. См. также таблицу 4-1, на которой приведена зависимость атмосферных давлений, привязанных к высоте над уровнем моря.

Высота над средним уровнем моря		Атмосферное давление	
футы	метры	Фунты на квадратный дюйм А	кПа А
0	0.0	14.70	101.33
500	152.4	14.43	99.49
1000	304.8	14.16	97.63
1500	457.2	13.91	95.91
2000	609.6	13.66	94.19
2500	762.0	13.41	92.46
3000	914.4	13.17	90.81
3500	1066.8	12.93	89.15
4000	1219.2	12.69	87.50
4500	1371.6	12.46	85.91
5000	1524.0	12.23	84.33
6000	1828.8	11.78	81.22
7000	2133.6	11.34	78.19
8000	2438.4	10.91	75.22
9000	2743.2	10.50	72.40
10000	3048.0	10.10	69.64
15000	4572.0	8.29	57.16

Таблица 4-1. Зависимость атмосферного давления

#### Случай для специальных газов

В данном пункте описывается различие между газовым или воздушным компрессором, и в случае с воздушным компрессором – имеется или нет давление в линии всасывания.

- Нормальный случай;
  - Средой является газ, и система управления компрессором требует, чтобы был подсоединен преобразователь давления в линии всасывания.
- Воздушный компрессор с давлением в линии всасывания;
  - Средой компрессора является воздух, и преобразователь давления в линии всасывания используется системой управления компрессором.

- Воздушный компрессор без давления в линии всасывания;
  - Средой компрессора является воздух, но преобразователь давления в линии всасывания не используется системой управления. Вместо него будет использоваться величина, установленная для среднего атмосферного давления.

#### Стандартные условия

Стандартные условия не являются идентичными во всех случаях. Различные организации установили целый ряд определений для стандартных условий. На данном этапе должны быть введены стандартные условия для рабочей площадки, применяющиеся для Вашей компрессорной установки. 505CC-2 использует эти данные для нормализации расхода.

Температура	Абсолютное давление	Относительная влажность	Издатель
Град. С	кПа	Относительная влажность, %	
0	100.000		IUPAC (новый)
0	101.325		IUPAC (старый), NIST, ISO10780
15	101.325	0	ICAO's ISA, ISO13443, EEA, EGIA
20	101.325		EPA, NIST
25	101.325		EPA
25	100.000		SATP
20	100.000	0	CAGI
15	100.000		SPE
20	101.3	50	ISO 5011
Град. F	Фунты на квадратный дюйм	Относительная влажность, %	
60	14.696		SPE, US OSHA, SCAQMD
60	14.73		EGIA, OPEC, US EIA
59	14.503	78	US Army Standard Metro
59	14.696	60	ISO 2314, ISO 3977-2
F	Дюймы рт. ст.	Относительная влажность, %	
70	29.92	0	AMCA
59	29.92		FAA

Таблица 4-2. Стандартные нормальные условия

#### Алгоритм

Может быть выбран тип алгоритма, который используется в 505CC-2 для управления рабочей точкой контроля помпажа, см. также 2.10 Расчеты рабочей точки для получения дополнительной информации в отношении различных алгоритмов. Имеются следующие опции:

- Стандартный алгоритм
- Универсальный алгоритм

Универсальный алгоритм не требует измерения температуры газа рядом с датчиком расхода, в линии всасывания или нагнетания. Он может использоваться только в системах управления одноступенчатых или двухступенчатых компрессоров с двумя датчиками расхода.

#### **Состав газа**

Характеристики газа могут быть фиксированными или рассчитываемыми. Данный выбор зависит от компенсации параметров технологического газа, то есть, молекулярной массы, показателя адиабаты и т.д. Например, выберите фиксированные параметры для компрессора охлаждения для замкнутого контура; для компрессора рециркуляции углеводородов на нефтеперерабатывающих заводах могут потребоваться расчеты характеристик газа.

Расчет характеристик газа возможен только в комбинации со стандартным алгоритмом, так как универсальный алгоритм обладает существенной устойчивостью к изменениям газовой компенсации. В дополнение к этому, требуются измерения температуры, как в линии всасывания, так и в линии нагнетания компрессора для получения расчетных характеристик газа.

Расчетные характеристики газа позволяют системе управления компрессора производить расчет политропного показателя в процессе работы компрессора и автоматически перенастроить его при изменении состава газа. Требуются все датчики температуры, чтобы иметь возможность использования данной функции.

Независимо от выбора, никакие расчеты не будут осуществляться в случае использования универсального алгоритма, или если отсутствуют температурные измерения.

#### **Местоположение датчика**

Эти опции выбора могут отличаться в зависимости от выбранной схемы компоновки компрессора. Приведенное ниже описание соответствует одноступенчатой схеме компрессора.

Выберите местоположение используемого расходомера, то есть, в линии всасывания или в линии нагнетания компрессора.

Выберите местоположение датчика (-ов) температуры, если таковые используются. Дополнительные возможности выбора могут быть сделаны для использования установленной по умолчанию величины или расчетной величины измеренной температуры вместо измеренной величины.

Имеются следующие опции:

- Температура в линии всасывания и нагнетания
- Температура только в линии всасывания
- Температура только в линии нагнетания
- Датчики температуры не используются

Состояние, отображаемое под отметкой выбранной конфигурации, отображает ошибку, если настройки имеют расхождения друг с другом при использовании стандартного алгоритма. Пример состояний ошибки (ошибочных ситуаций):

- Температура не измеряется на датчике измерения расхода.
- Выбран режим измерения параметров газа при отсутствии всех необходимых датчиков температуры.

Может использоваться один или множество промежуточных холодильников. Промежуточные холодильники вносят ошибку в политропный показатель. 505CC-2 использует усовершенствованный алгоритм, чтобы скорректировать эту ошибку. Необходимо выбрать количество промежуточных холодильников в установке, чтобы обеспечить эту корректировку. Ввод должен осуществляться независимо от того, используется ли 505CC-2 в одном корпусе, то есть параметры процесса отсутствуют до или после холодильников.

#### 4.2.2.2 Сдвоенный компрессор

Местоположение датчика и промежуточные холодильники для обоих компрессоров должны быть введены в данном экранном окне, когда выбирается схема компоновки со сдвоенным компрессором.

В дополнение, компоновка клапанов или схема трубопроводов должны быть определены в случае сдвоенного компрессора с двумя датчиками расхода и двумя антипомпажными клапанами.

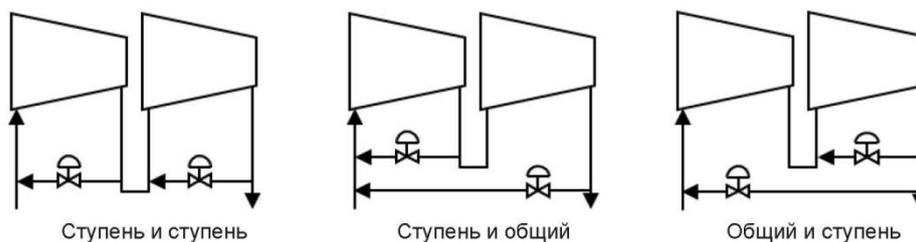


Рисунок 4-5. Сдвоенный компрессор с двумя датчиками расхода

#### 4.2.3 Характеристики газа для всех ступеней

Следующие характеристики газа должны быть введены в этом экранном окне:

- Молекулярная масса;
  - В случае с воздухом молекулярная масса MW фиксируется равной 28.95 г/моль, если ввод для выбранного газа осуществляется в г/моль.
- Соотношение удельных теплоемкостей
- Критическое давление
- Критическая температура

Рисунок 4-6. Характеристики газа

Молекулярная масса выражается в граммах на моль. Небольшие отклонения не повлияют на точность антипомпажного контроллера, но для оптимизации необходимо установить её величину. Установка величины должна быть идентична данным производителя компрессора, как показано на карте области помпажа. Она будет использоваться для расчета вводимой карты области помпажа и для отображения массового расхода.

Соотношение удельных теплоемкостей ( $C_p/C_v$ ) должно быть неизменным. Оно используется для расчета политропного показателя.

Сжимаемость в линии всасывания и нагнетания, Z1 и Z2, представляют собой сжимаемость газа, ожидаемую в линии всасывания и нагнетания компрессора. Она зависит от условий в этом местоположении. Имеется инструмент справки для определения сжимаемости.

Хотя система управления компрессора может произвести расчет этих коэффициентов сжимаемости в процессе работы, обязательно настроить эти величины в соответствии с техническими требованиями на проектирование, которые будут использоваться при определении карты области помпажа.

Критическое давление ( $P_c$ ) является обязательным, если система управления компрессора была сконфигурирована на использование газа с переменными характеристиками, и были произведены расчеты характеристик газа.

Критическая температура ( $T_c$ ) является обязательной, если система управления компрессора была сконфигурирована на использование газа с переменными характеристиками, и были произведены расчеты характеристик газа.

Информация о характеристиках газа имеется в нижней части данного экранного окна и в таблице 4-3.

**ВАЖНО**

**Характеристики газа, приведенные в окне с характеристиками газа, приведены только для справки. Пользователь должен определить точность для используемого газа, который может иметь комбинацию этих характеристик. Альтернативно, может потребоваться проведение анализа газа.**

Выбранный газ	Молекулярная масса, г/моль	Соотношение теплоемкостей	Критическое давление, кПа абс/ фунты на квадратный дюйм абс	Критическая температура, град. C / град. F
Ацетилен	26.038	1.2598	6191 / 897.93	35.18 / 95.32
Воздух	28.959	1.4028	3771 / 546.94	-140.5 / -220.9
Аммиак	17.03	1.3096	11400 / 1653.43	132.4 / 270.32
Аргон	39.948	1.67	4898 / 710.39	-122.29 / -188.1
Бензол	78.11	1.12	4924 / 714.16	288.85 / 551.9
Изобутен	58.123	1.1	3720 / 539.54	134.98 / 275
Бутан-п	58.123	1.11	3796 / 550.56	152.03 / 305.7
Изобутен	56.107	1.11	4001 / 580.15	144.85 / 292.7
Диоксид углерода	44.01	1.2937	7382.5 / 1070.74	31.06 / 87.908
Оксид углерода	28.010	1.4024	3498.7 / 507.44	-140.24 / -220.43
Хлор	70.906	1.33	7700 / 1116.79	144 / 291.2
Этан	30.069	1.1932	4883.9 / 708.35	32.27 / 90.1
Этилен	28.054	1.2426	5076 / 736.21	9.49 / 49.1
Фтор	37.997	1.36	5215 / 756.37	-128.85 / -199.9
Фреон 11	137.38	1.14	4374 / 634.39	198 / 388.4
Фреон 12	120.91	1.13	4115 / 596.83	112 / 233.6
Фреон 13	104.47	1.14	3869 / 561.15	28.78 / 83.8
Фреон 22	86.48	1.18	4936 / 715.9	96 / 204.8
Гелий	4.0026	1.66	227.5 / 32.996	-267.9 / -450.2
Гептан-п	100.20	1.05	2736 / 396.82	266.85 / 512.33
Водород	2.016	1.3842	1298 / 188.26	-239.91 / -399.8
Хлороводород	36.46	1.41	8319 / 1206.57	51.85 / 125.33
Фтороводород	20.01	0.97	6485 / 940.57	187.85 / 370.13
Метан	16.043	1.3054	4596 / 666.59	-82.62 / -116.7

Выбранный газ	Молекулярная масса, г/моль	Соотношение теплоемкостей	Критическое давление, кПа абс/ фунты на квадратный дюйм абс	Критическая температура, град. С / град. F
Метанол	32.04	1.2	8084/1172	240 / 464
Хлористый метил (CH <sub>3</sub> CL)	50.488	1.24	6680 / 968.85	143.1 / 289.6
Природный газ (*)	17.74	1.27	4634 / 672.1	-70.15 / -94.3
Неон	20.179	1.64	2756 / 399.72	-228.75 / -379.7
Моноксид азота	30.006	1.4	6485 / 940.57	-93 / -135.4
Азот	28.0134	1.4	3399.9 / 493.11	-146.95 / -232.51
Октан	114.23	1.66	2513 / 364.48	295.85 / 564.5
Кислород	31.9988	1.3933	5043 / 731.43	-118.574 / -181.4
Пентан	72.15	1.06	3374 / 489.36	196.85 / 386.33
Пропан	44.096	1.15	4250 / 616.41	96.67 / 206
Пропилен	42.08	1.1568	4610 / 667.17	91 / 195.8
Насыщенный пар	18.016	1.25-1.32	22119 / 3208.09	373.85 / 704.9
Диоксид серы	64.06	1.2825	7884 / 1143.48	157.65 / 315.8
Перегретый пар	18.016	1.315	22119 / 3208.08	373.85 / 704.9

Таблица 4-3. Справочные данные для газов, приведены для температуры 25 °C

Нажмите на кнопку инструмента справки, чтобы вывести на экран инструмент для расчета сжимаемости. Убедитесь, что правильная величина критической температуры и давления были ранее определены и введены в систему.

Введите ожидаемое давление газа и температуру и нажмите на кнопку calculate (Рассчитать). Инструментальное средство отобразит ожидаемую величину Z.

Рисунок 4-7. Инструмент для расчета сжимаемости

Например, давление и температура в линии всасывания могут быть введены, чтобы определить сжимаемость в линии всасывания, величина которой будет введена в характеристики газа.

#### 4.2.4 Датчик расхода для всех ступеней

Количество расходомеров появится в этом экранном окне, ожидая схему компоновки компрессора в первом экранном окне настройки конфигурации, см. 4.2.2 Основная конфигурация для всех ступеней.

Это экранное окно настройки конфигурации используется для расчета коэффициента датчика расхода, используемого системой управления компрессора. Этот параметр является критически важным, так как система управления конфигурацией запросит и проверит, чтобы его величина была введена, или отобразится состояние ошибки.

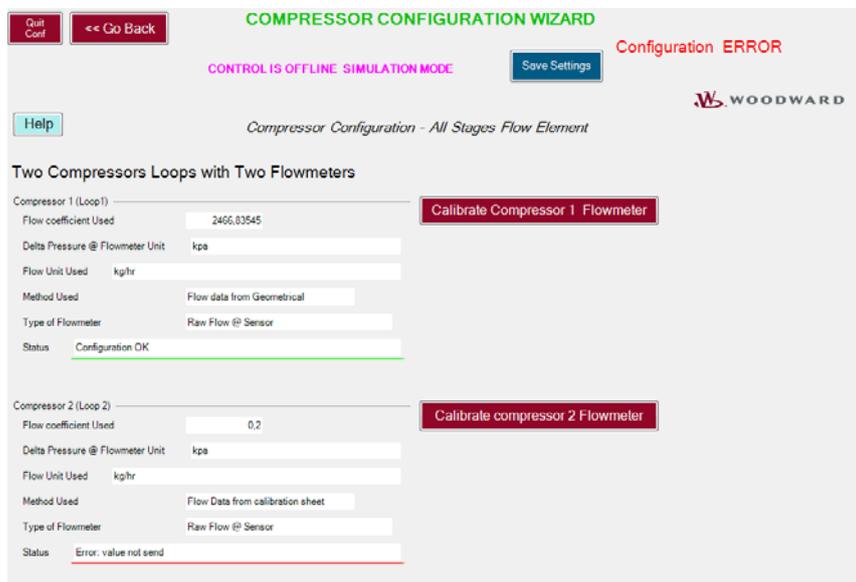


Рисунок 4-8. Экранное окно датчика расхода

Нажмите на кнопку калибровки расходомера компрессора, чтобы начать ввод требуемых данных о калибровке. Данные калибровки могут быть основаны на спецификации с данными калибровки или данными о геометрии датчика расхода.

#### Тип датчика расхода

Выбор типа датчика расхода зависит от используемого датчика расхода. Система управления компрессором требует ввода этой настройки.

Имеются следующие опции:

- Необработанные данные о расходе;
  - Датчик расхода предоставляет только необработанные данные, то есть, данные о перепаде давлений.
- Квадратный корень;
  - Датчик расхода будет предоставлять величину квадратного корня из перепада давления; поэтому, система управления компрессором не сможет выполнить этот расчет.
- Квадратный корень и компенсация давления;
  - Датчик расхода предоставит квадратный корень из перепада давлений, и компенсирует величину исходя из действительного давления на сенсоре.

#### Используемый метод расчетов

Выберите метод, используемый для расчетов коэффициента датчика расхода. Имеются следующие опции:

- Данные о расходе из спецификации с данными калибровки
- Данные о расходе, исходя из геометрии
- Ручная настройка коэффициента расхода

##### 4.2.4.1 Метод 1: Данные о расходе из спецификации с данными калибровки

Метод использования данных о расходе из спецификации с данными калибровки может использоваться при наличии спецификации с данными калибровки датчика расхода.

Flowmeter @ Compressor 1 (Loop 1)

Flow Calculation

Flow coefficient used: 2466.83545

Status: Error: value not send

Close Calibration

Flow Unit: kg/hr

Calculation Method Used: Flow Data from calibration sheet

Flow Sensor type: Raw Flow @ Sensor

Delta Pressure Unit: kpa

Unit for Both Loops Must be the same

Flow: 1414658 kg/hr

Delta Pressure at flow: 250 kpa

Molecular Weight: 11.3 g/mol

Pressure at Flowmeter: 28.34 MPag

Temperature at Flowmeter: 28.05 Deg C

Compressibility at Flow (Z): 1.2128

Intermediate Result: 3016.40332

Value can be send

Send calculated value to control

Рисунок 4-9. Данные о расходе из спецификации с данными калибровки

Введите данные из спецификации с данными калибровки. Единицы измерений будут зависеть от настройки конфигурации единиц измерений.

Введите величину расхода и единицы измерений. Имеются величины объемного и массового расхода, которые должны быть введены в единицах измерений, показанных в следующей таблице.

Метрические единицы	Британские единицы
НмЗ/ч	ст. куб. футы/мин x 1000
кг/ч	Фунты/ч

Введите перепад давлений при заданном расходе и используемых единицах измерений. Единицы измерений имеют критическое значение при использовании геометрического метода. Имеющиеся единицы измерений приведены ниже в таблице:

Метрические единицы	Британские единицы
кПа	фунты на квадратный дюйм
мбар	дюймы водяного столба
мм водяного столба	дюймы ртутного столба
мм ртутного столба	

Введите молекулярную массу газа, используемого в процессе калибровки, в приведенных единицах измерений. Этот газ может отличаться от газа, используемого в процессе работы компрессора.

Введите давление газа на расходомере в процессе калибровки в приведенных единицах измерений.

Введите температуру газа на расходомере в процессе калибровки в приведенных единицах измерений.

Введите коэффициент сжимаемости (Z) газа в процессе калибровки.

Этот промежуточный результат будет представлять собой коэффициент расхода, используемый системой управления компрессора. Кнопка “send calculated value to the control” (передать измеренную величину в систему управления) передаст эту величину, и состояние изменится в конфигурацию ОК.

#### 4.2.4.2 Метод 2: Данные о расходе исходя из геометрии

Данные о расходе, исходя из геометрии, могут использоваться, когда известны геометрические характеристики датчика расхода. Система управления компрессора может произвести расчет коэффициента исходя из этих данных.

Flowmeter @ Compressor 1 (Loop 1)

Flow Calculation

Flow coefficient used: 2466.83545

Status: Error. Data changed

Close Calibration

Flow Unit: kg/hr

Calculation Method Used: Flow data from Geometrical

Flow Sensor type: Raw Flow @ Sensor

Delta Pressure unit: kpa

Unit for Both Loops Must be the same

Geometry data's

Diameter (d): 285.05 mm

Beta Ratio (d/D): 0.7333

Y Factor: 0.9779

C coefficient: 0.5969

Intermediate Result: 2466.83545

Note: If an annubar sensor is used, then set Beta Ratio to Zero, and Diameter (d) to Pipe ID Diameter (D).

Value can be send

Send calculated value to control

Рисунок 4-10. Данные о расходе, исходя из геометрии

Введите следующие данные исходя из данных об элементе измерения расхода. Единицы измерений будут зависеть от используемых единиц измерений. См. единицы для перепада давлений в методе 1. Данная величина имеет критическое значение для расчета коэффициента, исходя из данных о геометрии системы.

- Введите диаметр датчика расхода в мм или дюймах в зависимости от используемых единиц измерений.
- Введите соотношение бета для датчика расхода.
- Введите коэффициент Y для датчика расхода.
- Введите коэффициент C для датчика расхода.

Этот промежуточный результат будет представлять собой коэффициент расхода, используемый системой управления компрессора. Кнопка “send calculated value to the control” (передать измеренную величину в систему управления) передаст эту величину и состояние изменится в конфигурацию ОК.

#### 4.2.4.3 Метод 3: Ручная настройка коэффициента расхода

Коэффициент датчика расхода может быть введен непосредственно и передан в систему управления. Эта опция рекомендуется только для пользователей, имеющих опыт определения этой величины; в противном случае, следует использовать другой метод.

### 4.2.5 Настройки антипомпажного клапана для всех ступеней

Эта страница используется для настройки поведения антипомпажного клапана и характеристик в системе управления компрессора. Могут быть запрошены настройки одного или двух клапанов в зависимости от схемы конфигурации компрессора.



Рисунок 4-11. Настройки антипомпажного клапана

Компенсация коэффициента усиления может компенсировать характеристики антипомпажного клапана исходя из спецификации с данными линеаризации, или  $CV$ , предоставленного поставщиком клапана. Дополнительное экранное окно появится в зависимости от следующих опций выбора:

- Использованная кривая линеаризации;
  - Предоставляет данные с кривой, которые должны быть введены в систему.
- Компенсация, основанная на  $CV$ ;
  - Обеспечивает ожидаемый ввод нормального (стандартного) расхода через клапан при полностью открытом клапане при нормальных условиях, и ввод величины  $CV$  клапана.

В дополнение может быть установлен режим возмущения, если необходимо генерировать пульсирующий сигнал высокой частоты. Выбор увеличенного рабочего хода предоставит запас при запросе на открытие или закрытие, обеспечивая механическое уплотнение в данном положении.

#### 4.2.6 Создание карты

Следующее экранное окно будет отображено при выборе создания карты или на следующем шаге мастера настройки конфигурации компрессора. Величины отображают действительные данные карты области помпажа, установленные в системе управления.

Настройки могут быть выполнены с помощью коэффициентов умножения  $X$  и  $Y$  по Modbus, и масштабирование может быть применено для отображения карты области помпажа.

**COMPRESSOR CONFIGURATION WIZARD**

CONTROL IS OFFLINE SIMULATION MODE

Page Settings OK  
Continue configuration >>

Save Settings

WOODWARD

Compressor Configuration - Stage 1 Mapping

Calibrate/Modify compressor 1 Surge Map

Map displayed in HMI P2 = F (low)

Status Configuration Completed

SHOW MAP

Surge Map Loop 1 Configured In Control (Corrected)

Map Actual Flow				Map Discharge Pressure			
Point X-1	3.39	X 1000	Actual m3/Hr	Point Y-1	1.204	-	MPag
Point X-2	4.24	X 1000	Actual m3/Hr	Point Y-2	1.779	-	MPag
Point X-3	5.92	X 1000	Actual m3/Hr	Point Y-3	2.623	-	MPag
Point X-4	8.53	X 1000	Actual m3/Hr	Point Y-4	3.890	-	MPag
Point X-5	10.22	X 1000	Actual m3/Hr	Point Y-5	4.580	-	MPag
Point X-6	10.22	X 1000	Actual m3/Hr	Point Y-6	4.580	-	MPag

Running Operating Point			Running Conditions		
X:	-3.48051863E-	X 1000	Actual m3/Hr	Suction Pressure	0.49999994 MPag
Y:	0.949999365	-	MPag	Suction Temperature	-5.000578 Deg C
				Discharge Temperature	-5.00187063 Deg C

Scaling for HMI Display only			Modbus Multiply Factor	
X maximum to display	20.001	Adjust 1.954	Multiply factor for X	X 100
X minimum to display	2.00423	0.59	Multiply factor for Y	X 100
Y maximum to display	7.81	1.706		
Y minimum to display	0	0		

Рисунок 4-12. Карта, сконфигурированная в системе управления

Могут отображаться следующие карты:

- Давление нагнетания в зависимости от действительного расхода,  $P2=F$  (расход)
- Коэффициент давления (абсолютного) в зависимости от действительного расхода,  $P2/P1=F$  (расход)
- Политропный напор в зависимости от действительного расхода,  $H=F$  (расход)
- Рабочая точка Woodward в зависимости от редуцированного напора,  $q2/H=F$  (редуцир.напор)

Эти случаи охватывают основные карты области помпажа, предоставляемые производителями компрессора. Первые две карты, основанные на измерении давления, будут автоматически адаптироваться при изменениях молекулярной массы, действительного давления в линии всасывания и/ или изменениях температуры, и, поэтому, отображаемая карта может не соответствовать введенным величинам.

Нажмите на кнопку calibrate/modify compressor surge map (произвести калибровку/ модифицировать карту области помпажа компрессора), чтобы ввести данные для карты области помпажа; см. следующий рисунок.

**COMPRESSOR CONFIGURATION WIZARD**

CONTROL IS OFFLINE SIMULATION MODE

Page Settings OK  
Continue configuration >>

WOODWARD

Compressor Configuration - Stage 1 Mapping

Status  
Configuration Completed

CONFIRM SELECTION  
(To start calibration)

Type of Entered Map  
Type of Map Entered: P2 = F(flow)  
Multiply Factor on Flow: E+03  
Multiply Factor on Head: -

Rated Conditions as per Surge Map

Suction Temperature	-5	Deg C
Suction Pressure	0.2	MPag
Discharge Temperature	131	Deg C
Discharge Pressure	1.7	MPag
Rated Speed	10911	rpm
Flow @ Rated	10.517	X 1000 Actual m3/Hr
Power @ Rated Estimated	2.26	MW
Polytropic Efficiency	0.8	
Compressibility (Zavg)	0.974	

Sensor Range Expected (Confirm in Analog Input Page)

Min Suction Pressure	0	MPag
Max Suction Pressure	40	MPag
Min Discharge Pressure	0	MPag
Max Discharge Pressure	40	MPag

Рисунок 4-13. Ввод данных для карты области помпажа

**ПРИМЕЧАНИЕ**

**Ввод данных для карты области помпажа является критически важным, и они должны соответствовать действительным данным области помпажа компрессора и/или вводиться в соответствии с данными производителя компрессора.**

Первая страница предназначена для ввода данных карты области помпажа для расчетных условий, как и для карты области помпажа для рабочих условий, используемых для создания карты области помпажа. Все единицы измерений определяются в первом экранном окне настройки конфигурации, и не могут быть изменены на данном этапе. Ручное преобразование данных потребуется в случае, если они не соответствуют единицам измерения производителя компрессора, используемым для карт области помпажа.

На первом шаге вводится тип вводимой карты. Коэффициент умножения может быть выбран, чтобы использовать введенные величины X и Y с экспонентой, что приводит к соответствию экспоненты с величиной, отображаемой на карте области помпажа.

Требуются следующие расчетные условия:

- Температура в линии всасывания для карты области помпажа
- Давление в линии всасывания для карты области помпажа
- Температура в линии нагнетания для карты области помпажа
- Давление в линии нагнетания для карты области помпажа
- Номинальная (расчетная) скорость, скорость компрессора при данных номинальных (расчетных) условиях
- Политропная эффективность как средняя величина эффективности компрессора. Оценочная мощность производится из этой оценки. Альтернативно, политропная эффективность может регулироваться в соответствии с мощностью компрессора.
- Величина сжимаемости оценивается из характеристик газа, и не может регулироваться (подвергаться изменениям).

При вводе данных для карты области помпажа осуществляется проверка ошибок. Диапазон датчика давления в линии всасывания и линии нагнетания должен быть введен для проверки того, что введенная карта области помпажа находится в пределах диапазона датчика; в противном случае, будет обнаружена и выведена ошибка.

Продолжайте ввод данных для карты области помпажа после ввода номинальных условий путем нажатия на кнопку, подтверждающую выбор (для начала калибровки).

При вводе данных для карты области помпажа потребуется ввод шести величин X и Y. Рекомендуется получить эти точки с одинаковыми разностями скоростей во всем рабочем диапазоне. Например, номинальное значение составляет 100% скорости, и прочие точки выбираются при 85, 90, 95, 105 и 110% от номинальной скорости.

Нажмите на кнопку next point (следующая точка), чтобы пройти по процедуре ввода данных для всех шести точек.

**ВАЖНО**

**Следующий шаг по вводу данных для карты области помпажа будет запрошен только в том случае, если номинальные условия будут установлены.**

Экранное окно состояния отобразит ошибку при её обнаружении. В дополнение, соответствующая введенная точка будет подсвечена красным цветом. Состояние заполненной конфигурации будет отображено, если не будет выявлено ошибок при вводе данных. Также можно нажать на кнопку back (возврат) в случае, если требуется адаптация экранного окна с ранее введенными номинальными условиями.

#### 4.2.7 Настройки управляющих сигналов

Следующее экранное окно, предназначенное для ввода настройки управляющих сигналов, будет отображено при выборе или на следующем шаге мастера настройки конфигурации компрессора. Оно содержит следующие субэкраны:

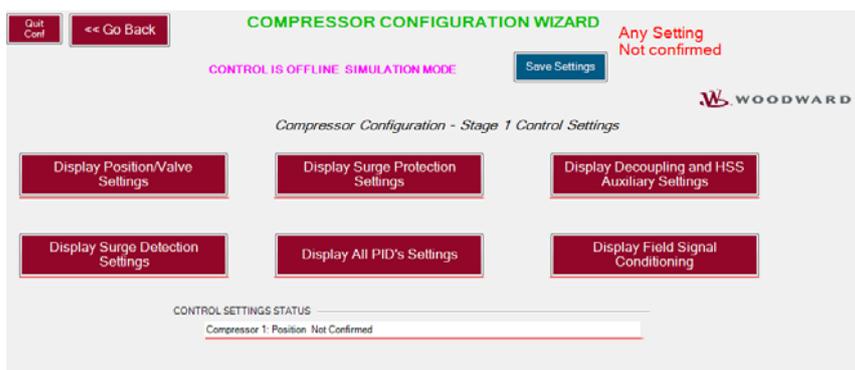


Рисунок 4-14. Настройки управляющих сигналов

- настройки положения / клапана;
  - Положение клапана при выключении и запуске
  - Онлайн обнаружение управляющих сигналов
  - Скорости открытия/ закрытия клапана
- Настройки обнаружения помпажа
  - Используемые методы обнаружения помпажа
  - Действие, предпринимаемое при обнаружении помпажа

- Настройки защиты от помпажа
  - Предотвращение помпажа
  - Действия, предпринимаемые для предотвращения помпажа
- Настройки ПИД – регулирования
  - Нормальные ПИД – настройки
  - ПИД – настройки контроллера скорости
  - Опции фиксации положения клапана
  - Контроллер блокировки автоматки (ручной коррекции) для линии всасывания
  - Контроллер блокировки автоматки (ручной коррекции) для линии нагнетания
- Настройки разъединения и вспомогательные HSS настройки
  - Разъединение по скорости
  - Разъединение по другой ступени
  - Разъединение по внешнему входу #1
  - Разъединение по внешнему входу #2
  - Вспомогательная цепь управления 1
  - Вспомогательная цепь управления 2
- Формирование внешнего сигнала
  - Последние надежные величины
  - Фильтрация внешнего сигнала
  - Настройки величин по умолчанию
  - Действие при ошибке внешнего сигнала

## 4.2.8 Настройки положения / клапана

### 4.2.8.1 Положение клапана при выключении и запуске

Положение антипомпажного клапана в процессе цикла продувки компрессора, выключения или запуска могут быть сконфигурированы на этом субэкране.

The screenshot displays the 'COMPRESSOR CONFIGURATION WIZARD' interface for 'Compressor 1 Sequence and valve position Settings'. The interface includes several sections for configuration:

- Valve Position at Shutdown and Start:**
  - Open Loop Valve Demands:  Shutdown Position Enabled
  - Purge Position: 0 %
  - Position just After Shutdown: 100 %
  - Time After Shutdown: 60 s
  - Zero Speed Level: 0.12 rpm
  - Position if Zero Speed and SD Delay Passed: 100 %
  - Position during Startup: 100 %
- Valve Open/Close Manual Rates Used:**
  - Settings:
    - Manual Raise/Lower Slow Rate: 0.5 %/s
    - Delay for Fast Rate: 3 s
    - Manual Raise/Lower Fast Rate: 1 %/s
  - Use Remote Manual
- Valve Low Clamp (Min Closure):**
  - Lowest HSS Demand: 0 %
- Control Online Detection (Permissive to Modulate):**
  - Triggers:
    - Use Minimum Speed Level: 7600 rpm
    - Use Maximum Suction Pressure Level: 0.2 MPag
    - Use Minimum Discharge Pressure Level: 1.3 MPag
    - Use Minimum Flow Level: 750 Actual cubic meter /hour
    - Use External Contact
- Valve Open/Close Automatic Rates Used:**
  - Settings:
    - Automatic Rate: 0.5 %/s

Buttons: 'Quit Conf', '<< Go Back', 'Save Settings', 'Close Window (Back)', and 'CONFIRM'. A status message reads: 'Any Setting Not confirmed' and 'Compressor 1: Position Not Confirmed'.

Рисунок 4-15. Настройки положения/ клапана

### Положение выключения разрешено (разблокировано)

Начальное = отключено

Если разрешено (разблокировано), приведенные ниже опции будут активны.

**Положение продувки****Начальное =0.0 (0.0, 100.0)**

Введите требуемое положение антипомпажного клапана для цикла продувки в процессе запуска, то есть, открытие от 0 до 100%.

**Положение непосредственно после выключения****Начальное =100.0 (0.0, 100.0),**

Введите требуемое положение выключения, открытие от 0 до 100%, антипомпажного клапана. Как правило, это настройка 100%, т.е., положение полного возврата в исходное состояние антипомпажного клапана.

**Время после выключения****Начальное =60.0 (0.0, 100.0)**

Введите время задержки в секундах, используемое системой управления для определения, когда следует перейти в последовательность операций для нулевой скорости. Антипомпажный клапан переходит из положения выключения в положение с нулевой скоростью после выключения, и когда скорость упадет ниже сконфигурированного уровня нулевой скорости, и будет оставаться на нем в течение установленного времени после времени задержки выключения.

**Уровень нулевой скорости****Начальная=0.0 (0.0, 10000.0)**

Введите уровень скорости в об/ мин, при котором компрессор можно рассматривать как включившийся. Это скорость, при которой антипомпажный клапан переключается из сконфигурированного положения с нулевой скоростью в сконфигурированное положение запуска.

Это также скорость, при которой устройство рассматривается в положении с нулевой скоростью после выключения.

Переключение с уровня с нулевой скоростью вступает в силу только при выполнении остальных условий запуска.

**ВАЖНО**

Описанная выше функция для нулевой скорости активна только в том случае, если имеется действительный сигнал скорости.

Последовательность начнется вместо этого до и от положения выключения, когда отсутствует сигнал скорости. В этом случае сигнал запуска, дискретный входной сигнал или команда ручного запуска требуются для выполнения последовательности управления в режиме онлайн.

**Положение, если нулевая скорость и задержка SD завершились****Начальная =100.0 (0.0, 100.0)**

Введите требуемое положение антипомпажного клапана, от 0 до 100% открытия, когда пройдет отметка ниже нулевой скорости и пройдет установленное время после выключения.

Эта последовательность операций выключения может использоваться для закрытия антипомпажного клапана после выключения, чтобы обеспечить изоляцию процесса вместо того, чтобы оставить клапан в открытом положении. Сконфигурируйте положение, идентичное положению выключения, и установите время задержки равным нулю, когда эта функция не требуется.

**Положение в процессе запуска****Начальное=100.0 (0.0, 100.0)**

Введите требуемое положение запуска, открытие от 0 до 100%, для антипомпажного клапана. Как правило, это настройка 100%, т.е., положение полного возврата в исходное состояние антипомпажного клапана.

Клапан перейдет в это положение при запуске и останется в нем, пока не будут выполнены сконфигурированные онлайн условия.

Минимум один онлайн – триггер должен быть разблокирован, чтобы обеспечить возможность выполнения этой последовательности запуска. Система управления пропустит последовательность запуска и перейдет немедленно в автоматический режим онлайн управления, если онлайн триггеры не сконфигурированы, что не рекомендуется.

#### **4.2.8.2 Онлайн обнаружение управляющих сигналов**

Все разблокированные триггеры должны сработать, чтобы обеспечить переход от последовательности запуска в режим автоматического управления для онлайн системы управления. В режиме онлайн потеря любого из триггеров приведет к возврату системы управления к работе в режиме последовательности запуска.

##### **Использование минимального уровня скорости**

**Начальная=0.0 (0.0, 25000)**

Щелкните по этому блоку, чтобы разблокировать метод обнаружения скорости для онлайн – условий.

Введите требуемую установку скорости в оборотах в минуту для онлайн – условий. Онлайн – триггер срабатывает в процессе запуска, как только скорость превысит данную уставку.

##### **Использование максимального уровня давления в линии всасывания**

**Начальное=0.0 (-14.0, 25000)**

Отметьте, чтобы разблокировать метод обнаружения давления в линии всасывания для онлайн – условий.

Введите требуемую уставку давления в линии всасывания в установке, показанную для онлайн – условий. При запуске, как только давление в линии всасывания снизится ниже величины этой уставки, триггер онлайн обнаружения сработает.

##### **Использование минимального уровня давления в линии нагнетания**

**Начальное=0.0 (-14.0, 25000)**

Отметьте, чтобы разблокировать метод обнаружения давления в линии нагнетания для онлайн – условий.

Введите требуемую уставку давления в линии нагнетания в установке, показанную для онлайн – условий. При запуске, как только давление в линии нагнетания превысит величину этой уставки, триггер онлайн обнаружения сработает.

##### **Использование минимального уровня расхода**

**Начальный=0.0 (0,0, 1000000)**

Отметьте, чтобы разблокировать метод обнаружения расхода для онлайн – условий.

Введите требуемую уставку расхода в линии всасывания в установке, показанную для онлайн – условий. При запуске, как только расход снизится ниже величины этой уставки, триггер онлайн обнаружения сработает.

##### **Использование внешнего контакта**

Отметьте, чтобы разблокировать вспомогательный дискретный вход для онлайн – условий. Этот вспомогательный вход может управляться через Modbus или по сигнальным линиям.

#### 4.2.8.3 Используемые скорости ручного открытия/ закрытия клапана

Настройки для ручного открытия и закрытия антипомпажного клапана могут быть сконфигурированы в данном разделе.

##### Ручное больше/ меньше «медленная» скорость

**Начальная=0.5 (0.0, 100.0)**

Введите «медленную» величину изменения скорости по линейному закону, в процентах в секунду, которая должна быть использована по команде изменения положения клапана в режиме ручного управления или ручного управления с резервированием.

##### Задержка для «быстрой» скорости

**Начальная=3.0 (0.0, 30.0)**

Введите величину в секундах для активации «быстрой» скорости, которая должна быть использована по команде изменения положения клапана в режиме ручного управления или ручного управления с резервированием

##### Ручное больше/ меньше «быстрая» скорость

**Начальная=1.0 (0.0, 100.0)**

Введите «быструю» величину изменения скорости по линейному закону, в процентах в секунду, которая должна быть использована по команде изменения положения клапана в режиме ручного управления или ручного управления с резервированием

##### Использование дистанционной установки в ручном режиме

Отметьте этот блок, чтобы разблокировать дистанционные настройки в ручном режиме. Используется, если вспомогательные входы используются в режиме ручного управления для повышения или понижения скорости.

#### 4.2.8.4 Используемые скорости автоматического открытия/ закрытия клапана

Настройка для автоматического управления антипомпажным клапаном может быть сконфигурирована в данном разделе.

##### Скорость клапана в автоматическом режиме **Начальная=1.0 (0.0, 10.0)**

Введите величину скорости изменения по линейному закону в процентах в секунду, которая будет использоваться программами автоматического управления открытыми контурами при понижении по линейному закону положения антипомпажного клапана.

#### 4.2.9 Настройки обнаружения помпажа

Методы обнаружения помпажа и предпринимаемые действия при выявлении помпажа могут быть сконфигурированы в данном экранном окне.

**COMPRESSOR CONFIGURATION WIZARD**

CONTROL IS OFFLINE SIMULATION MODE Any Setting Not confirmed

Save Settings

WOODWARD

Compressor Configuration - Stage 1 Control Settings

Compressor 1 Surge Detection Settings CONTROL SETTINGS STATUS  
Compressor 1: Position Not Confirmed

Close Window (Back)

**SURGE DETECTION METHOD USED**

FLOW DERIVATIVE SURGE DETECTION

Use Flow Derivative Detection

Trigger Setpoint  %/s

MIN FLOW SURGE DETECTION

Use Minimum Flow Detection

Trigger Setpoint  Eng unit

Eng Unit

DISCHARGE PRESSURE DERIVATIVE SURGE DETECTION

Use Discharge Pressure Derivative Detection

Trigger Setpoint  Eng unit/s

Eng Unit

SUCTION PRESSURE DERIVATIVE SURGE DETECTION

Use Suction Pressure Derivative Detection

Trigger Setpoint  Eng unit/s

Eng Unit

SPEED DERIVATIVE SURGE DETECTION

Use Speed Derivative Detection

Trigger Setpoint  rpm/s

CROSS LINE SURGE DETECTION

Use Surge Detection on Cross Line

**ACTIONS TAKEN WHEN SURGE DETECTED**

LOOP PERIOD  s

SURGE RECOVERY

Enable

Amount  %

Min Vlv Position  %

MINIMUM SURGE POSITION (SMP)

Enable SMP Function

Amount  %

OPERATING SP LIMIT TO DETECT SURGE  %

Dedicated Reset Used to clear SMP

FULL MANUAL CASE

Enable Surge Recovery even in Full Manual

CONTROL LINE SHIFT (After Surge)

Use Auto Shift Function

Amount  % per surge

CONFIRM

Рисунок 4-16. Настройки обнаружения помпажа

#### 4.2.9.1 Используемый метод обнаружения помпажа

##### Производная расхода Начальная величина=80.0 (1.0, 300.0)

Отметьте, чтобы разблокировать программу обнаружения помпажа методом производной расхода. Эта программа обнаруживает помпаж путем мониторинга скорости изменения расчетной величины расхода компрессора.

Введите величину производной расхода в процентах единиц объемного расхода в линии всасывания в секунду, при превышении которой программы выхода из режима помпажа и минимального положения помпажа (SMP) должны сработать (если разблокированы). Рабочая точка конфигурируется в процентах по отношению к широкому диапазону большинства процессов сжатия, и для устранения ложных срабатываний по выявлении шумов при низких уровнях расхода. Например, если текущий рабочий расход составляет 10,000 м<sup>3</sup>/ч, и эта уставка сконфигурирована на 50%, помпаж будет обнаруживаться, если скорость изменения расхода превышает 5,000 м<sup>3</sup>/ч. Тем не менее, та же самая производная при номинальном расходе 50,000 м<sup>3</sup>/ч составляет только 10%, и может быть вызвана сигналом шума, а не наступлением помпажа.

Данные для действительного события помпажа полезны при установлении соответствующей уставки, чтобы исключить шумы нормального сигнала и флуктуации процесса.

##### Минимальный расход Начальная величина=1.0 (1.0, 1.0E+8)

Отметьте, чтобы разблокировать программу обнаружения помпажа методом производной расхода. Эта программа, хотя используется как метод обнаружения помпажа, в действительности не обнаруживает помпаж. Она просто инициирует одни и те же отклики выхода из режима помпажа и минимального положения помпажа для открытого контура, когда рабочая точка компрессора упадет ниже сконфигурированной уставки минимального расхода.

Введите минимальную величину расхода в инженерных единицах объемного расхода в линии всасывания, ниже которой программы выхода из режима помпажа и минимального положения помпажа (SMP) должны сработать (если разблокированы).

#### **Производная давления нагнетания**

**Начальная величина=100.0 (0.001, 1000000)**

Отметьте, чтобы разблокировать программу обнаружения помпажа методом производной давления в линии нагнетания. Эта программа обнаруживает помпаж путем мониторинга скорости изменения измеренного давления в линии нагнетания компрессора.

Введите величину производной давления в линии нагнетания в инженерных единицах в секунду, при превышении которой программы выхода из режима помпажа и минимального положения помпажа (SMP) должны сработать (если разблокированы).

Данные для действительного события помпажа полезны при установлении соответствующей уставки, чтобы исключить флуктуации нормального процесса.

#### **Производная давления всасывания**

**Начальная величина=1.0 (0.001, 100000)**

Отметьте, чтобы разблокировать программу обнаружения помпажа методом производной давления в линии всасывания. Эта программа обнаруживает помпаж путем мониторинга скорости изменения измеренного давления в линии всасывания компрессора.

Введите величину производной давления в линии всасывания в инженерных единицах в секунду, при превышении которой программы выхода из режима помпажа и минимального положения помпажа (SMP) должны сработать (если разблокированы).

Данные для действительного события помпажа полезны при установлении соответствующей уставки, чтобы исключить флуктуации нормального процесса.

#### **Производная скорости**

**Начальная величина=1.0 (1.0, 30000.0)**

Отметьте, чтобы разблокировать программу обнаружения помпажа методом производной скорости. Эта программа обнаруживает помпаж путем мониторинга скорости изменения измеренной скорости компрессора.

Введите величину производной скорости в инженерных единицах в секунду, при превышении которой программы выхода из режима помпажа и минимального положения помпажа (SMP) должны сработать (если разблокированы).

Данные для действительного события помпажа полезны при установлении соответствующей уставки, чтобы исключить флуктуации нормального процесса.

#### **Перекрестная линия**

Отметьте, чтобы разблокировать программу обнаружения помпажа по пересечению линии ограничения помпажа.

Эта программа, хотя используется как метод обнаружения помпажа, в действительности не обнаруживает помпаж. Она просто инициирует одни и те же отклики выхода из режима помпажа и минимального положения помпажа для открытого контура, когда рабочая точка компрессора упадет ниже сконфигурированной линии ограничения помпажа.

### 4.2.9.2 Действие, предпринимаемое при обнаружении помпажа

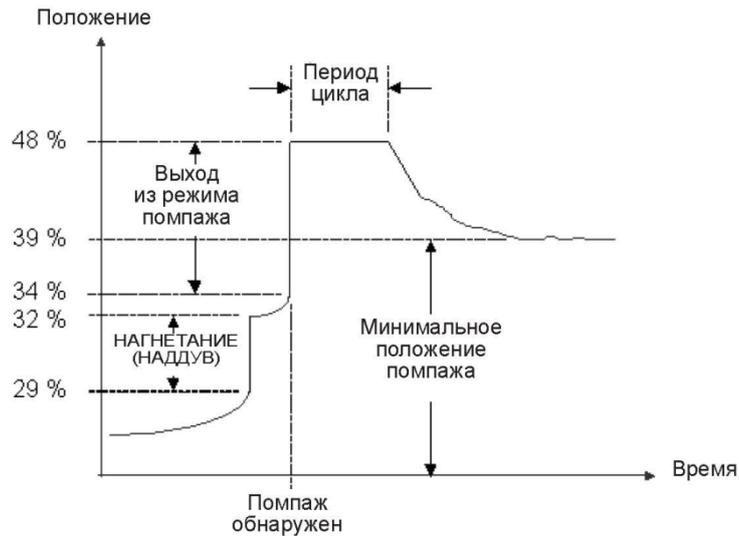


Рисунок 4-17. Действия, выполняемые при обнаружении помпажа

#### Период контура (цикла) Начальная величина=10.0 (1.0, 300.0)

Введите соответствующее время задержки в секундах для соответствующего контура системы.

Это время, необходимое для ступенчатого изменения положения антипомпажного клапана, которое должно быть реализовано при измерении расхода, как только измерения расхода достигают 70~90% от окончательной величины устойчивого состояния. Эта величина зависит от объемов трубопровода.

#### Выход из режима помпажа

Отметьте, чтобы разблокировать ступенчатый отклик открытого контура при обнаружении помпажа любым из сконфигурированных методов обнаружения помпажа.

#### Величина Начальная величина=1.0 (0.5, 50.0)

Введите величину в процентах от величины переключения клапана, которое должно быть добавлено к текущему положению антипомпажного клапана при обнаружении помпажа системой управления. Это новое положение клапана останется активным в течение сконфигурированной длительности периода контура (цикла), и затем будет медленно переключаться по линейному закону со сконфигурированной скоростью затухания.

#### Минимальное положение клапана Начальная величина=1.0 (1.0, 100.0)

Введите величину в процентах открытия клапана, которая будет использоваться как нижний предел для реакции на выход из режима помпажа. При обнаружении помпажа система управления позиционирует антипомпажный клапан в это положение или в текущее положение плюс сконфигурированная величина воздействия при выходе из помпажа (в зависимости от того, какая величина будет больше).

#### Минимальное положение помпажа (SMP)

Отметьте, чтобы разблокировать функцию минимального положения помпажа, которая после прерывания цикла помпажа будет предотвращать закрытие антипомпажного клапана в точку, в которой помпаж был обнаружен.

**Величина****Начальная величина=1.0 (0.5, 50.0)**

Введите величину в процентах от положения клапана, как правило, 3~5%, которая будет добавляться к запросу на переключение антипомпажного клапана при обнаружении помпажа, чтобы установить предельную величину SMP для клапана. После затухания отклика выхода из помпажа открытого контура, клапану не будет позволено закрыться по запросу при величине помпажа плюс данная величина, чтобы снова не перевести устройство в режим помпажа.

Это минимальное положение помпажа требует назначенного или нормального входного сигнала сброса перед тем, как клапан сможет приступить к дальнейшему закрытию:

- Назначенный сброс, используемый для очистки SMP
- Нормальный сброс, используемый для очистки SMP

**Полностью ручной режим**

Щелкните, чтобы разблокировать ступенчатый отклик для выхода из режима помпажа для открытого контура, даже если Вы находитесь в полностью ручном режиме. Эта защита является единственной автоматической программой, блокирующей ручное управление антипомпажным клапаном в полностью ручном режиме управления.

**Сдвиг линии контроля (управления)**

Отметьте, чтобы разблокировать сдвиг линии контроля помпажа исходя из данных счетчика случаев помпажа.

Лини контроля (управления) помпажем будет сдвигаться на установленное в конфигурации процентное значение для каждого обнаруженного случая помпажа, то есть, в% на случай помпажа. После сброса счетчика случаев помпажа величина сдвига медленно сместится по линейному закону в сторону 0, возвращая SCL в исходное положение.

**4.2.9.3 Период цикла, процедура испытаний**

Время отклика системы для 505CC-2 измеряется как период цикла (контура). Это время от начала изменений в антипомпажном клапане до изменения, обнаруживаемого при расчете S\_PV. Обнаруживаемое изменение наиболее часто определяется на уровне 90% от итогового изменения. Таким образом, если S\_PV изменяется от 120% до 130%, период контура (цикла) – это время от изменения положения клапана (выходного сигнала) до того, как S\_PV будет отображаться на уровне 129%.

Проверьте период контура (цикла) каждого антипомпажного клапана в соответствии со следующей процедурой. Если операторам неудобно проводить весь цикл проверки (полные испытания), просто выполните одиночное переключение клапана и зафиксируйте время.»

1. В экранном окне Настройки положения/ клапана (Рисунок 4-15), см 4.2.8.3, увеличьте Скорость ручного переключения клапана до некоторого большого значения, 50%/с, например. Это позволит лучше симулировать пошаговое переключение положения клапана, в противоположность к более медленному ступенчатому переключению.
2. В режиме ручного управления с резервированием или полностью ручного управления используйте функцию предварительной настройки, чтобы завершить каждый из следующих шагов, начиная от 0%.
  - Откройте антипомпажный клапан до 5%. Определите время, требуемое от начала открытия, до момента стабилизации сигнала расхода.
  - Откройте антипомпажный клапан до 10%. Определите время, требуемое от начала открытия, до момента стабилизации сигнала расхода.

- Откройте антипомпажный клапан до 15%. Определите время, требуемое от начала открытия, до момента стабилизации сигнала расхода.
3. Переключите систему управления обратно в автоматический режим, и верните скорость ручного переключения клапана к исходным настройкам.

#### 4.2.10 Настройки защиты от помпажа

Методы защиты от помпажа и предпринимаемые действия могут быть сконфигурированы в этом экранном окне; то есть, выполняется настройка линии контроля помпажа (SCL) или предельные значения линии наддува и действия, выполняемые при их достижении. В дополнение, могут быть настроены последующий аварийный сигнал при выявлении помпажа и функции отключения, и для выбора полностью ручного режима управления они могут быть заблокированы.

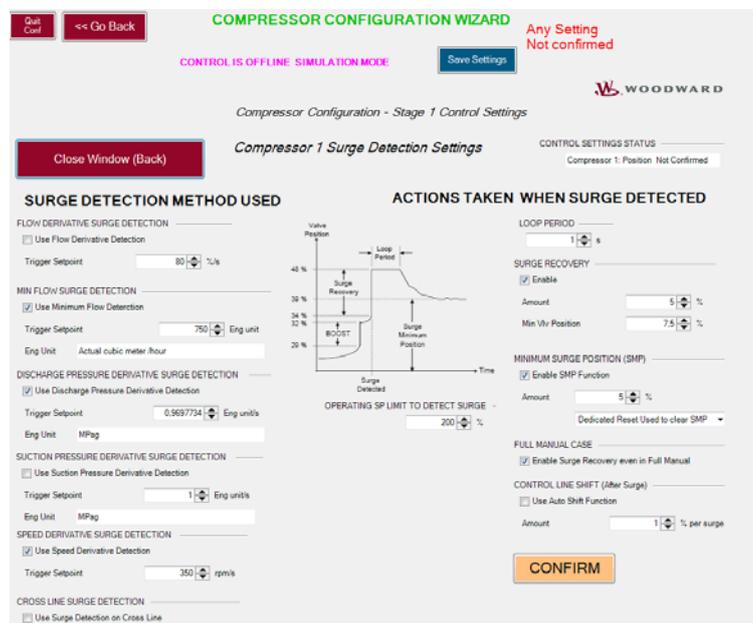


Рисунок 4-18. Настройки защиты от помпажа

##### 4.2.10.1 Предотвращение помпажа

Средства предотвращения помпажа, которые должны быть сконфигурированы, являются линия контроля помпажа и граничные значения защиты наддува на карте области помпажа.

##### Линия контроля помпажа (SCL)

**Начальное граничное значение =10.0 (-30.0, 50.0)**

Введите граничное значение, обычно 8~10%, используемое для расчета уставки или линии контроля помпажа (SCL), когда используется стандартный алгоритм. Это граничное значение, выражаемое как процент дополнительного расхода, отображается на карте справа от сконфигурированной линии ограничения помпажа (SLL).

##### Защита наддува

**Начальное граничное значение =1.0 (0.5, 50.0)**

Введите граничное значение в процентах расхода, обычно 3~5%, чтобы определить наддув или резервную линию влево от сконфигурированной линии контроля помпажа.

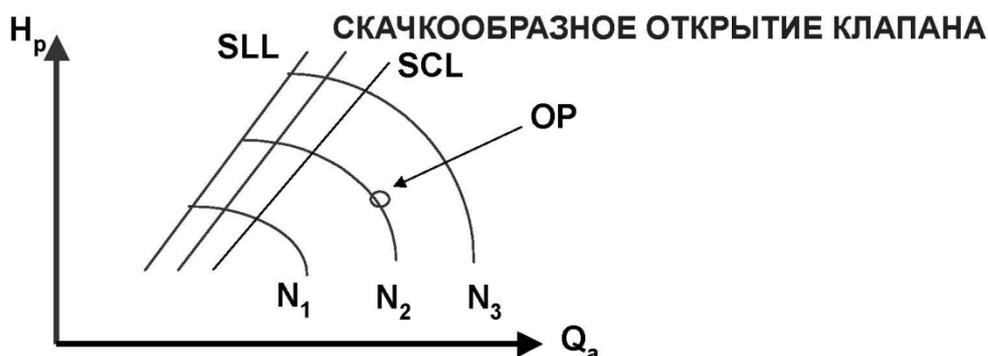


Рисунок 4-19. Линии предотвращения помпажа

#### 4.2.10.2 Последующая защита от помпажа

Время и счетчик могут быть определены для последующей защиты от помпажа, обеспечивая срабатывание сигнализаций и/или действий по отключению. Например, 3 события помпажа обнаруженные в пределах 20 секунд, инициируют соответствующий аварийный сигнал помпажа.

##### Максимальное число сигнализации помпажа

**Начальное значение=3 (0, 100)**

Устанавливает значение счетчика, при достижении которого в течение установленного времени будет инициирован аварийный сигнал.

##### Время сигнализации максимального числа случаев помпажа

**Начальное значение=20 (0, 3600)**

Установите время, в течение которого должны быть подсчитаны случаи помпажа, чтобы инициировать аварийный сигнал.

##### Аварийная сигнализация при последующих случаях помпажа

Разблокируйте эту опцию, чтобы генерировать аварийный сигнал в случае обнаружения последующего помпажа для установленной аварийной сигнализации.

##### Полное открытие при обнаружении последующих случаев помпажа

Разблокируйте эту опцию, чтобы полностью открыть антипомпажный клапан в случае обнаружения последующего помпажа для установленной аварийной сигнализации.

##### Отключение при максимальном числе случаев помпажа

**Начальное значение=4 (0, 7)**

Устанавливает значение счетчика, при достижении которого в течение установленного времени будет инициировано отключение.

##### Время отключения для максимального числа случаев помпажа

**Начальное значение=20 (0, 10000)**

Установите время, в течение которого должны быть подсчитаны случаи помпажа, чтобы инициировать отключение.

##### Отключение при обнаружении последующих случаев помпажа SD

Разблокируйте эту опцию, чтобы инициировать выключение в случае активации обнаружения последующего помпажа для установленной аварийной сигнализации.

#### 4.2.10.3 Предпринимаемые действия

Действия, для которых должна быть выполнена настройка конфигурации: период контура (цикла), скачкообразное открытие и процентные значения для перерегулирования.

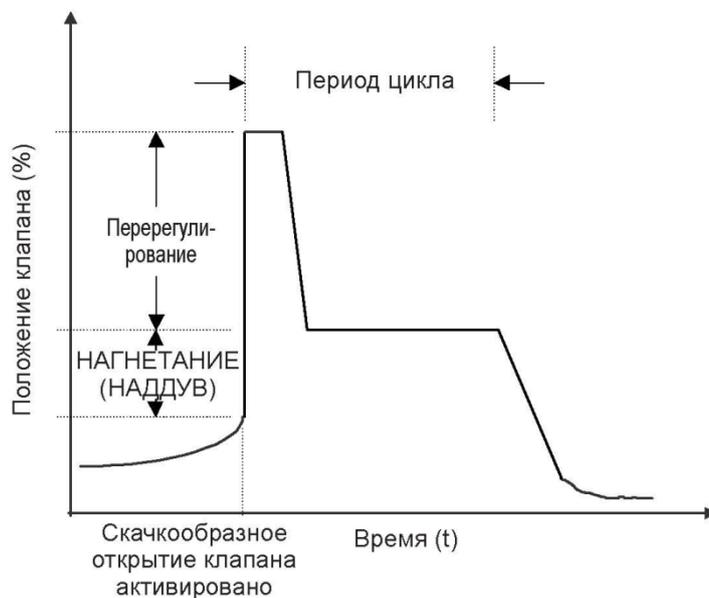


Рисунок 4-20. Предпринимаемые действия

**Время контура (цикла)** **Начальная величина=10.0 (1.0, 300.0)**  
 Определяет период контура (цикла) для наддува и перерегулирования.  
 Это период контура (цикла), см. также 4.2.9.2 Действия, предпринимаемые при обнаружении помпажа

**Разблокировать скачкообразное открытие** **Начальная величина=1.0 (0.0, 50.0)**  
 Отметьте блок, чтобы разблокировать скачкообразное открытие или пошаговый отклик резервной линии открытого контура.

Введите величину переключения клапана в процентах, которая должна быть добавлена к текущему положению антипомпажного клапана, когда рабочая точка компрессора достигнет точки скачкообразного открытия или резервной линии. Это новое положение клапана останется активным в течение сконфигурированного времени контура (цикла), и затем будет медленно переключаться по линейному закону со сконфигурированной скоростью затухания.

Как правило, это величина будет соответствовать величине увеличения расхода компрессора в процентах, сконфигурированная в качестве граничного значения наддува. Другими словами, это значение открытия клапана должно перевести компрессор из режима наддува или резервной линии в состояние линии контроля помпажа.

**Разблокировка кратковременного перерегулирования** **Начальное значение=0.0 (0.0, 50.0)**  
 Отметьте, чтобы разблокировать функцию кратковременное перерегулирование.

Эта функция кратковременно обеспечит превышение рабочего хода антипомпажного клапана в начале цикла наддува и выхода из режима помпажа открытого контура, чтобы помочь снизить время отклика системы. Она, как правило, используется для процессов с избыточными периодами контура (цикла) ввиду больших объемов трубопроводов.

Введите величину в процентах от величины переключения клапана, которая должна быть добавлена к сигналу антипомпажного клапана в начале скачкообразного открытия и шагов по выходу из режима помпажа. Эта величина превышения рабочего хода будет действовать в пределах 12%, которые установлены по умолчанию, но может быть перенастроена в ходе работы для периода времени контура.

#### 4.2.11 Настройки ПИД – регулирования

The screenshot displays the 'COMPRESSOR CONFIGURATION WIZARD' interface. At the top, it indicates 'CONTROL IS OFFLINE SIMULATION MODE' and 'Any Setting Not confirmed'. The main title is 'Compressor Configuration - Stage 1 Control Settings'. Below this, there are several configuration sections:

- Normal Surge Controller Settings:** Includes 'Use Pressure Compensation' (unchecked), Proportional Gain (0.0858105), Integral Gain (0.485005 rpt/s), and Speed Derivative Ratio (100).
- Rate PID Controller Settings:** Includes 'Use Pressure Compensation' (unchecked), Proportional Gain (0.3), Integral Gain (0.3 rpt/s), Speed Derivative Ratio (100), and Rate Setpoint (20 % of Max Rate).
- Valve Freeze Option:** Includes 'Delay Before Freezing the Valve' (8 s), 'Window on Valve Demand' (3 %), and 'Window on Surge Operation Point' (3 %).
- Suction Pressure Override Controller:** Includes 'Use Pressure Compensation' (unchecked), Proportional Gain (0.3), Integral Gain (0.3 rpt/s), Speed Derivative Ratio (100), Initial Setpoint (0 Eng Unit), and SP Rate of Change (0.1 Eng Unit/s).
- Discharge Pressure Override Controller:** Includes 'Use Pressure Compensation' (unchecked), Proportional Gain (0.3), Integral Gain (0.3 rpt/s), Initial Setpoint (0 Eng Unit), Speed Derivative Ratio (100), SP Rate of change (0.1 Eng Unit/s), and Eng Unit (MPag).

Buttons for 'Quit Conf', '<< Go Back', 'Save Settings', 'Close Window (Back)', and 'CONFIRM' are visible.

Рисунок 4-21. Настройки ПИД – регулирования

##### 4.2.11.1 Нормальные настройки антипомпажного контроллера

###### Использование компенсации давления

Отметьте, чтобы разблокировать автоматическую компенсацию коэффициента усиления антипомпажного контура ПИД – регулирования (полное описание этой функции приведено в Главе 3). Если функция разблокирована, коэффициент усиления будет обеспечивать пропорциональное усиления в соответствии с текущими рабочими условиями компрессора.

###### Пропорциональное усиление Начальная величина=0.3 (0.0, 50.0)

Введите соответствующее пропорциональное усиление (в процентах) антипомпажного контура ПИД – регулирования.

###### Интегральное усиление (коэффициент интегрального регулятора)

Начальная величина=0.3 (0.0, 50.0)

Введите соответствующий коэффициент интегрального усиления (в повторях в секунду) антипомпажного контура ПИД – регулирования.

**Коэффициент производной скорости****Начальная величина=100.0 (0.0, 100.0)**

Введите соответствующий коэффициент производной скорости (в процентах) антипомпажного контура ПИД – регулирования. Оставьте эту величину на 100% для пропорционального и интегрального регулирования (рекомендуется). Для получения дополнительных сведений о настройке коэффициента производной скорости обратитесь к разделу 5.2.3.2 Настройка динамического поведения.

**4.2.11.2 Регулирование скорости приближения к помпажу**

Для получения полного описания этой функции обратитесь к 2.9.3.7 ПИД регулятор скорости приближения к помпажу.

**Используется**

Отметьте, чтобы разблокировать контроллер скорости, который ограничивает скорость перемещения рабочей точки компрессора в направлении его линии контроля помпажа. Как только рабочая точка будет перемещаться ближе к линии контроля помпажа, её скорость приближения станет более критической. Если система управления полагает, что скорость приближения является избыточной, она откроет антипомпажный клапан, чтобы замедлить рабочую точку до того, как она достигнет линии контроля помпажа, тем самым, снижая проскок и неустойчивость в процессе тяжелых переходных условий.

**Использование компенсации давления**

Отметьте, чтобы разблокировать автоматическую компенсацию коэффициента усиления пропорционального коэффициента усиления ПИД – регулятора скорости. Если функция разблокирована, коэффициент усиления будет обеспечивать пропорциональное усиления в соответствии с текущими рабочими условиями компрессора.

**Пропорциональное усиление Начальная величина=0.3 (0.0, 50.0)**

Введите соответствующее пропорциональное усиление (в процентах) ПИД – регулирования скорости.

**Интегральное усиление (коэффициент интегрального регулятора)****Начальная величина=0.3 (0.0, 50.0)**

Введите соответствующий коэффициент интегрального усиления (в повторях в секунду) ПИД – регулирования скорости.

**Коэффициент производной скорости****Начальная величина=100.0 (0.0, 100.0)**

Введите соответствующий коэффициент производной скорости (в процентах) ПИД – регулирования скорости. Оставьте эту величину на 100% для пропорционального и интегрального регулирования. Для получения дополнительных сведений о настройке коэффициента производной скорости обратитесь к разделу 5.2.3.2 Настройка динамического поведения.

**Уставка скорости (% максимальной скорости)****Начальная величина=20.0 (1.0, 100.0)**

Введите соответствующую уставку контроллера скорости, в процентах от максимально допустимой скорости.

**4.2.11.3 Фиксация положения клапана**

Для получения полного описания этой функции обратитесь к 2.9.5.5 Режим фиксации положения клапана.

**Используется**

Отметьте, чтобы разблокировать функцию фиксации положения антипомпажного клапана. Эта программа зафиксирует положение клапана при фиксированном выходном сигнале, если функционирование установки будет варьироваться в ограниченном окне требуемых характеристик антипомпажного клапана и S\_PV. Это может помочь устранить ненужный колебательный процесс.

**Задержка перед фиксацией положения клапана****Начальная величина=30.0 (0.0, 300.0)**

Введите время задержки, в секундах, при которой разблокируется функция фиксации положения клапана или выборочных данных. Другими словами, после истечения этого времени задержки инициируется программа фиксации положения (при условии выполнения требований к положению клапана и критерия S\_PV).

**Окно требуемых характеристик клапана****Начальная величина=3.0 (0.1, 10.0)**

Введите величину внутренних требований к клапану, в%, при которых функция фиксации положения остается активной

**Окно для рабочей точки помпажа Начальная величина=3.0 (0.0, 10.0)**

Введите величину внутренних требований к S\_PV, в%, при которых функция фиксации положения остается активной

**4.2.11.4 Управление ручной коррекцией (блокировка автоматки) давления в линии всасывания**

Для получения полного описания этой функции обратитесь к 2.9.4.1

Управление ручной коррекцией (блокировка автоматки) давления в линии всасывания.

**Используется**

Отметьте, чтобы разблокировать управление ручной коррекцией (блокировку автоматки) давления в линии всасывания. Этот вспомогательный контроллер будет модулировать антипомпажный клапан, чтобы нагнетать давление в линии всасывания компрессора, и обычно используется как резервный контроллер в дополнение к остальным основным контроллерам, как, например, когда скорость двигателя, при которой управляющее давление в линии всасывания достигает минимального положения регулятора. Действительный P1 или другой назначенный канал могут быть выбраны для использования блокировки автоматки контроллера давления в линии всасывания.

**Использование компенсации давления**

Отметьте, чтобы разблокировать автоматическую компенсацию коэффициента усиления пропорционального коэффициента усиления ПИД – регулятора давления в линии всасывания. Если функция разблокирована, коэффициент усиления будет обеспечивать пропорциональное усиления в соответствии с текущими рабочими условиями компрессора.

**Пропорциональное усиление Начальная величина=0.3 (0.0, 50.0)**

Введите соответствующее пропорциональное усиление (в процентах) ПИД – регулирования давления в линии всасывания.

**Интегральное усиление (коэффициент интегрального регулятора)****Начальная величина=0.3 (0.0, 50.0)**

Введите соответствующий коэффициент интегрального усиления (в повторях в секунду) ПИД – регулирования давления в линии всасывания.

**Коэффициент производной скорости****Начальная величина=100.0 (0.0, 100.0)**

Введите соответствующий коэффициент производной скорости (в процентах) ПИД – регулирования давления в линии всасывания. Оставьте эту величину на 100% для пропорционального и интегрального регулирования. Для получения дополнительных сведений о настройке коэффициента производной скорости обратитесь к разделу 5.2.3.2 Настройка динамического поведения.

**Начальная уставка****Начальное значение=0.0 (-1000000.0, 1E+07)**

Введите соответствующую величину уставки блокировки автоматики (ручной коррекции) давления, например, уставок давления в линии всасывания компрессора. Эта уставка должна быть выбрана аккуратно, если другие устройства или логические схемы будут контролировать тот же самый параметр процесса.

**Скорость изменения уставки****Начальная величина=0.1 (0.001, 10000)**

Это определяет скорость изменения при повышении или понижении уставки в процессе работы.

**4.2.11.5 Управление ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии нагнетания**

Для получения полного описания этой функции обратитесь к 2.9.4.2 Управление ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии нагнетания.

**Используется**

Отметьте, чтобы разблокировать управление ручной коррекцией (блокировку автоматики) давления в линии нагнетания. Этот вспомогательный контроллер будет модулировать антипомпажный клапан, чтобы сгладить давление в линии нагнетания компрессора, и обычно используется как резервный контроллер в дополнение к остальным основным контроллерам, как, например, когда скорость двигателя, при которой управляющее давление в линии всасывания достигает минимального положения регулятора. Действительный P2 или другой назначенный канал могут быть выбраны для использования блокировки автоматики контроллера давления в линии нагнетания.

**Использование компенсации давления**

Отметьте, чтобы разблокировать автоматическую компенсацию коэффициента усиления пропорционального коэффициента усиления ПИД – регулятора давления в линии всасывания. Если функция разблокирована, коэффициент усиления будет обеспечивать пропорциональное усиления в соответствии с текущими рабочими условиями компрессора.

**Пропорциональное усиление****Начальная величина=0.3 (0.0, 50.0)**

Введите соответствующее пропорциональное усиление (в процентах) ПИД – регулирования давления в линии нагнетания.

**Интегральное усиление (коэффициент интегрального регулятора)****Начальная величина=0.3 (0.0, 50.0)**

Введите соответствующий коэффициент интегрального усиления (в повторях в секунду) ПИД – регулирования давления в линии нагнетания.

**Коэффициент производной скорости****Начальная величина=100.0 (0.0, 100.0)**

Введите соответствующий коэффициент производной скорости (в процентах) ПИД – регулирования давления в линии нагнетания. Оставьте эту величину на 100% для пропорционального и интегрального регулирования. Для получения дополнительных сведений о настройке коэффициента производной скорости обратитесь к разделу 5.2.3.2 Настройка динамического поведения.

**Начальная уставка**      **Начальное значение=0.0 (-1000000.0, 1E+07)**

Введите соответствующую величину уставки блокировки автоматики (ручной коррекции) давления, например, уставки давления в линии нагнетания компрессора. Эта уставка должна быть выбрана аккуратно, если другие устройства или логические схемы будут контролировать тот же самый параметр процесса.

**Скорость изменения уставки**      **Начальная величина=0.1 (0.001, 10000)**

Это определяет скорость изменения при повышении или понижении уставки в процессе работы.

## 4.2.12 Настройки разъединения и вспомогательные HSS настройки

Разъединение может потребоваться для выполнения регулировки до того, как произойдет нарушение (сбой). Нарушения (сбои) ожидаются исходя из сведений о рабочих параметрах и их связи с работой антипомпажного клапана.

Следующие четыре вида разъединения может быть сконфигурировано на данной странице.

- Разъединение по скорости
- Разъединение по другой ступени
- Разъединение по внешнему входу #1
- Разъединение по внешнему входу #2

В дополнение, может быть настроена конфигурация вспомогательного управления выбора сигнала высокого уровня HSS.

The screenshot displays the 'COMPRESSOR CONFIGURATION WIZARD' interface for 'Compressor 1 Decoupling and HSS Auxiliary Settings'. The main selection is 'No compressor decoupling used'. Key settings include:

- Main Selection and Settings:** Max Decoupling Level (0%), Surge Process Value Range (to Act) (110%).
- Decoupling on Speed:** Slow Speed Delay Time (110 s), Slow Speed Amount (0 %/rpm), Fast Speed Delay Time (30 s), Fast Speed Amount (0 %/rpm).
- Decoupling on External Input#1:** Input 1 Delay time (0 s), Input 1 Amount (0 %/%).
- Decoupling on Other Stage:** Another Stage Delay Time (110 s), Another Stage Amount (0 %/%).
- Decoupling on External Input#2:** Input 2 Delay time (110 s), Input 2 Amount (0 %/%).
- Auxiliary Control 1 (High Signal Select):** Use Auxiliary HSS1 (unchecked), Signal Filter (0.5 s).
- Auxiliary Control 2 (High Signal Select):** Use Auxiliary HSS2 (unchecked), Signal Filter (0.5 s).

Buttons include 'Quit Conf', '<< Go Back', 'Save Settings', 'Close Window (Back)', and 'CONFIRM'. A status message indicates 'Any Setting Not confirmed' and 'Compressor 1: Position Not Confirmed'.

Рисунок 4-22. Настройки разъединения и вспомогательные HSS настройки

### 4.2.12.1 Основной выбор и настройки

Следующие параметры должны быть выполнены для активации разъединения.

- Разъединение компрессора не используется
- Разъединение компрессора используется

**Максимальный уровень разъединения****Начальное значение=0.0 (0.0, 20.0)**

Максимальные величины, добавляемые/ вычитаемые от положения клапана по требованию разъединяющего действия.

**Диапазон величин процесса помпажа****Начальная величина=110.0 (100.0, 140.0)**

Это минимальная величина рабочей точки помпажа для активации разъединения.

**4.2.12.2 Разъединение по скорости****Время задержки медленнодействующего воздействия****Начальная величина=110.0 (0.0, 500.0)**

Введите соответствующее время задержки (в секундах), в течение которого будет действовать программа с устойчивой скоростью разъединения.

**Величина медленнодействующего воздействия (малой скорости)****Начальное значение=0.0 (0.0, 300.0)**

Введите соответствующий коэффициент усиления, или скалярную величину (в процентах от потребности клапана на об/мин), который должен применяться для изменения скорости первичного привода, чтобы генерировать смещение для перемещения вперед антипомпажного клапана.

Разъединение разблокируется путем настройки параметра по отдельности для всех программ. Установите параметр равным 0.0 для отключения соответствующей программы разъединения.

**Время задержки высокоскоростного воздействия (высокой скорости)****Начальная величина=30.0 (0.0, 5000.0)**

Введите соответствующее время задержки (в секундах), в течение которого будет действовать программа разъединения с аварийной скоростью. По истечении этой задержки смещение будет сниматься с управляющего механизма клапана.

**Величина высокоскоростного воздействия****Начальное значение=0.0 (0.0, 200.0)**

Введите соответствующий коэффициент усиления, или скалярную величину (в процентах от потребности клапана на об/мин), который должен применяться для изменения скорости первичного привода, чтобы генерировать смещение для перемещения вперед антипомпажного клапана.

Разъединение разблокируется путем настройки параметра по отдельности для всех программ. Установите параметр равным 0.0 для отключения соответствующей программы разъединения.

**ВАЖНО**

**Медленнодействующее разъединение автоматически отключается при использовании универсального алгоритма.**

**Автоматическая компенсация коэффициента усиления (AGC) применяется к высокоскоростному разъединению, чтобы AGC могло быть сконфигурировано перед разъединением.**

**Описанное выше разъединение по скорости активно только в том случае, если имеется действительный сигнал скорости.**

#### 4.2.12.3 Разъединение по другой ступени

##### Время задержки другой ступени

**Начальная величина=110.0 (100.0, 140.0)**

Для сдвоенных компрессоров, схемы для двух антипомпажных клапанов, параметр представляет собой время задержки в секундах, в течение которого разъединение другой ступени от клапана соседней ступени будет вступать в силу. По истечении этой задержки смещение будет сниматься с управляющего механизма клапана.

##### Величина для другой ступени Начальное значение=0.0 (-300.0, 300.0)

Для линий 2 антипомпажных клапанов сдвоенной ступени, этот параметр представляет собой коэффициент усиления в процентах к процентам к требованиям к положению клапана соседней ступени, который умножается на коэффициент разъединения другой ступени, чтобы модулировать работу антипомпажного клапана.

Аналогично отмеченным выше параметрам коэффициента, параметры другой ступени могут быть положительными или отрицательными, в зависимости от воздействия соседнего клапана на расход компрессора.

Эта величина должна быть меньше нуля на ступени 1 для общих схем компоновки клапана в линии всасывания, и на ступени 1 для общих схем компоновки в линии нагнетания.

И наоборот, сконфигурируйте равными выше нуля для ступени 1 для общих схем компоновки клапанов в линии нагнетания, для ступени 2 для общих схем компоновки линий всасывания, и для обеих ступеней с отдельными контурами рециркуляции.

#### 4.2.12.4 Разъединение по внешнему входу #1

##### Время задержки входа 1

**Начальное значение=0.0 (0.0, 500.0)**

Это время задержки в секундах, в течение которого будет действовать разъединение по внешнему входу. По истечении этой задержки смещение будет сниматься с управляющего механизма клапана.

##### Величина параметра для входа 1 Начальное значение=0.0 (0.0, 300.0)

Этот параметр представляет собой коэффициент усиления в процентах к процентам от требований к переключению клапана, в ответ на внешнее воздействие, который умножается на коэффициент внешнего разъединения с целью модулирования антипомпажного клапана.

#### 4.2.12.5 Разъединение по внешнему входу #2

##### Время задержки входа 2

**Начальная величина=110.0 (100.0, 140.0)**

Это время задержки в секундах, в течение которого будет действовать разъединение по внешнему входу. По истечении этой задержки смещение будет сниматься с управляющего механизма клапана.

##### Величина параметра для входа 2 Начальное значение=0.0 (0.0, 300.0)

Этот параметр представляет собой коэффициент усиления в процентах к процентам от требований к переключению клапана, в ответ на внешнее воздействие, который умножается на коэффициент внешнего разъединения с целью модулирования антипомпажного клапана.



**COMPRESSOR CONFIGURATION WIZARD**

CONTROL IS OFFLINE SIMULATION MODE

Any Setting Not confirmed

WOODWARD

Compressor Configuration - Stage 1 Control Settings

Compressor 1 Field Signal Conditioning

CONTROL SETTINGS STATUS  
Compressor 1: Position Not Confirmed

**Last Good Values**

Last Good Value Settings

- Use Suction Pressure Last Good Value
- Use Discharge Pressure Last Good Value
- Use Pressure at Flow Last Good Value (if used)
- Use Suction Temperature Last Good Value
- Use Discharge Temperature Last Good Value
- Use Temperature at Flow Last Good Value (if used)
- Use Smart Suction Temperature
- Use Smart Discharge Temperature

**Default Value Settings**

Warning: Even if last good value used, these should be set correctly

Default Values	Units
Default Pressure at Suction	MPa(g)
Default Pressure at Discharge	MPa(g)
Default Pressure at Flow element	MPa(g)
Default Temperature at Suction	Deg C
Default Temperature at Discharge	Deg C
Default Temperature at Flow element	Deg C

**Field Signal Filtering**

Warning: No filtering should be done directly on the field instrument

Conditioning Settings

Flow Filter (ARMA)	0.2 s
Pressure Filter	0 s
Temperature Filter	0 s

**Field Signal Fault Action on Control**

Settings	Amount
Full Manual Only on Flow Fault	Amount added on Failure (Step)
Ramp to Min Pos on Fault Disabled	Min Position on Any Fault (Ramp)
AS Valve below Min pos Authorized	

CONFIRM

Рисунок 4-23. Формирование внешних сигналов

#### 4.2.13.1 Последние надежные величины

##### Использование последней надежной величины для давления всасывания

Отметьте, чтобы разблокировать отклик на неисправность (сбой) в виде последней надежной величины для сигнала давления в линии всасывания компрессора. Если наблюдается ошибка (сбой) сигнала, и работа компрессора будет стабильной приблизительно в течение одной минуты, устойчивая (надежная) величина давления в линии всасывания будет сохранена для системы управления, даже если произойдет сбой (неисправность) входа.

##### Использование последней надежной величины для давления нагнетания

Отметьте, чтобы разблокировать отклик на неисправность (сбой) в виде последней надежной величины для сигнала давления в линии нагнетания компрессора. Если наблюдается ошибка (сбой) сигнала, и работа компрессора будет стабильной приблизительно в течение одной минуты, устойчивая (надежная) величина давления в линии нагнетания будет сохранена для системы управления, даже если произойдет сбой (неисправность) входа.

##### Использование последней надежной величины давления на элементе измерения расхода

Отметьте, чтобы разблокировать отклик на неисправность (сбой) в виде последней надежной величины для измерений расхода, если разблокирован альтернативный сигнал давления. Если наблюдается ошибка (сбой) сигнала, и работа компрессора будет стабильной приблизительно в течение одной минуты, устойчивая величина альтернативного давления будет сохранена для системы управления, даже если произойдет сбой (неисправность) входа.

**Использование последней надежной величины для температуры в линии всасывания**

Отметьте, чтобы разблокировать отклик на неисправность (сбой) в виде последней надежной величины для сигнала температуры в линии всасывания компрессора. Если наблюдается ошибка (сбой) сигнала, и работа компрессора будет стабильной приблизительно в течение одной минуты, устойчивая (надежная) величина температуры в линии всасывания будет сохранена для системы управления, даже если произойдет сбой (неисправность) входа.

**Использование последней надежной величины для температуры в линии нагнетания**

Отметьте, чтобы разблокировать отклик на неисправность (сбой) в виде последней надежной величины для сигнала температуры в линии нагнетания компрессора. Если наблюдается ошибка (сбой) сигнала, и работа компрессора будет стабильной приблизительно в течение одной минуты, устойчивая (надежная) величина температуры в линии нагнетания будет сохранена для системы управления, даже если произойдет сбой (неисправность) входа.

**Использование последней надежной величины температуры на элементе измерения расхода**

Отметьте, чтобы разблокировать отклик на неисправность (сбой) в виде последней надежной величины для измерений расхода, если разблокирован альтернативный сигнал температуры. Если наблюдается ошибка (сбой) сигнала, и работа компрессора будет стабильной приблизительно в течение одной минуты, устойчивая альтернативная величина температуры будет сохранена для системы управления, даже если произойдет сбой (неисправность) входа.

**ВАЖНО**

**Использование давления/ температуры в виде последней надежной величины на элементе измерения расхода должно быть отмечено независимо от используемого датчика.**

**505CC-2 rev – Новая система управления будет использовать эту настройку для давления/ температуры для измерения расхода вместо настройки для линии всасывания/ нагнетания, в ожидании местоположения расходомера.**

**4.2.13.2 Настройки величин по умолчанию****Давление в линии всасывания по умолчанию**

**Начальная величина=1.0 (-10000.0, 10000.0)**

Введите консервативную величину по умолчанию для давления в линии всасывания компрессора. Эта величина будет использоваться для управления после сбоя (неисправности) сигнала, если режим использования последней надежной величины не разблокирован, или её невозможно использовать ввиду неустойчивого режима работы, или если компрессор работал нестабильно при использовании последней надежной величины. В общем случае, эта величина по умолчанию должна быть выбрана, чтобы генерировать консервативный расчет работы компрессора в случае сбоя сигнала.

**Давление в линии нагнетания по умолчанию****Начальная величина=1.0 (-10000.0, 10000.0)**

Введите консервативную величину по умолчанию для давления в линии нагнетания компрессора. Эта величина будет использоваться для управления после сбоя (неисправности) сигнала, если режим использования последней надежной величины не разблокирован, или её невозможно использовать ввиду неустойчивого режима работы, или если компрессор работал нестабильно при использовании последней надежной величины. В общем случае, эта величина по умолчанию должна быть выбрана, чтобы генерировать консервативный расчет работы компрессора в случае сбоя сигнала.

**Давление по умолчанию на элементе измерения расхода.****Начальная величина=1.0 (-10000.0, 10000.0)**

Если альтернативный сигнал давления используется для измерения расхода, введите консервативную величину по умолчанию, которая должна быть использована в случае, если происходит сбой альтернативного сигнала давления. Эта величина будет использоваться для управления после сбоя (неисправности) сигнала, если режим использования последней надежной величины не разблокирован, или её невозможно использовать ввиду неустойчивого режима работы, или если компрессор работал нестабильно при использовании последней надежной величины. В общем случае, эта величина по умолчанию должна быть выбрана, чтобы генерировать консервативный расчет работы компрессора в случае сбоя сигнала.

**ВАЖНО**

**Использование давления/ температуры в виде последней надежной величины на элементе измерения расхода должно быть отмечено независимо от используемого датчика.**

**505CC-2 rev – Новая система управления будет использовать эту настройку для давления/ температуры для измерения расхода вместо настройки для линии всасывания/ нагнетания, в ожидании местоположения расходомера.**

**Температура в линии всасывания по умолчанию****Начальная величина=1.0 (-273.0, 3000)**

Введите консервативную величину по умолчанию для температуры в линии всасывания компрессора. Эта величина будет использоваться для управления после сбоя (неисправности) сигнала, если режим использования последней надежной величины не разблокирован, или её невозможно использовать ввиду неустойчивого режима работы, или если компрессор работал нестабильно при использовании последней надежной величины. В общем случае, эта величина по умолчанию должна быть выбрана, чтобы генерировать консервативный расчет работы компрессора в случае сбоя сигнала.

**Температура в линии нагнетания по умолчанию****Начальная величина=1.0 (-273.0, 3000)**

Введите консервативную величину по умолчанию для температуры в линии нагнетания компрессора. Эта величина будет использоваться для управления после сбоя (неисправности) сигнала, если режим использования последней надежной величины не разблокирован, или её невозможно использовать ввиду неустойчивого режима работы, или если компрессор работал нестабильно при использовании последней надежной величины. В общем случае, эта величина по умолчанию должна быть выбрана, чтобы генерировать консервативный расчет работы компрессора в случае сбоя сигнала.

**Температура по умолчанию на элементе измерения расхода****Начальная величина=1.0 (-273.0, 3000)**

Если альтернативный сигнал температуры используется для измерения расхода, введите консервативную величину по умолчанию, которая должна быть использована в случае, если происходит сбой альтернативного сигнала температуры. Эта величина будет использоваться для управления после сбоя (неисправности) сигнала, если режим использования последней надежной величины не разблокирован, или её невозможно использовать ввиду неустойчивого режима работы, или если компрессор работал нестабильно при использовании последней надежной величины. В общем случае, эта величина по умолчанию должна быть выбрана, чтобы генерировать консервативный расчет работы компрессора в случае сбоя сигнала.

**Использование расчетной температуры на всасывании**

Поставьте отметку для активации расчета температуры на основе давлений и температуры нагнетания в случае неисправности датчика температуры на всасывании.

**Использование расчетной температуры на нагнетании**

Поставьте отметку для активации расчета температуры на основе давлений и температуры всасывания в случае неисправности датчика температуры на нагнетании.

**ВАЖНО**

**Температура по умолчанию на элементе измерения расхода должно всегда устанавливаться равной величине на месте установки расходомера независимо от типа используемого датчика.**

**4.2.13.3 Фильтрация внешнего сигнала****Фильтр расхода****Начальное значение=0.0 (0.0, 30.0)**

Введите соответствующую величину постоянной времени фильтра (в секундах), которая должна использоваться с фильтром сигнала расхода в программном обеспечении системы управления соге. Фильтрация должна быть сведена к минимуму, если вообще возможно, но эта величина может при необходимости настраиваться, чтобы обеспечить чистый сигнал расхода без шумов. Так как сигнал расхода является самым быстрым и наиболее важным параметром процесса антипомпажного управления, постоянные времени фильтра обычно ограничиваются величиной 100мс или менее.

**Фильтр давления****Начальное значение=0.0 (0.0, 30.0)**

Введите соответствующую величину постоянной времени фильтра (в секундах), которая должна использоваться с фильтром сигнала давления в программном обеспечении системы управления соге. Фильтрация должна быть сведена к минимуму, если вообще возможно, но эта величина может при необходимости настраиваться, чтобы обеспечить чистый сигнал давления без шумов. Так как процессы, связанные с давлением, обычно имеют умеренную скорость и обеспечивают чистые сигналы, фильтры времени обычно имеют постоянные времени порядка сотен миллисекунд (если имеют вообще).

**Фильтр температуры****Начальное значение=0.0 (0.0, 30.0)**

Введите соответствующую величину постоянной времени фильтра (в секундах), которая должна использоваться с фильтром сигнала температуры в программном обеспечении системы управления соге. Фильтрация должна быть сведена к минимуму, если вообще возможно, но эта величина может при необходимости настраиваться, чтобы обеспечить чистый сигнал температуры без шумов. Так как процессы температуры обычно являются медленными и сигналы являются чистыми, постоянные времени фильтров (если вообще необходимы) могут быть увеличены до секунд.

#### 4.2.13.4 Реакция системы управления на ошибку внешнего сигнала

##### **Полностью ручное при неисправности любого критичного датчика**

Выберите для активации стратегии при выходе из строя всех критически важных входных сигналов, не только расхода, но и давлений и температур. Это наиболее консервативная стратегия обработки ошибок входных сигналов, при этом, если активировано, последняя надежно измеренная величина сигнала имеет приоритет.

##### **Полностью ручное только при неисправности датчика расхода**

Выберите для активации стратегии при неисправности только расходомера.

##### **Переход в минимальное положение при активации неисправности**

Выберите, чтобы активировать быстрый линейный переход анти-помпажного клапана в заданное минимальное положение при отказе одного из критически важных датчиков или расходомера, когда текущее положение клапана меньше, чем заданное минимальное положение клапана при такой неисправности.

##### **Анти-помпажный клапан ниже минимального положения.**

###### **Ограничение**

Выберите для ограничения сигнала задания положения анти-помпажного клапана ниже минимальной позиции при неисправности любого датчика или расходомера (консервативная стратегия).

##### **Анти-помпажный клапан ниже минимального положения. Разрешение**

Выберите для разрешения (авторизации) сигнала задания положения анти-помпажного клапана ниже минимальной позиции при неисправности любого критически важного датчика или расходомера.

##### **Добавленная величина при неисправности (шаг)**

**Начальная величина=0.0 (0.0, 100.0)**

Определите величину добавки к сигналу задания положения анти-помпажного клапана при неисправности любого критически важного датчика или расходомера.

##### **Минимальное положение при неисправности**

**Начальная величина=0.0 (0.0, 100.0)**

Определите минимальную величину сигнала задания положения анти-помпажного клапана при неисправности любого критически важного датчика или расходомера.

#### 4.2.14 Аналоговые входы

Следующим шагом работы мастера настройки конфигурации компрессора будет назначение аналоговых входов. Сообщение проверки статуса конфигурации окажет помощь, отображая отсутствующие назначения.

Настройки по умолчанию для обнаружения неисправности (сбоя) аналогового входа – уставки неисправности, соответствующие 2мА (низкий уровень) и 22 мА (высокий уровень). При необходимости эти величины могут быть отрегулированы.

**Нарушение (сбой) нижней уставки** Начальное значение=2.0 (0.0, 4.0)

**Нарушение (сбой) верхней уставки**

Начальное значение=22.0 (20.0, 24.0)

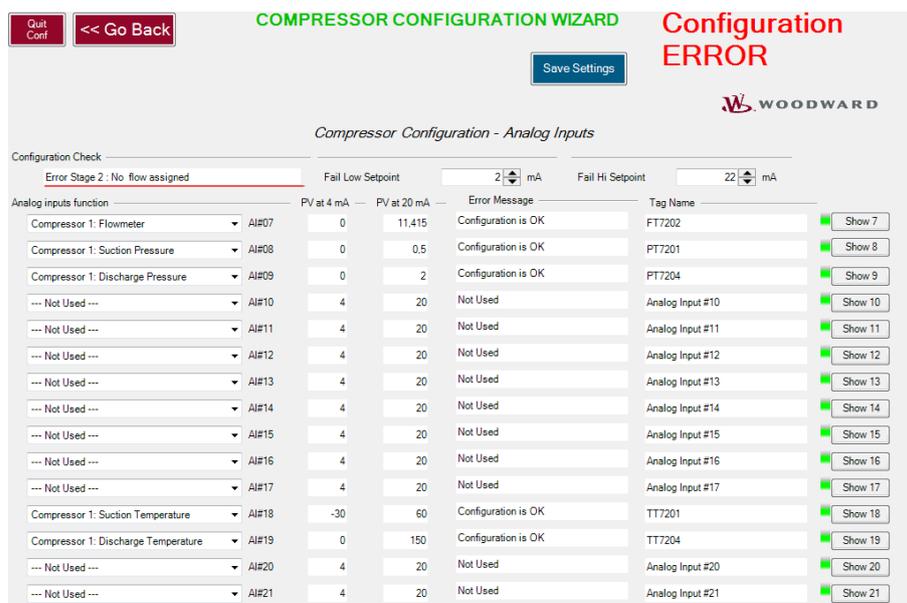


Рисунок 4-24. Аналоговые входы

Следующие конфигурации аналоговых входов управления компрессором возможны для каждого контура компрессора, см. также 3.3.1.1 Аналоговые входы:

- Расходомер;
  - Перепад давлений от датчика расхода компрессора до давления в линии всасывания или нагнетания.
- Резервный расходомер;
  - Включает второй преобразователь расхода для линии резервирования.
- Давление в линии всасывания;
  - Давление на входе компрессора.
- Давление в резервной линии всасывания;
  - Включает второй преобразователь входного давления для линии резервирования.
- Давление нагнетания
  - Давление на выходе компрессора.
- Давление в резервной линии нагнетания;
  - Включает второй преобразователь выходного давления для линии резервирования.
- Давление на датчик расхода;
  - Вход давления датчика расхода может использоваться для преобразователя давления на датчик расхода для расчетов расхода, если она расположен вдали от точек измерения давления линии всасывания или нагнетания компрессора.
- Температура в линии всасывания
  - Температура на входе компрессора.
- Температура в линии нагнетания
  - Температура на выходе компрессора.
- Температура на элементе измерения расхода;
  - Вход температуры датчика расхода может использоваться для преобразователя температуры на элементе измерения расхода для расчетов расхода, если он расположен вдали от точек измерения температуры линии всасывания или нагнетания компрессора.

- Вспомогательный вход 1 HSS (селектора сигналов высокого уровня);
  - Вспомогательные входы HSS (селектора сигналов высокого уровня) предоставлены для позиционирования антипомпажного клапана (0% = закрыто, 100% = открыто) в автоматическом режиме.
- Вспомогательный вход 2 HSS (селектора сигналов высокого уровня);
  - Вспомогательные входы HSS (селектора сигналов высокого уровня) предоставлены для позиционирования антипомпажного клапана (0% = закрыто, 100% = открыто) в автоматическом режиме.
- Вход разъединения (развязки) 1;
  - Вспомогательные входы разъединения предоставлены для ограниченного смещения при подаче вперед антипомпажного клапана исходя из изменений отдельного процесса.
- Вход разъединения (развязки) 2;
  - Вспомогательные входы разъединения предоставлены для ограниченного смещения при подаче вперед антипомпажного клапана исходя из изменений отдельного процесса.
- Дистанционное ручное позиционирование клапана;
  - Дистанционное позиционирование клапана (0% = закрыто, 100% = открыто) в режиме ручного управления.
- Антипомпажный клапан давления со стороны входа (перед элементом)
  - Он может использоваться для корректировки измерений расхода через антипомпажный клапан.
- Антипомпажный клапан давления со стороны выхода (после элемента)
  - Он может использоваться для корректировки измерений расхода через антипомпажный клапан.
- Температура на антипомпажном клапане;
  - Он может использоваться для корректировки измерений расхода через антипомпажный клапан.
- Блокировка автоматики (ручная коррекция) изменяющегося  $P_{suc}$  (давления в линии всасывания);
  - Использование другого преобразователя давления в линии всасывания для антипомпажного управления для блокировки автоматики (ручной коррекции) давления в линии всасывания.
- Блокировка автоматики (ручная коррекция) изменяющегося  $P_{disch}$  (давления в линии нагнетания);
  - Использование другого преобразователя давления в линии нагнетания для управления блокировкой автоматики (ручной коррекции) давления в линии нагнетания.

В дополнение к этому, следующие аналоговые входы могут конфигурироваться для боковых каналов (отводов).

- Расходомер бокового потока (отвода) (извлечение / выпуск)
  - Измерение расхода отвода бокового потока.
- Резервирующий расходомер бокового потока (отвода) (извлечение / выпуск)
  - Размещает второй преобразователь расхода отвода бокового потока для цепи резервирования.
- Давление бокового потока (отвода)
  - Давление в отводе бокового потока, используемое для расчетов расхода.
- Давление линии резервирования бокового потока (отвода)
  - Включает второй преобразователь давления бокового потока (отвода) для линии резервирования.
- Температура бокового потока (отвода)
  - Температура в отводе бокового потока, используемая для расчетов расхода.

Если каскад расходомеров экспортируемого газа сконфигурирован (от конфигурации турбины) аналоговые входы расходомера экспортируемого газа также могут быть сконфигурированы.

- Расходомер 1 экспортируемого газа
  - Измерение перепада давлений на расходомере, расположенном со стороны выхода компрессора. Расходомер #1 имеет меньший диапазон измерений в сравнении с диапазоном расходомера #2.
- Расходомер 2 экспортируемого газа
  - Измерение перепада давлений на расходомере, расположенном со стороны выхода компрессора. Расходомер #2 имеет больший диапазон измерений в сравнении с диапазоном расходомера #1.

Описанные выше аналоговые входы являются предварительно настроенными. Имеются также четыре дополнительных настраиваемых пользователем входов, используемых для настройки конфигурации.

Дальнейшая настройка конфигурации диапазона возможна нажатием на кнопку Show (отобразить) для назначенных аналоговых входов. Дополнительно могут быть установлены множитель Modbus и внешний тэг, см. рисунок 4-25.

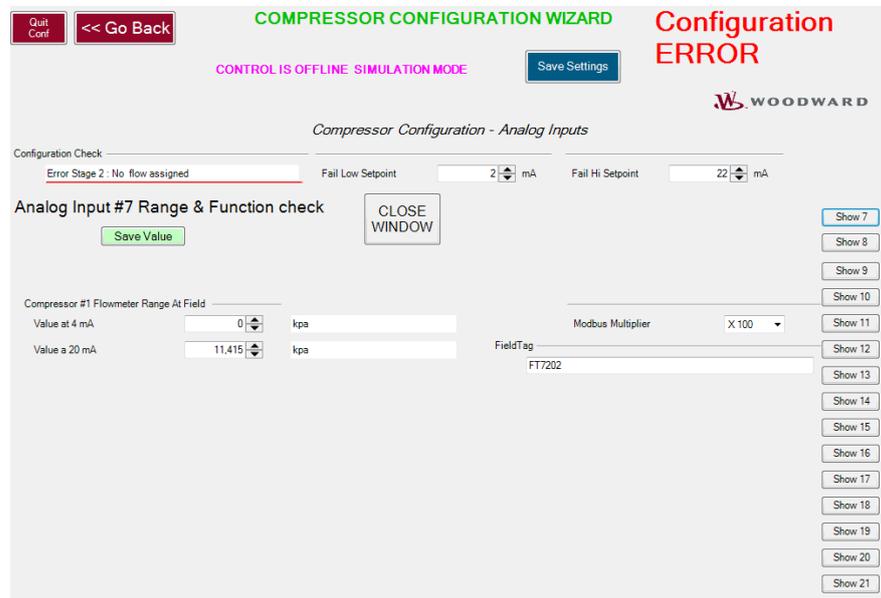


Рисунок 4-25. Диапазон аналоговых входов и тэг

#### 4.2.15 Аналоговые выходы

Следующим шагом работы мастера настройки конфигурации компрессора будет назначение аналоговых выходов. Дополнительно могут быть определены диапазоны 4мА и 20мА, и введено имя тэга.

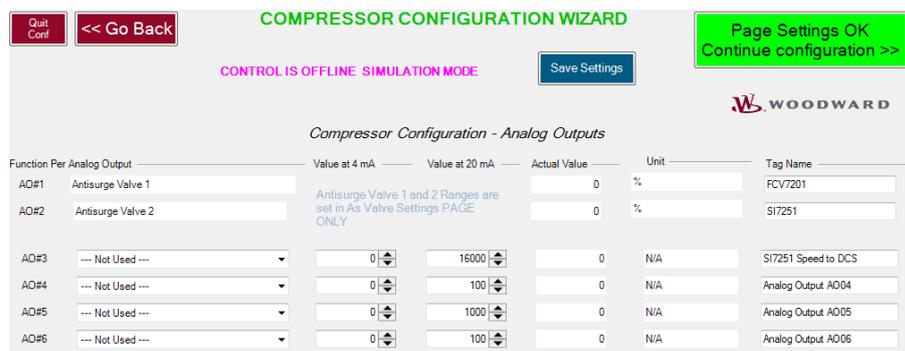


Рисунок 4-26. Аналоговые выходы

Первые два аналоговых выхода предназначены для антипомпажного клапана 1 и 2. Следующие конфигурации аналоговых выходов управления компрессором возможны для каждого контура компрессора, см. также 3.3.2.1 Аналоговые выходы:

- Требование к переключению клапана;
  - Окончательный сигнал управления положением клапана, включая программы разъединения и фиксации положения (исключает превышение рабочего хода, возмущающее воздействие и линеаризацию).
- Переменная процесса помпажа;
  - Переменная процесса помпажа (S\_PV), см. 2.8 S\_PV (переменная процесса помпажа).
- Действительный расход в линии всасывания;
  - Действительный объемный расход на входе.
- Скорректированный расход в линии всасывания;
  - Скорректированный объемный расход на входе.
- Массовый расход;
  - Массовый расход через компрессор.
- Политропный напор;
  - Расчетный политропный напор.
- Используемое давление в линии всасывания;
  - Величина давления в линии всасывания после включения программ резервного управления (если применимо), фильтрации и обработки неисправностей.
- Использованное давление в линии нагнетания;
  - Величина давления в линии нагнетания после включения программ резервного управления (если применимо), фильтрации и обработки неисправностей.
- Используемая температура в линии всасывания;
  - Величина температуры в линии всасывания после программ фильтрации и обработки неисправностей.
- Используемая температура в линии нагнетания;
  - Величина температуры в линии нагнетания после программ фильтрации и обработки неисправностей.
- Выход HSS;
  - Выход шины селектора сигналов высокого уровня для всех программ автоматического управления.
- Действительная скорость;
  - Выход сигнала скорости компрессора.
- Расчетный экспортируемый расход;
  - Величина расхода на выходе компрессора

**ВАЖНО**

**Сообщение Already Used by Turbine (уже используется турбиной) отображается, когда аналоговый выход уже присвоен конфигурацией турбины. Выбор турбиной имеет приоритет в сравнении с выбором системой управления компрессора. Поэтому, возможно перенастроить канал для другой функции и предшествующее назначение, выполненное в настройках конфигурации компрессора, будет удалено.**

## 4.2.16 Двоичные входы

Следующим шагом работы мастера настройки конфигурации компрессора будет назначение двоичных входов. Дополнительно может быть введено имя тэга.

COMPRESSOR CONFIGURATION WIZARD

CONTROL IS OFFLINE SIMULATION MODE

Compressor Configuration - Binary Inputs

Tag Name: XZ7201

Compressor Binary Input configuration	Configuration Check and Status
Binary Input #1: Emergency Shutdown	
Binary Input #2: Already Used by Turbine	HS7225: Turbine: Reset Command
Binary Input #3: Already Used by Turbine	HS7224: Turbine: Start Command
Binary Input #4: Already Used by Turbine	HS7227: Turbine: External Alarm #1
Binary Input #5: Not Used	HS7226: Not Used
Binary Input #6: Not Used	HS7230: Not Used
Binary Input #7: Not Used	HS7221: Not Used
Binary Input #8: Not Used	HZ7208A: Not Used
Binary Input #9: Not Used	ST7200: Not Used
Binary Input #10: Not Used	HS7230: Not Used
Binary Input #11: Not Used	Binary Input #11: Not Used
Binary Input #12: Not Used	Binary Input #12: Not Used
Binary Input #13: Not Used	Binary Input #13: Not Used
Binary Input #14: Not Used	Binary Input #14: Not Used
Binary Input #15: Not Used	Binary Input #15: Not Used
Binary Input #16: Not Used	Binary Input #16: Not Used
Binary Input #17: Not Used	Binary Input #17: Not Used
Binary Input #18: Not Used	Binary Input #18: Not Used
Binary Input #19: Not Used	Binary Input #19: Not Used
Binary Input #20: Not Used	Binary Input #20: Not Used
Binary Input #21: Not Used	Binary Input #21: Not Used
Binary Input #22: Not Used	Binary Input #22: Not Used
Binary Input #23: Not Used	Binary Input #23: Not Used
Binary Input #24: Not Used	Binary Input #24: Not Used

Рисунок 4-27. Двоичные входы

Первый дискретный вход зарезервирован за функцией Emergency Shutdown (аварийного выключения) в 505CC-2. Следующие два дискретных входа зарезервированы для управления турбиной, но также могут использоваться и для управления только компрессором, так как эти функции предназначены только для команды сброса и запуска. Следующие конфигурации дискретных входов управления компрессором возможны для каждого контура компрессора.

- Закрытие антипомпажного клапана;
  - Поддерживание антипомпажного клапана в закрытом положении в режиме ручного управления с резервированием или полностью ручного управления.
- Открытие антипомпажного клапана
  - Удержание антипомпажного клапана в открытом положении в режиме ручного управления с резервированием или полностью ручного управления.
- Антипомпажный клапан открыт
  - Эта функция зарезервирована для будущего использования.
- Сброс SMP;
  - Сбрасывает минимальное положение помпажа, являющееся фиксируемым положением клапана (импульс).
- Сброс информации о захвате;
  - Сбрасывает информацию о захвате помпажа (величины счетчика, сигнатуры). Примечание: Не сбрасывает счетчик общего числа случаев помпажа (импульсы).
- Выбор автоматического режима;
  - Выбирает режим автоматического управления (импульсы).

- Выбор режима ручного управления с резервированием
  - Выбирает режим ручного управления с резервированием (импульсы).
- Выбор режима полностью ручного управления
  - Выбирает режим полностью ручного управления (импульсы).
- Положение продувки
  - Выбирает положение продувки антипомпажного клапана при запуске (длительное).
- Вспомогательный вход для онлайн режима
  - Иницирует переход из офлайн в онлайн режим антипомпажного автоматического управления, то есть начинает антипомпажное управление вместо или в дополнение к использованию уставок скорости, расхода или давления (длительное).
- Увеличение границ области управления;
  - Увеличивает текущую границу области управления на 0.1% в секунду при замкнутом входе.
- Уменьшение границ области управления
  - Уменьшает текущую границу области управления на 0.1% в секунду при замкнутом входе. Невозможно уменьшить границу ниже сконфигурированной границы.
- Неисправность антипомпажного клапана;
  - Неисправность выхода антипомпажного клапана, которая переведет систему управления в режим полностью ручного управления, и переведет выход клапана в положение выключения. Эта конфигурация дискретного входа предоставлена для устройства внешнего мониторинга внешней цепи, чтобы сигнализировать о такой неисправности (длительное воздействие).
- Положение запуска;
  - Иницирует запуск компрессора путем позиционирования антипомпажного клапана в сконфигурированное положение запуска от нулевой скорости. Он также действует в качестве команды перезапуска при получении после выключения, но до замедления до нулевой скорости (импульсный).
- Выключение (останов);
  - Иницирует выключение компрессора путем позиционирования антипомпажного клапана в сконфигурированное положение выключения. Перезапуски заблокированы, если вход удерживается.

**ВАЖНО**

Сообщение **Already Used by Turbine** (уже используется турбиной) отображается, когда аналоговый выход уже присвоен конфигурацией турбины. Выбор турбиной имеет приоритет в сравнении с выбором системой управления компрессора. Поэтому, возможно перенастроить канал для другой функции и предшествующее назначение, выполненное в настройках конфигурации компрессора, будет удалено.

## 4.2.17 Двоичные (бинарные) выходы

Следующим шагом работы мастера настройки конфигурации компрессора будет назначение двоичных (бинарных) выходов. Дополнительно может быть введено имя тэга.

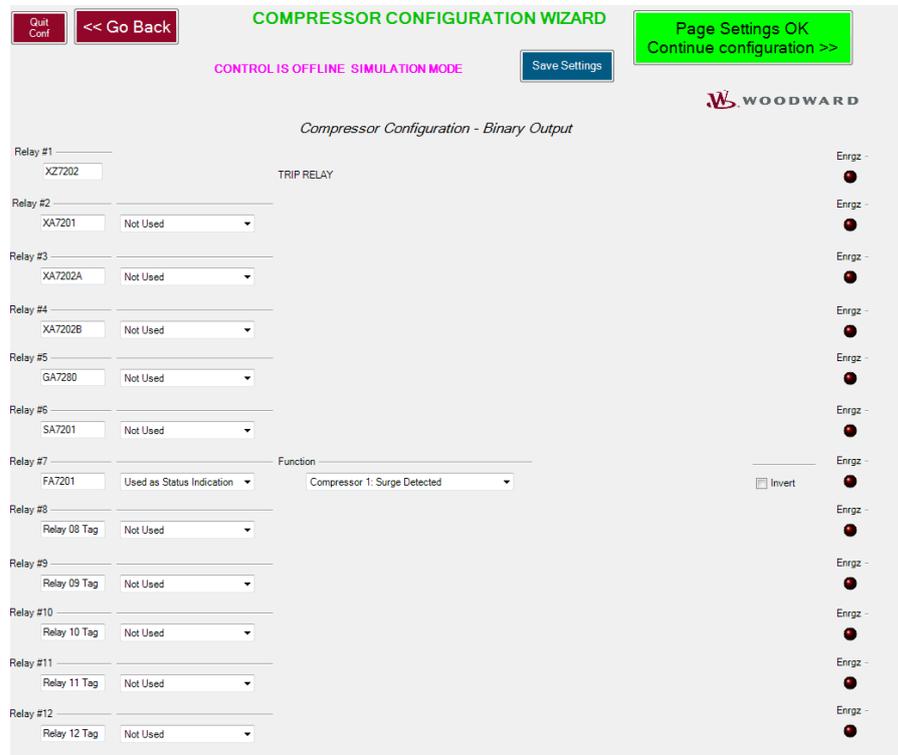


Рисунок 4-28. Двоичные (бинарные) выходы

- Первый дискретный выход зарезервирован за функцией summery trip relay (свободного реле отключения) из 505CC-2. Различие может быть сделано для конфигурируемых дискретных выходов между индикацией состояния и реле уровня. Следующие конфигурации дискретных выходов управления компрессором возможны для каждого контура компрессора, см. также  $i_{\text{Calculated Exported flow}}$  (расчетный экспортируемый расход);
  - Расходомер на выходе компрессора будет использоваться для каскада.

### Дискретные выходы:

Реле, конфигурируемые для индикации состояния, требуют назначения функций. Имеются следующие функции:

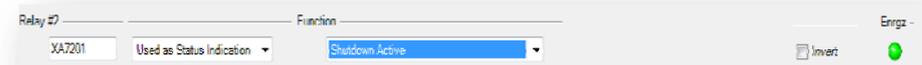


Рисунок 4-29. Индикация состояния реле

- Выключение активно
  - Питание подается, когда процесс выключения активен.
- Реле защитного отключения
  - Питание подается, когда процесс защитного отключения активен.

- Аварийная сигнализация активна;
  - Питание подается, когда условия срабатывания аварийной сигнализации активны.
- Помпаж обнаружен
  - Питание подается при обнаружении помпажа.
- Минимальное положение помпажа активно
  - Питание подается при активном минимальном положении помпажа (SMP).
- Находится в режиме онлайн
  - Система антипомпажного управления находится в режиме онлайн и активна.
- В автоматическом режиме
  - Система управления находится в автоматическом режиме.
- В ручном режиме/ в режиме резервирования
  - Система управления находится в ручном режиме управления с резервированием.
- В режиме полностью ручного управления
  - Система управления находится в полностью ручном режиме.
- Внутреннее реле уровня включено (1-8)
  - Данная функция предназначена для подачи питания на реле, если выбранные внутренние реле уровня 1-8, установленные в режиме настройки конфигурации окна аварийной сигнализации, достигают уровня включения, см. также 4.2.20 Аварийные сигналы.
- Импульс сброса (1 секунда)
  - Сигнал сброса, предназначенный для системы управления компрессором подан через реле, чтобы иметь возможность сброса, например, других устройств в шкафу управления.

Реле, сконфигурированные в качестве реле уровня, требуют назначение функций, и определения уровней вкл/ выкл.

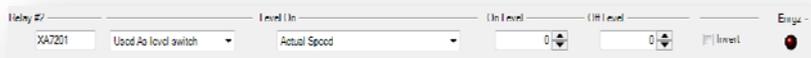


Рисунок 4-30. Выключатели реле уровня

Уровень включения и выключения для подачи питания выхода реле может быть настроен в соответствии со следующими величинами:

- Действительная скорость
- Фактический (действительный) расход (отображение)
- Массовый/стандартный расход (отображение)
- Рабочая точка (WSPV)
- Фактическое (действительное) давление в линии всасывания
- Фактическое (действительное) давление в линии нагнетания
- Фактическая (действительная) температура в линии всасывания
- Фактическая (действительная) температура в линии нагнетания

#### Инвертировать

Имеет возможность инвертировать сигнал.

#### Уровень ВКЛ

Уровень, основанный на выбранном параметре, устанавливается для включения реле.

#### Уровень ВЫКЛ

Уровень, основанный на выбранном параметре, устанавливается для отключения реле.

**ВАЖНО**

Реле будет работать как выключатель верхнего уровня, питание на который подается при ВКЛ и обесточивается при ВЫКЛ, когда уровень ВКЛ > уровень ВЫКЛ.

Реле будет работать как выключатель нижнего уровня, питание на который подается при ВКЛ и обесточивается при ВЫКЛ, когда уровень ВКЛ < уровень ВЫКЛ.

Поэтому, может оказаться ненужным использование функции инвертирования.

**ВАЖНО**

Сообщение **Already Used by Turbine** (уже используется турбиной) отображается, когда аналоговый выход уже присвоен конфигурацией турбины. Выбор турбиной имеет приоритет в сравнении с выбором системой управления компрессора. Поэтому, возможно перенастроить канал для другой функции и предшествующее назначение, выполненное в настройках конфигурации компрессора, будет удалено.

#### 4.2.18 Канал частоты вращения (скорости)

Примечание: Экранные окна могут присутствовать только для настроек конфигурации компрессора, то есть, не используются системой управления турбиной. В противном случае, эта конфигурация должна быть настроена в экранных окнах настройки конфигурации турбины, см. руководство 26542V2.

Настройка конфигурации возможна для одного входа частоты вращения (скорости) или резервного входа. В дополнение, тэг может быть присвоен для каждого конфигурируемого канала частоты вращения (скорости). Имеются следующие возможные типы входов частоты вращения (скорости):

- MPU
- Бесконтактный датчик

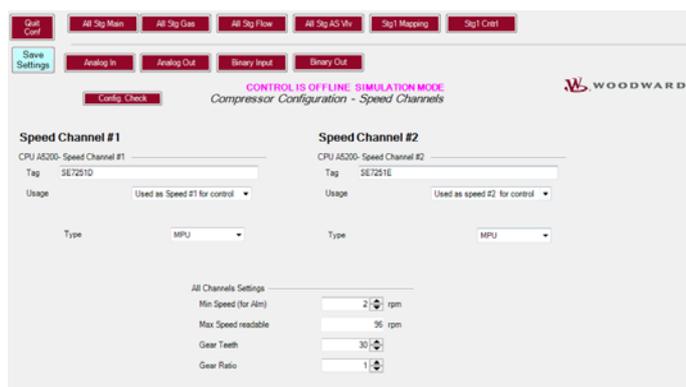


Рисунок 4-31. Канал частоты вращения (скорости)

Ниже приведены настройки, требуемые для настройки каждого канала:

- Минимальная частота вращения (скорость)
  - Данная настройка является уставкой для обнаружения потери скорости (частоты вращения). Ограничением является требование, чтобы величина не могла быть установлена меньше, чем 1/50 от диапазона.

- Максимальная считываемая скорость (частота вращения)
  - Устанавливается автоматически исходя из минимальной настройки скорости (частоты вращения), а также ограничений на диапазон. Убедитесь, что минимальная скорость (частота вращения) установлена достаточной, чтобы максимальная скорость охватывала диапазон скорости (частоты вращения) приложения.
- Зубчатая передача (количество зубьев)
  - Данная настройка должна представлять собой число зубьев на шестерне, на которую устанавливается устройство измерения скорости. Данная величина используется для определения коэффициента преобразования из Гц в об/мин.
- Передаточное число
  - Введите здесь соотношение скорости шестерни, на которую установлено устройство измерения скорости, со скоростью (частотой вращения) вала приводимого в действие оборудования. Данная величина используется для определения коэффициента преобразования из Гц в об/мин. Преобразование из Гц в об/мин рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Зубчатая передача (количество зубьев)} \times \text{Передаточное число} \times 0.016667$$

- Например, если число зубьев равно 30 и передаточное число равно 1.0 (1:1), преобразование из Гц в об/мин может составлять 0.5, то есть, 2.0 об/мин на каждый Гц входного сигнала.

#### 4.2.19 Обмен данными

Примечание: Экранные окна могут присутствовать только для настроек конфигурации компрессора, то есть, не используются системой управления турбиной. В противном случае, эта конфигурация должна быть настроена в экранных окнах настройки конфигурации турбины, см. том 2 данного руководства, 26542V2.

См. также том 1 руководства, 26542V1, для получения списка имеющихся команд протокола Modbus.

Modbus представляет собой программный протокол передачи пакетных данных, интерпретации команд, проверки ошибок. 505CC-2 может осуществлять обмен данными через подчиненную сеть Modbus с внешними интерфейсами контроля, например, DCS (PCU). Подчиненное устройство Modbus определяет устройство, которое будет отвечать только по запросу главного (ведущего) устройства, т.е. ведущего устройства Modbus. Подчиненное устройство Modbus никогда не генерирует запрос на передачу данных. Имеются два порта со следующими возможными конфигурациями:

- Modbus через последовательный порт
- Modbus через Ethernet TCP
- Modbus через Ethernet UDP
- Резервный Modbus через Ethernet TCP
- Резервный Modbus через Ethernet UDP

Quit Conf | All Stg Main | All Stg Gas | All Stg Flow | All Stg AS Vlv | Stg1 Mapping | Stg1 Ctrl

Save Settings | Analog In | Analog Out | Binary Input | Binary Out

CONTROL IS OFFLINE SIMULATION MODE  
Compressor Configuration - Communication Settings

Even if not selected, communication remains possible only for monitoring on all devices  
Therefore, settings must always be consistent

Communication configuration check: configuration OK

**Modbus#1 (HMI) Main line**  
 Selections available: Modbus#1 over Ethernet UDP  
 Slave Address (TCP): 2  
 Slave Address (Serial): 1 (for Serial port#1 Only)  
 Time Out for Serial: 10 Seconds  
 Time Out for TCP: 10 Seconds  
 Time Out for UDP (5021): 10 Seconds  
 Protocol: RTU (for Serial port#1 Only)  
 Baud Rate: 18200 (for Serial port#1 Only)  
 Data Bits: 7 (for Serial port#1 Only)  
 Stop Bits: 1 (for Serial port#1 Only)  
 Parity: None (for Serial port#1 Only)

**Modbus#2 (DCS) Main line**  
 Selections available: Modbus#2 Not Used  
 Slave Address (TCP): 7  
 Slave Address: 6 (for Serial port#2 Only)  
 Time Out for Serial: 10 Seconds  
 Time Out for TCP: 10 Seconds  
 Time Out for UDP (5022): 10 Seconds  
 Protocol: RTU (for Serial port#2 Only)  
 Baud Rate: 18200 (for Serial port#2 Only)  
 Data Bits: 7 (for Serial port#2 Only)  
 Stop Bits: 1 (for Serial port#2 Only)  
 Parity: None (for Serial port#2 Only)

**Modbus#1 (HMI) Backup line**  
 Selections available: Modbus#1bis Not Used  
 Net Address: 4  
 Time Out for TCP: 10 Seconds  
 Time Out for UDP (5023): 10 Seconds

**Modbus#2 (DCS) Backup line**  
 Selections available: Modbus#2bis Not Used  
 Net Address: 9  
 Time Out for TCP: 10 Seconds  
 Time Out for UDP (5024): 10 Seconds

Modbus#1 Commands: Modbus#1 Commands Always Active  
 Modbus Trip: Modbus#1 One Step Trip

Toolkit: Shutdown Inhibited in Operator mode  
 Hardware Commands: Hardware Commands On Local only  
 Enter Here IP address (For display only):  
 Ethernet Port#1: 172.16.100.20  
 Ethernet Port#2: 172.16.100.20  
 Ethernet Port#3: 172.16.100.20  
 Ethernet Port#4: 172.16.100.20

Рисунок 4-32. Обмен данными

**ВАЖНО**

**IP адрес Atlas-II показан на странице только для справки. Для настройки IP адреса следуйте процедуре, приведенной в руководстве 26542V1.**

Процессы записи, или иными словами команды также могут быть поданы на 505CC-2 через Modbus. Функции для таких операций могут быть сконфигурированы после выбора способа применения:

- Команды всегда активны
- Команды активны при выборе дистанционного управления
- Команды всегда отключены
- Команды только для отключения

Аппаратная команда может быть сконфигурирована всегда активной, или только в локальном выбранном режиме в нижней части страницы обмена данными.

Разблокирование выключения, заблокированное в режиме оператора, отключает функцию отключения из рабочих страниц Toolkit Tool.

Команда для отключения может далее быть сконфигурирована под отключением по Modbus Trip:

- Отключение по Modbus не используется
  - Отключает команду отключения Modbus.
- Modbus отключение за один шаг
  - Команда отключения непосредственно реализуется в состоянии отключения.
- Modbus отключение за два шага
  - Подтверждение должно быть выпущено в дополнение к команде отключения, чтобы активировать условие отключения.

Рисунок 4-33. Конфигурация последовательных сетей Modbus и Ethernet

#### 4.2.19.1 Modbus через последовательный порт

Протокол представляет собой набор правил, управляющих форматом, синхронизацией, упорядочением пакетов и контролем ошибок для обменивающихся сообщений. ASCII и RTU представляют собой два режима отображения данных, связанных с Modbus.

- ASCII;
  - кодирование данных в шестнадцатеричной системе/ 7 бит на символ (4 передаваемых) / любая четность/ 1 или 2 стоповых бита
- RTU;
  - кодирование 8 битовых данных в двоичном формате/ 8 бит на символ (8 передаваемых) / любая четность/ 1 или 2 стоповых бита

RTU передает данные в виде 8-битовых двоичных символов. ASCII сначала делит каждый RTU символ на две части по 4 бита (высокого и низкого порядка), и затем отображает их в их шестнадцатеричном эквиваленте. ASCII символы, представляющие шестнадцатеричные символы, используются для построения сообщений, и, таким образом, используются дважды, как многие символы для режима RTU.

В дополнение, символы RTU сообщения передаются в виде непрерывного потока, в то время как ASCII могут иметь разрывы до одной секунды между символами.

Драйвер (формирователь) – определение для электрического соединения между устройствами. В 505CC-2 имеются следующие опции:

- RS-232;
  - ANSI (Американский национальный институт стандартов) – стандартное определение электрических, функциональных и механических соединений для обмена данными между DTE (оконечным оборудованием обработки данных) и DCE (оборудованием передачи данных), например, для соединения компьютера с модемом. Он получил очень широкое распространение в линиях связи очень короткой протяженности (15 метров/ 50 футов).
- RS-422;
  - Также представляет собой стандартное определение стандарта ANSI электрических соединений для обмена данными между устройствами. Так как он использует сбалансированные драйверы, он может осуществлять обмен данными на очень большие расстояния (1200 метров/ 4000 футов) с очень высокими скоростями двоичной передачи. В стандарте RS-422 очень хорошо реализована многоточечная архитектура. Это позволяет подсоединять к общей шине более одного устройства (до 32 устройств) с единственным ведущим устройством, запрашивающим данные. Для работы требуется два кабеля типа витая пара с заземлением.
- RS-485;
  - Также представляет собой стандартное определение стандарта ANSI электрических соединений для обмена данными между устройствами. Этот протокол реализован идентично RS-422 на Woodward за исключением того, что для него требуется только один кабель типа витая пара. Передаваемые и получаемые данные используют одну и ту же пару проводов. Обычно он используется для установления связи с внешними устройствами, работающими в сети 485.

**ВАЖНО****RS 485 многоузловой в настоящее время недоступен.****Адрес ведомого (подчиненного) устройства      Начальный=1 (1, 246)**

Ввод адреса подчиненного устройства определяет сетевой адрес в сети Modbus. Адрес может зависеть от допустимых адресов главного (ведущего) устройства Modbus. Адрес должен быть уникальным при использовании Modbus в сети, как для TCP Modbus.

Скорость двоичной передачи определяет скорость битовой передачи в шинах последовательной передачи данных в битах в секунду. 505CC-2 поддерживает следующие опции:

- 9600 бит/с
- 19200 бит/с
- 38400 бит/с
- 57600 бит/с

Биты данных, затем определяют число бит в пакетах данных. Выбранное число равняется числу битов данных:

- 7 бит
- 8 бит

Стоповые биты определяют число стоповых бит для протокола обмена данных. Стоповые биты определяют время между передаваемыми символами:

- 1 стоповый бит
- 2 стоповых бита
- 1.5 стоповых бита

Ввод проверки по четности определяет протокол для проверки по четности. If you selected 8 data bits then select none else select the following:

- Нет
- Нечетный
- Четный

**Превышение лимита времени Начальная величина=10.0 (1.0, 100.0)**

Превышение лимита времени определяет время простоя шины Modbus перед тем, как будет подан аварийный сигнал ошибки канала обмена данными.

#### 4.2.19.2 Modbus через Ethernet TCP

Ethernet представляет собой высокоскоростной протокол обмена данными (10 Мбит/сек). 505CC-2 обладает возможностью для передачи TCP/IP и UDP пакетов через Ethernet. Программный протокол – Modbus.

Протокол представляет собой набор правил, управляющих форматом, синхронизацией, упорядочением пакетов и контролем ошибок для обмениваемых сообщений. ASCII и RTU представляют собой два режима отображения данных, связанных с Modbus.

- ASCII;
  - кодирование данных в шестнадцатеричной системе/ 7 бит на символ (4 передаваемых) / любая четность/ 1 или 2 стоповых бита
- RTU;
  - кодирование 8 битовых данных в двоичном формате/ 8 бит на символ (8 передаваемых) / любая четность/ 1 или 2 стоповых бита

RTU передает данные в виде 8-битовых двоичных символов. ASCII сначала делит каждый RTU символ на две части по 4 бита (высокого и низкого порядка), и затем отображает их в их шестнадцатеричном эквиваленте. ASCII символы, представляющие шестнадцатеричные символы, используются для построения сообщений, и, таким образом, используются дважды, как многие символы для режима RTU. В дополнение, символы RTU сообщения передаются в виде непрерывного потока, в то время как ASCII могут иметь разрывы до одной секунды между символами.

Ввод адреса подчиненного устройства определяет сетевой адрес в сети Modbus. Адрес может зависеть от допустимых адресов главного (ведущего) устройства Modbus. Адрес должен быть уникальным при использовании Modbus в сети, как для TCP Modbus.

**Превышение лимита времени Начальная величина=10.0 (1.0, 100.0)**

Превышение лимита времени определяет время простоя шины Modbus перед тем, как будет подан аварийный сигнал ошибки канала обмена данными.

#### 4.2.19.3 Modbus через Ethernet UDP

Ethernet представляет собой высокоскоростной протокол обмена данными (10 Мбит/сек). 505CC-2 обладает возможностью для передачи TCP/IP и UDP пакетов через Ethernet. Программный протокол – Modbus.

Номера портов, через которых UDP осуществляет обмен данными (передачу данных):

- Порт 5021: Основная линия Modbus#1 через (по) UDP
- Порт 5022: Основная линия Modbus#2 через (по) UDP
- Порт 5023: Резервная линия Modbus#1 через (по) UDP
- Порт 5024: Резервная линия Modbus#2 через (по) UDP

Протокол представляет собой набор правил, управляющих форматом, синхронизацией, упорядочением пакетов и контролем ошибок для обменивающихся сообщений. ASCII и RTU представляют собой два режима отображения данных, связанных с Modbus.

- ASCII;
  - кодирование данных в шестнадцатеричной системе/ 7 бит на символ (4 передаваемых) / любая четность/ 1 или 2 стоповых бита
- RTU;
  - кодирование 8 битовых данных в двоичном формате/ 8 бит на символ (8 передаваемых) / любая четность/ 1 или 2 стоповых бита

RTU передает данные в виде 8-битовых двоичных символов. ASCII сначала делит каждый RTU символ на две части по 4 бита (высокого и низкого порядка), и затем отображает их в их шестнадцатеричном эквиваленте. ASCII символы, представляющие шестнадцатеричные символы, используются для построения сообщений, и, таким образом, используются дважды, как многие символы для режима RTU. В дополнение, символы RTU сообщения передаются в виде непрерывного потока, в то время как ASCII могут иметь разрывы до одной секунды между символами.

Ввод адреса подчиненного устройства определяет сетевой адрес в сети Modbus. Адрес может зависеть от допустимых адресов главного (ведущего) устройства Modbus. Адрес должен быть уникальным при использовании Modbus в сети, как для TCP Modbus.

#### **Превышение лимита времени      Начальная величина=10.0 (1.0, 100.0)**

Превышение лимита времени определяет время простоя шины Modbus перед тем, как будет подан аварийный сигнал ошибки канала обмена данными.

## **4.2.20 Аварийные сигналы**

Примечание: Экранные окна могут присутствовать только для настроек конфигурации компрессора, то есть, не используются системой управления турбиной. В противном случае, эта конфигурация должна быть настроена в экранных окнах настройки конфигурации турбины, см. том 2 руководства, 26542V2.

См. также том 1 руководства, 26542V1, для получения списка аварийных сигналов и сигналов выключения.

### **4.2.20.1 Настройки внешних аварийных сигналов**

Отдельные настройки могут быть выполнены на данной странице, когда двоичный вход был сконфигурирован для внешнего аварийного сигнала (неисправности). Функции, которые были определены:

- Только аварийная сигнализация (неисправности);
  - Бинарный (двоичный) вход используется только для генерирования аварийного сигнала (неисправности).
- Только блокировка запуска;
  - Бинарный (двоичный) вход использовался для предотвращения запуска турбины, а не для аварийной сигнализации (неисправности).
- Блокировка аварийной сигнализации (неисправности) и запуска
  - Бинарный (двоичный) вход использовался для генерации сигнала аварийной сигнализации (неисправности) и предотвращения запуска турбины.

### Инвертировать

Каждый отдельный внешний аварийный сигнал может быть инвертирован. Разомкнутый контакт инициирует аварийный сигнал и/ или команду блокировки запуска, если будет инвертирован.

### Использование аварийного сигнала без фиксации

При выборе аварийные сигналы будут инициироваться без фиксации. Данная опция неприменима для команд выключения.

Настраиваемый тэг может быть введен, что также будет отображаться на дисплее с сообщением об аварийном сигнале (неисправности).

#### 4.2.20.2 Настройки внешнего выключения

Оно должно быть подтверждено на данной странице путем выбора Used (Использовано), когда двоичный вход был сконфигурирован для внешнего выключения.

### Инвертировать

Каждый отдельный внешний сигнал выключения может быть инвертирован. Разомкнутый контакт инициирует команду выключения при инвертировании.

Настраиваемый тэг может быть введен, что также будет отображаться на дисплее с сообщением об аварийном сигнале (неисправности).

#### 4.2.20.3 Внутренние выключатели (реле) уровня

505CC-2 имеет опцию, позволяющую сконфигурировать восемь внутренних выключателей (реле) уровня, чтобы генерировать дополнительные аварийные сигналы, запустить блокировки и/ или сигналы выключения.

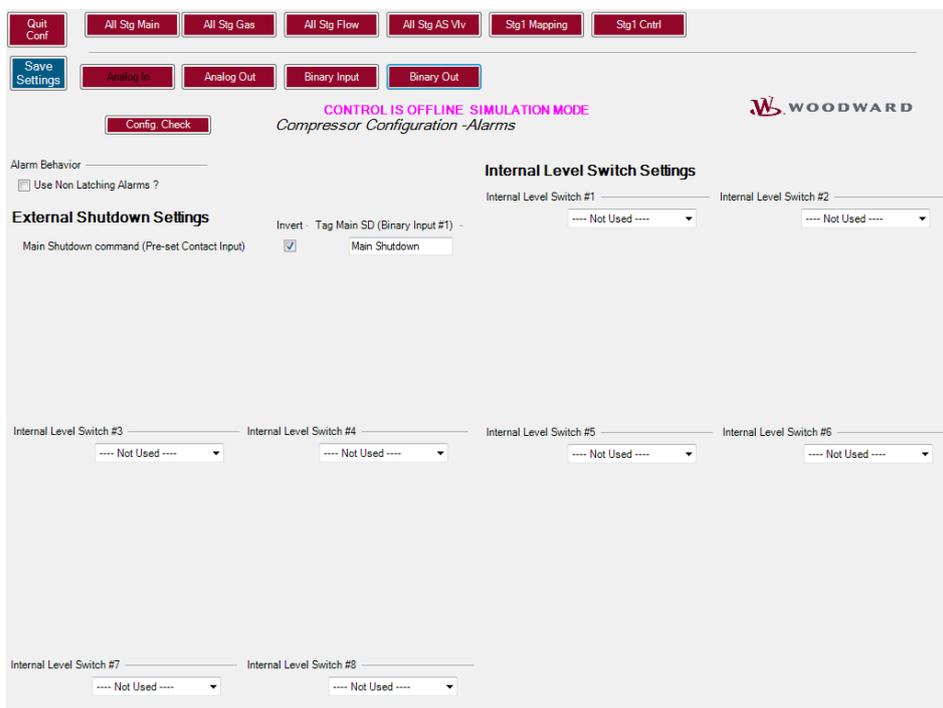


Рисунок 4-34. Аварийные сигналы (неисправности)

Ниже приведены опции внутренних выключателей (реле) уровня для системы управления компрессором:

- Настраиваемые заказчиком контрольные входы #5, #6, #7, #8, см. 4.2.14 Аналоговые входы для настройки конфигурации этих сигналов.

И для каждого компрессора:

- P1, Давление в линии всасывания
- T1, Температура в линии всасывания
- P2, Давление в линии нагнетания
- T2, Температура в линии нагнетания
- Действительный расход
- WSPV, Рабочая точка

Типовое применение настраиваемых заказчиком контрольных входов будет

являться, например, контроль давления масла, сигнал которого передается через определяемый заказчиком аналоговый вход. В этом случае Низкое давление должно инициировать аварийный сигнал, запустить команду блокировки или выключения. Температура масла, давление в линии нагнетания и температура в линии нагнетания являются другими типовыми сигналами, которые могут подаваться на 505CC-2.

Настраиваемый тэг может быть введен, что также будет отображаться на дисплее с сообщением об аварийном сигнале (неисправности). Настройка конфигурации уровня Вкл./ Выкл. и времени задержки завершает настройки внутренних выключателей (реле) уровня. Возможность блокировки внутреннего выключателя (реле) уровня при неисправности сенсора может быть разблокирована, то есть, если аналоговый вход превышает определенные величины для неисправности, то есть, 2 и 22 мА.

**Уровень ВКЛ** **Начальное значение=0.0 (-100000.0, 100000)**  
Уровень, основанный на выбранном параметре, устанавливается для включения выключателя.

**Уровень ВЫКЛ** **Начальное значение=0.0 (-100000.0, 100000)**  
Уровень, основанный на выбранном параметре, устанавливается для деактивации выключателя.

**Задержка** **Начальное значение=0.0 (0.0, 1000)**  
Задержка в секундах, в течение которой уровень сигнала должен поддерживаться на определенном уровне, чтобы активировать выключатель.

**Блокировка (отключение автоматики) при неисправности датчика**  
Может потребоваться не генерировать аварийный сигнал или выключение в случае неисправности (выхода из строя) датчика. В этом случае следует выбрать данную опцию.

Рисунок 4-35. Внутренний выключатель (реле) уровня

### **ВАЖНО**

Внутренний выключатель уровня будет работать как выключатель верхнего уровня, питание на который подается при ВКЛ и обесточивается при ВЫКЛ, когда уровень ВКЛ > уровень ВЫКЛ.

Внутренний выключатель уровня будет работать как выключатель нижнего уровня, питание на который подается при ВКЛ и обесточивается при ВЫКЛ, когда уровень ВКЛ < уровень ВЫКЛ.

Поэтому, может оказаться ненужным использование функции инвертирования.

**ВАЖНО**

Проверка конфигурации не будет осуществлять проверку настроек, которые будут основаны на существующих сигналах.

Selecting a non-existing signal won't be detected by the 505CC-2.

#### 4.2.21 Проверка конфигурации

Проверка конфигурации будет отображаться по завершении работы мастера настройки конфигурации компрессора. Отображаются обнаруживаемые ошибки и кнопка разблокирует переход к окну с конфигурацией, относящейся к отображаемой ошибке.

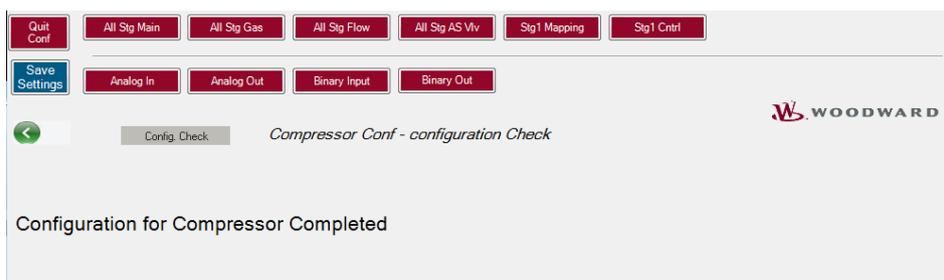


Рисунок 4-36. Проверка конфигурации

Ошибка проверки конфигурации, для которой установка не была сконфигурирована, может быть удалена путем отметки сконфигурированной конфигурации после выбора. Эта метка выбора внутри кнопки-флажка исчезнет после этого подтверждения.

Пользователь не сможет выйти из режима полной конфигурации, пока все ошибки конфигурации не будут устранены.

Рекомендуется заполнить спецификацию с конфигурацией, прилагающуюся к данному руководству, чтобы зафиксировать обзорные сведения о применяющейся конфигурации, см. Compressor Configuration Worksheet (Спецификация с конфигурацией компрессора).

Кнопки меню для перехода в каждое окно конфигурации будут отображаться, как только мастер настройки конфигурации компрессора завершит работу, и параметры компрессора будут сконфигурированы.

### 4.3 Сохранение/ Выход из режима настройки конфигурации

Как только все настройки программы будут сконфигурированы, они могут быть сохранены в систему управления.

Величины сохраняются в систему управления щелчком по кнопке Save Value (Сохранить величины).

Для выхода из режима настройки конфигурации, вернитесь на главную страницу с помощью отображаемой кнопки.

Вы не сможете выйти из режима настройки конфигурации, если будут обнаружены какие-либо ошибки конфигурации. Вы можете щелкнуть по кнопке Quit Configuration mode (Выход из режима настройки конфигурации), если ошибки отсутствуют. Затем программа ССТ выполнит завершающую проверку ошибок конфигурации перед тем, как сохранять какие-либо величины. Появится всплывающий блок и отобразит сообщение с просьбой подождать, пока система управления повторно инициализирует и снимет блокировку входов/ выходов.

## Глава 5.

# Режим обслуживания

### 5.1 Введение

Требования к рабочим характеристикам компрессорных линий могут изменяться в соответствии с требованиями к процессам, которыми они управляют. Эта глава описывает порядок работы компрессора с учетом только функциональных характеристик 505CC-2. Более полные инструкции по эксплуатации компрессора или установки можно получить у производителей оборудования установки.

Экранные окна режима обслуживания предоставляют пользователю доступ к страницам, предназначенным для настройки и принудительной подачи сигналов, как только для установки будет выполнена начальная настройка конфигурации – t.

Некоторые параметры, устанавливаемые при настройке конфигурации, могут присутствовать на этих страницах для более точной настройки. Для использования этого режима управляющие аппаратные компоненты 505CC-2 не должны находиться в режиме IO LOCK (блокировка входов/выходов), что означает, что в режиме обслуживания выходные сигналы с системы управления будут активными.

Режим обслуживания предназначен только для квалифицированного персонала, который будет осуществлять настройки и точные подстройки параметров, которые могут потребоваться в процессе управления и эксплуатации турбины, например, для динамической настройки ПИД контроллеров. Режим обслуживания может использоваться для изменения настроек системы управления, проверки контрольного оборудования, калибровки управляющих входов/ выходов, когда установка находится в режиме онлайн, то есть, работает при любой нагрузке. Параметры, настраиваемые в режиме обслуживания, могут влиять на характеристики системы. Рекомендуется соблюдать меры предосторожности при настройке любых параметров, когда турбина не выключена. Режим обслуживания может использоваться для управления турбиной или выполнения функций рабочего режима, когда требуется настройка, но не должен использоваться для нормального режима работы.

#### **ВАЖНО**

Не все параметры, приведенные на странице, используются или описываются в данной главе. Данная глава предоставляет описания параметров, которые существуют только в режиме обслуживания. Для получения описания всех остальных параметров, приведенных на странице, обратитесь к главе с описанием режима настройки конфигурации.

## 5.2 Экранные окна обслуживания компрессора

### 5.2.1 Главная страница

Главная страница для режима работы и обслуживания отображается после запуска приложения ToolKit Tool, 54183682RS.wtool.

В этой главе описывается экранное окно режима обслуживания; выберите кнопку Compressor Service Pages (Страницы обслуживания компрессора), чтобы перейти в экранное окно общей конфигурации.

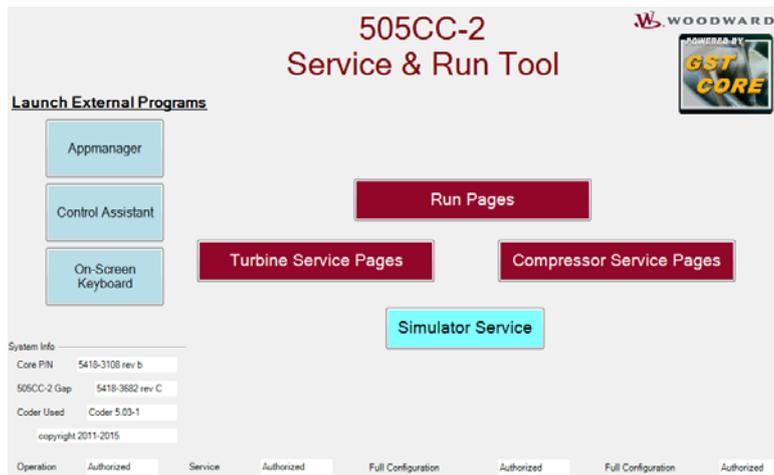


Рисунок 5-1. Главная страница 54183682RS.wtool

### 5.2.2 Общая конфигурация

На данной странице приведено общее описание основных настроек конфигурации системы управления, которые были настроены в режиме настройки конфигурации; см. 4.2.2 All Stages Main Configuration (Основные настройки конфигурации всех ступеней).

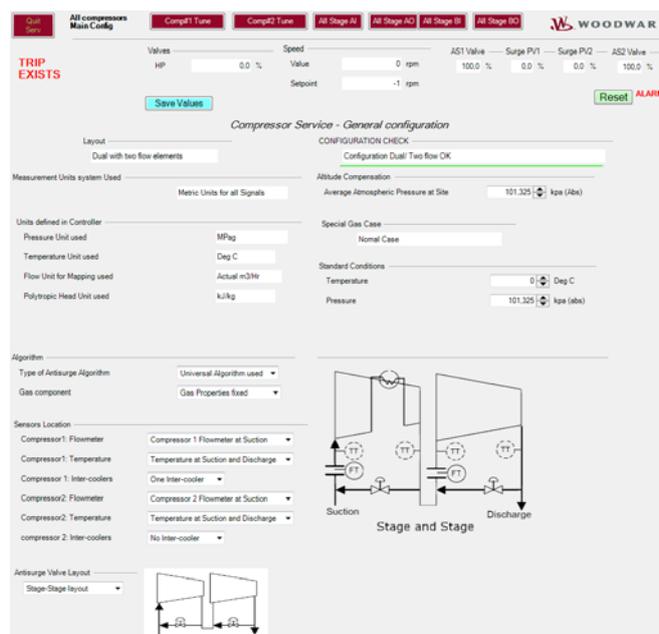


Рисунок 5-2. Общая конфигурация

### 5.2.3 Настройка компрессора

Данная страница используется для настройки следующих динамических контуров:

- Нормальный антипомпажный контроллер
- ПИД регулятор скорости приближения к помпажу
- Контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии всасывания
- Контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии нагнетания

Дополнительно отображается состояние, и большинство команд объединяются на данной странице, чтобы обеспечить возможность точной настройки приложения без необходимости изменения экранных окон.

Обзор имеющихся команд приводится за каждой кнопкой.

- Командные кнопки;
  - Выбор режима автоматического управления, ручного управления с резервированием и полностью ручного режима управления
  - Сброс минимального положения помпажа (SMP)
  - Сброс счётчика случаев помпажа
  - Увеличить и снизить граничные величины
  - События компрессора
  - Настройка скоростей автоматического/ ручного переключения клапана
- Кнопки величин (значений параметров);
  - Отображение величин параметров и единиц измерений
- Кнопки скорости;
  - Команды для повышения и понижения скорости
  - Выпуск требуемой частоты вращения (скорости)
  - Сообщения для турбин
- Сообщения для кнопок;
  - Сообщения для турбин
  - Активируемые аварийные сигналы внешних датчиков, отображаемые с внешними тэгами
  - События компрессоров 1 и 2
- Кнопки ПИД & фиксации положения (см. 4.2.11, настройки ПИД);
  - Нормальные настройки антипомпажного контроллера
  - Настройки ПИД контроллера скорости
  - Опция фиксации положения клапана
- Функция проверки кнопки (см. 5.2.3.1, Функция проверки);
  - Функция проверки отклика контура, имеются различные методы;
  - Проверка ступенчатого отклика
  - Проверка треугольными колебаниями
  - Проверка отклика на одиночный импульс
  - Проверка синусоидальными колебаниями
- Кнопка формирования (преобразования) сигналов (см. 4.2.13, Формирование (преобразование) внешних сигналов);
  - Функция разблокировки режима последних надежных величин
  - Настройки величин по умолчанию
  - Настройка фильтрации внешнего сигнала
  - Настройка действий при неисправности
- Кнопка обнаружений помпажа (см. 4.2.9, Настройки обнаружения помпажа).
  - Настройка величины выхода из режима помпажа и минимального положения
  - Настройка величины SMP
  - Разблокирование выхода из режима помпажа в полностью ручном режиме
  - Настройка и разблокирование автоматического сдвига SCL процентов/ помпажа
  - Отображение захватов помпажа
  - Настройка и разблокирование уровней обнаружения помпажа
  - Настройка рабочих пределов для обнаружения помпажа

- Кнопка защиты от помпажа (см. 4.2.10, Настройки защиты от помпажа);
  - Настройка граничных значений линии контроля помпажа (SCL)
  - Настройка границ защиты от помпажа
  - Разблокирование и настройка величины скачкообразного открытия
  - Разблокирование настройки величины кратковременного перерегулирования
  - Настройка времени контура/ периода контура
- Кнопка P1 блокировки автоматики (см. 4.2.11.4, Управление ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии всасывания);
  - Разблокировка контроллера управления ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии всасывания
  - Настройки контроллера управления ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии всасывания
- Кнопка P2 блокировки автоматики (см. 4.2.11.5, Управление ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии нагнетания);
  - Разблокировка контроллера управления ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии нагнетания
  - Настройки контроллера управления ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии нагнетания
- Разъединение кнопки (см. 4.2.12, Настройки разъединения и вспомогательные HSS настройки);
  - Разблокирование разъединения
  - Настройки разъединения по скорости
  - Настройки разъединения по другой ступени
  - Граничное значение разъединения по внешнему входу #1
  - Граничное значение разъединения по внешнему входу #2

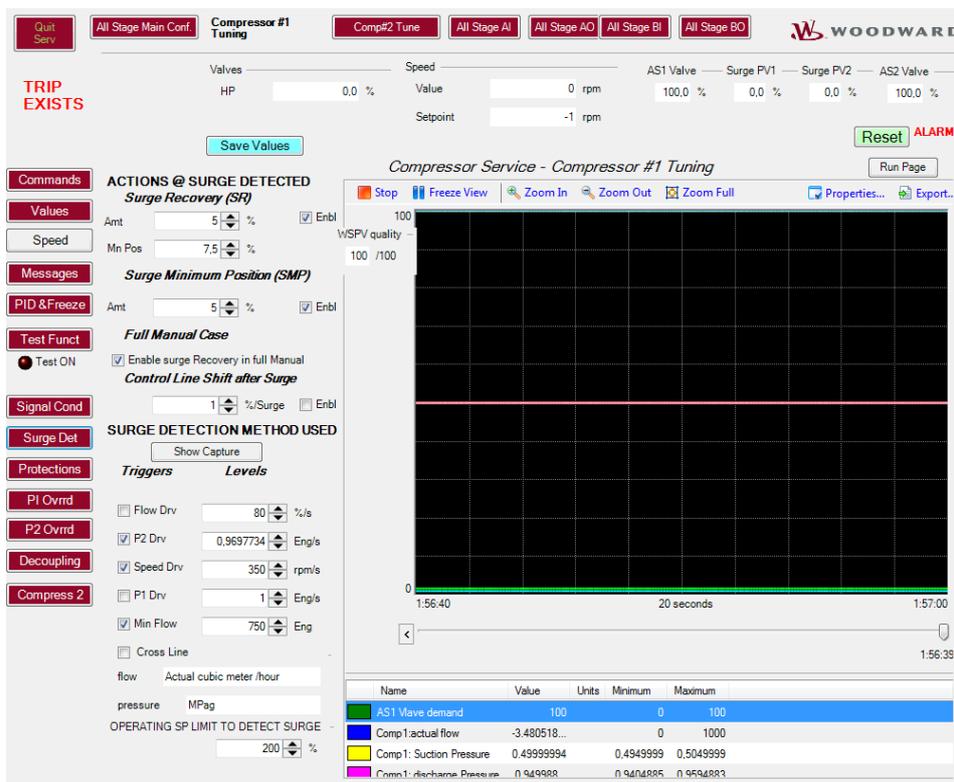


Рисунок 5-3. Настройка компрессора

**Интерактивный график тенденций**

График тенденций предоставляет обзор сконфигурированных параметров системы управления. Поддерживаются функции увеличения масштаба, запуска/ остановки графика и фиксации параметров просмотра.

Пользователь может отрегулировать диапазон любых параметров, чтобы график был более удобным для специальных настроек, например, вокруг диапазона окна более низкой скорости, используя значок «Свойства».

Значок «Экспорт» позволит осуществить экспорт данных из тренда в html документ.

**5.2.3.1 Функция проверки**

Специальная функция имеется для большинства ПИД, используемых в 505CC-2, которая называется проверкой отклика контура.

**Тип**

Могут быть выбраны следующие испытания:

- Проверка ступенчатого отклика
- Проверка треугольными колебаниями
- Проверка отклика на одиночный импульс
- Проверка синусоидальными колебаниями

На следующих рисунках показано поведение системы в процессе проверки отклика контура

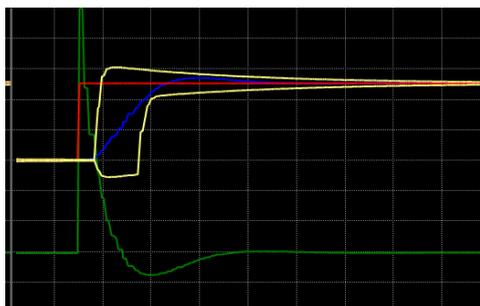


Рисунок 5-4. Проверка ступенчатого отклика



Рисунок 5-5. Проверка отклика на одиночный импульс

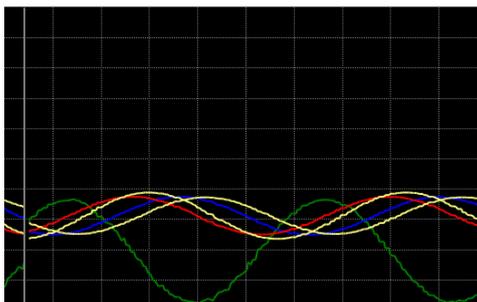


Рисунок 5-6. Проверка колебаниями

**Частота****Начальная=0.09765625 Гц**

Данная настройка используется только в том случае, если выбрана проверка колебаниями, и касается частоты колебаний сигнала, добавляемой к опорному сигналу. Частота должна быть выбрана с соблюдением мер предосторожности в соответствии с ожидаемым временем отклика, требуемым для системы управления.

**Уровень****Начальная величина=10.0 (1.0, 300.0)**

Эта величина представляет собой амплитуду сигнала, добавляемую к уставке, используемой для всех типов испытаний отклика контура. Настройка данного параметра в пределах 1-3% от номинальной скорости должна рассматриваться как достаточная настройка. Более высокие уровни не рекомендуются, но могут использоваться в случае испытаний одиночным импульсом, если задержка импульса является короткой.

**Быстрое изменение по линейному закону (пилообразный сигнал)****Начальная величина=0.1 (0.1, 10.0)**

Данный параметр используется только для испытаний треугольными колебаниями (пилообразным сигналом).

**Pis dly****Начальная величина=1.0 (0.01, 20.0)**

Данный параметр используется только для испытаний одиночным импульсом.

Нажмите на кнопку запроса испытаний, чтобы принять выбор с помощью функции проверки отклика контура. Затем нажмите на переключатель, чтобы запустить выбранные испытания.

**5.2.3.2 Настройки динамического поведения (контуров)**

Антипомпажные контуры управления, контуры управления по скорости, управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии всасывания, управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии нагнетания представляют собой контроллеру ПИД регулирования. Отклик каждого контура управления может регулироваться путем настройки пропорционального коэффициента усиления, коэффициента интегрального усиления (стабильности) и SDR (коэффициента производной по скорости) в экранном окне настройки компрессора. Эти параметры являются настраиваемыми и взаимодействующими параметрами, используемыми для согласования отклика контура управления с откликом системы. Они соответствуют П (пропорциональным), И (интегральным), и Д (дифференциальным) членам, и отображаются 505CC-2 следующим образом:

- П = Пропорциональное усиление (% выходного сигнала на единицу ошибки)
- И = Интегральное усиление (коэффициент интегрального регулятора) (число повторов в секунду)
- Д = Коэффициент производной скорости (дифференциальное усиление)

Общая теория настройки и процедуры описаны в приведенных ниже разделах.

**Настройка коэффициентов пропорционального усиления и интегрального усиления (П & И усиления)**

Коэффициент пропорционального усиления должен быть настроен, чтобы система наилучшим образом реагировала на переходные процессы или ступенчатые изменения. Если коэффициент пропорционального усиления установлен слишком большим, система управления окажется чрезмерно чувствительной, и может осциллировать со временем цикла менее 1 секунды.

Коэффициент интегрального усиления должен настраиваться для наилучшего контроля (управления) в установившемся режиме. Если коэффициент интегрального усиления установлен слишком большим, система управления может совершать колебания или осцилляции со временем цикла свыше 1 секунды.

Для наилучшего отклика коэффициент пропорционального усиления и интегрального усиления должны быть установлены максимально большими. Для получения более быстрой переходной характеристики, медленно увеличивайте настройку коэффициента пропорционального усиления, пока выходной сигнал приводного устройства не начнет осциллировать или колебаться. Затем выполните необходимые настройки коэффициента интегрального усиления, чтобы стабилизировать выходной сигнал. Если устойчивость не может быть получена путем настройки коэффициента интегрального усиления, снизьте настройку коэффициента пропорционального усиления.

Хорошо настроенная система при ступенчатом изменении (воздействии) должна слегка проскочить контрольную точку, и затем перейти в режим управления.

Коэффициент усиления контура ПИД регулирования представляет собой комбинацию всех коэффициентов усиления контура. Общий коэффициент усиления контура включает коэффициент усиления привода, клапана, рычажного механизма клапана, преобразователя и настраиваемых коэффициентов усиления 505CC-2. Если аккумулируемый коэффициент усиления механических компонент (приводов, клапанов, рычажных механизмов клапанов, и т.д.) очень большой, настраиваемые коэффициенты усиления 505CC-2 должны быть очень низкими, чтобы получить общий коэффициент усиления системы, обеспечивающий стабильность (устойчивость) работы.

В случаях, если небольшие изменения выходных сигналов 505CC-2 приводят к большим изменениям в нагрузке (большой коэффициент усиления механических компонент), может оказаться невозможным обеспечить достаточно низкие коэффициенты усиления 505CC-2, чтобы обеспечить устойчивую работу. В этих случаях конструкция механического интерфейса (привода, механического привода, сервомеханизма, стойки клапанов) и/или калибровки должны быть пересмотрены и изменены, чтобы обеспечить коэффициент усиления, для которого выходной сигнал 0-100% 505CC-2 будет соответствовать 0-100% рабочему ходу клапана.

#### **Настройка производной**

Величина коэффициента производной скорости (дифференциального усиления) (DR) может изменяться в диапазоне 0.01 ... 100. Чтобы упростить настройку динамической системы, настройка величины коэффициента интегрального усиления обеспечивает настройку, как И, так и Д термов ПИД – контроллера. Терм DR устанавливает степень воздействия величины коэффициента интегрального усиления на “Д” терм, и изменяет конфигурацию контроллера от чувствительности к скорости изменения по входу (преобладание воздействия по входу) к чувствительности к скорости изменения по линии обратной связи (преобладание воздействия по линии обратной связи), и наоборот.

Другим возможным способом использования настройки DR – изменение конфигурации контроллера от ПИД – регулирования к ПИ – регулированию. Это осуществляется путем настройки DR терма до верхней и нижней предельной величин, в зависимости от того, требуется ли контроллер с доминированием по входу или обратной связи.

- DR настройка от 1 до 100 обеспечивает выбор режима с доминированием по обратной связи.
- DR настройка от .01 до 1 обеспечивает выбор режима с доминированием по входу.
- DR настройка .01 или 100 выбирает только PI (ПИ) контроллер, с доминированием во входу и обратной связи соответственно.

Изменение от одной из этих конфигураций в другую может не оказать воздействия при нормальной работе; тем не менее, это может обеспечить большие различия на отклик при включении управления, то есть при запуске, изменении нагрузки или в процессе перехода системы управления на другой канал.

Контроллер с доминированием по входу является более чувствительным к изменениям скорости со стороны входа, и поэтому, может предотвратить проскок уставки лучше, чем контроллер с доминированием по линии обратной связи. Хотя этот отклик желателен при запуске или сбросе нагрузки, он может вызвать избыточные управляющие воздействия в некоторых системах, в которых желателен плавный отклик на переходное воздействие, и в которых присутствуют шумы.

Контроллер, сконфигурированный с доминированием по линии обратной связи, является более чувствительным к изменениям скорости изменения воздействия по линии обратной связи (шине HSS). Контроллер с доминированием по обратной связи обладает способностью ограничивать скорость изменения состояния HSS шины, когда контроллер находится вблизи уставки, но еще не принял на себя управление. Данное ограничение HSS шины позволяет контроллеру с доминированием по обратной связи обеспечивать более плавное управляющее переключение, чем контроллер с доминированием по входу. Тем не менее, контроллер с доминированием по обратной связи слегка медленней реагирует на начальное возмущение на входе. Так это обеспечивает более простую настройку и меньшую чувствительность к шумам сигналов, большинство ПИД будут сконфигурированы с доминированием по обратной связи ( $1 < DR < 100$ ).

### Пример настройки

Если система нестабильна, сначала проверьте, является ли причиной контур (система) управления. Переключите систему управления в режим ручного управления с резервированием и открывайте клапан, пока ручное изменение по линейному закону будут осуществлять контроль над выходом приводного механизма. Если система продолжает осциллировать, когда осуществляется управление клапаном в ручном режиме, нестабильность системы будет вызвана внешним прибором/ функцией. Если контроллер вызывает осцилляции, отметьте время цикла осцилляции (колебаний). В общем случае, если время цикла осцилляции системы меньше 1 секунды, снизьте величину коэффициента пропорционального усиления. И наоборот, если время цикла осцилляции системы превышает 1 секунду, снизьте коэффициент интегрального усиления (также может потребоваться увеличить коэффициент пропорционального усиления).

При начальном запуске с помощью 505CC-2, все термы динамических коэффициентов усиления ПИД требуют настройки, чтобы они соответствовали соответствующему отклику ПИД на воздействия контура управления. Имеется множество методов динамической настройки, которые могут использоваться с ПИД 505CC-2, чтобы помочь определить термы коэффициентов усиления, обеспечивающие оптимальные времена отклика контура управления (Ziegler Nichols, etc.). Следующий метод является упрощенной версией прочих методов настройки, и могут использоваться для получения величин коэффициентов усиления ПИД, которые будут близки к оптимальным значениям.

1. Переведите контур управления в автоматический режим
2. Увеличьте коэффициент производной скорости (дифференциального усиления) (DR) до 100.00 (Это величина настройки по умолчанию).
3. Снизьте коэффициент интегрального усиления до минимума.
4. Увеличивайте коэффициент пропорционального усиления, пока система не начнет осциллировать.
5. Зафиксируйте коэффициент усиления система (G) как текущую величину коэффициента пропорционального усиления, и время периода осцилляций (T) в секундах.
6. Выполните настройки динамических контуров следующим образом:
  - Для ПИД регулирования установите коэффициент пропорционального регулирования  $=0.60 \cdot G$ ; коэффициент интегрального регулирования  $=20/T$ ; SDR=5
  - Для PI регулирования установите коэффициент пропорционального регулирования  $=0.45 \cdot G$ ; коэффициент интегрального регулирования  $=12/T$ ; SDR=100

Этот метод настройки приведет к приемлемым настройкам коэффициента усиления. Они могут быть подвергнуты точной настройке, начиная с этой точки. На рисунке 5-7 отображается типовой отклик на изменение нагрузки, когда динамические контуры оптимально отрегулированы.

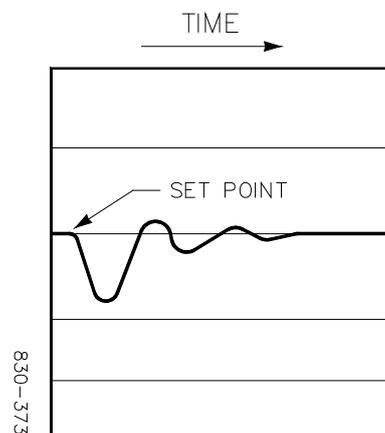


Рисунок 5-7. Типовой отклик на изменение нагрузки

## 5.2.4 Аналоговые входы

Ниже показаны сконфигурированные аналоговые входы. Кнопка show (Отобразить) разблокирует настройки регулировки, также см. 4.2.14 Аналоговые входы.

Tag Name (channel 1-15 of combo Module)	Process Value	Unit	Actual	Current	Fault	Forced	Debit	Show
Analog-In #07	FT7202	rpm	-0.0001541433	4.00	mA			AS07
Analog-In #08	PT7201	MPa(g)	0.49999994	20.00	mA			AS08
Analog-In #09	PT7204	MPa(g)	0.34998365	11.60	mA			AS09
Analog-In #10	Compressor 2 Flowmeter	kpa	65.62499	25.00	mA			AS10
Analog-In #11	Compressor 2 Suction Pressure	MPa(g)	1.0094732	4.16	mA			AS11
Analog-In #12	Compressor 2 Discharge Pressure	MPa(g)	1.67705417	4.27	mA			AS12
Analog-In #13	Analog Input #13	mA (not Used)	3.99977	4.00	mA			AS13
Analog-In #14	Analog Input #14	mA (not Used)	3.99977	4.00	mA			AS14
Analog-In #15	Analog Input #15	mA (not Used)	3.99977	4.00	mA			AS15
Analog-In #16	Analog Input #16	mA (not Used)	3.99977	4.00	mA			AS16
Analog-In #17	Analog Input #17	mA (not Used)	3.99977	4.00	mA			AS17
Analog-In #18	TT7201	Deg C	-5.000578	8.44	mA			AS18
Analog-In #19	TT7204	Deg C	-5.00187063	3.47	mA			AS19
Analog-In #20	Compressor 2 Suction Temperature	Deg C	-38.00036	5.75	mA			AS20
Analog-In #21	Compressor 2 Discharge Temperature	Deg C	-21.760272	3.34	mA			AS21

Рисунок 5-8. Аналоговые входы

### 5.2.5 Аналоговые выходы

Ниже показаны сконфигурированные аналоговые выходы. Кнопка show (Отобразить) разблокирует настройки регулировки аналоговых выходов.

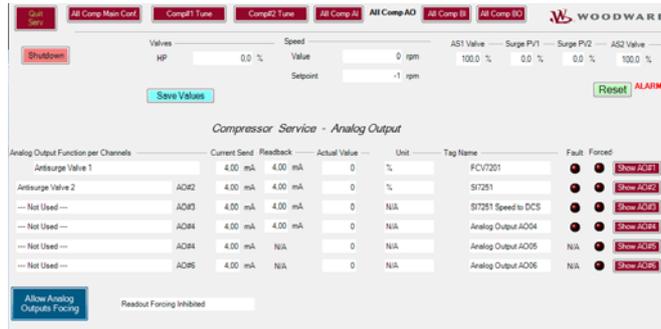


Рисунок 5-9. Аналоговые выходы

### 5.2.6 Двоичные входы

Данное экранное окно отображает сконфигурированные бинарные (двоичные) входы.

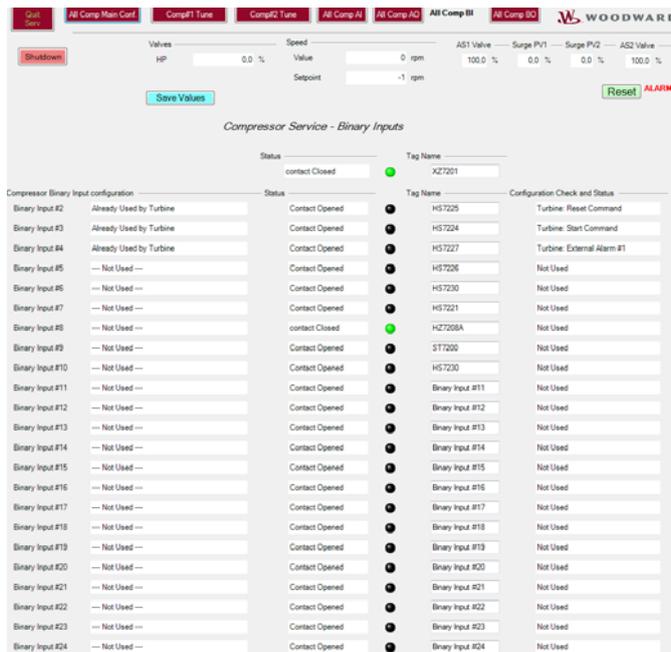


Рисунок 5-10. Двоичные входы

### 5.2.7 Двоичные (бинарные) выходы

Ниже показаны сконфигурированные двоичные (бинарные) выходы.

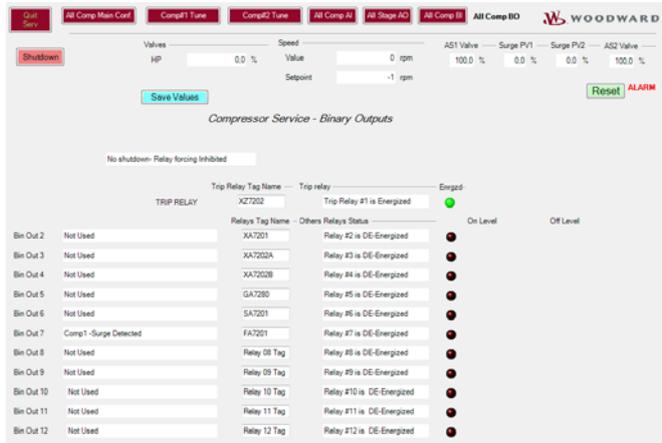


Рисунок 5-11. Двоичные (бинарные) выходы

### 5.2.8 Каналы частоты вращения (скорости)

Ниже показаны сконфигурированные каналы частоты вращения (скорости).

#### Разрешенное отклонение максимальной скорости

Начальная величина=10.0 (0.1, 100.0)

Может быть установлена разность между входами частоты вращения (скорости). Аварийный сигнал будет генерироваться при превышении этой разности.

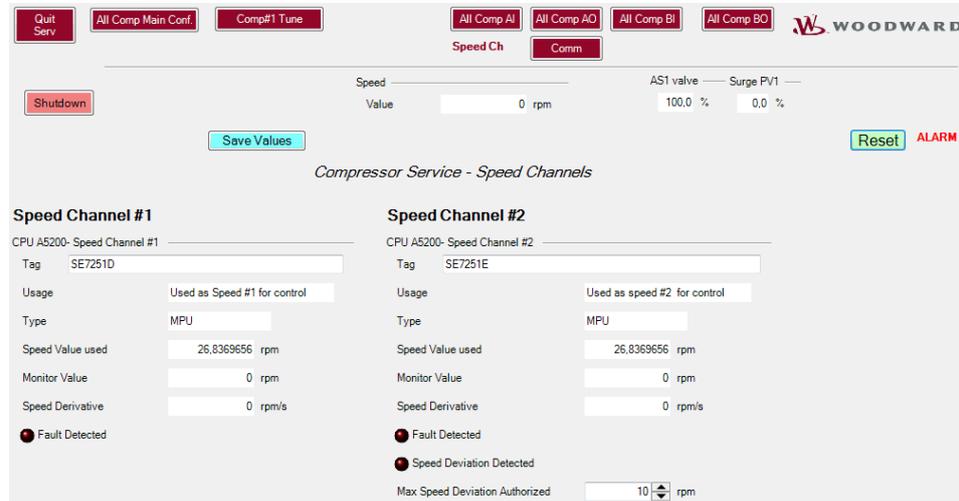


Рисунок 5-12. Каналы частоты вращения (скорости)

## 5.2.9 Обмен данными (каналы связи)

Ниже отображаются сконфигурированные каналы обмена данными Modbus. Большинство опций, за исключением типа соединения, могут быть изменены в режиме обслуживания.

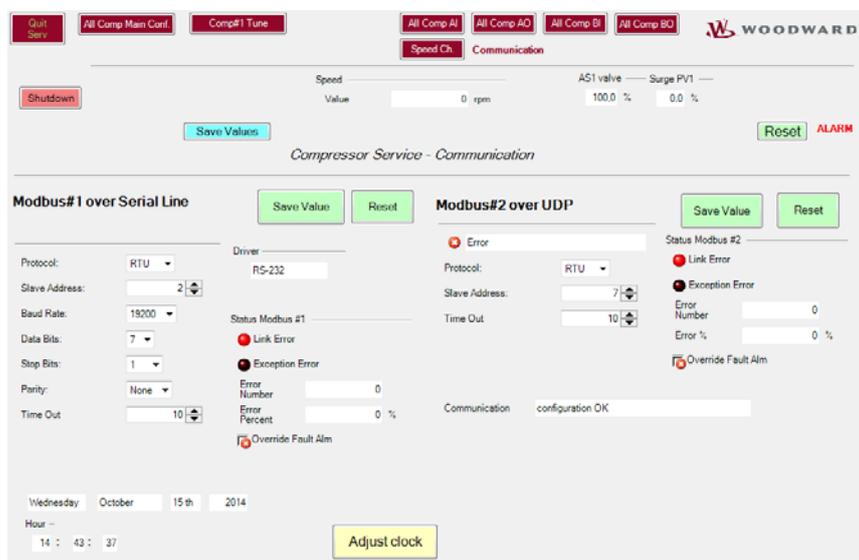


Рисунок 5-13. Обмен данными

В дополнение, внутренний таймер 505CC-2 может быть отрегулирован нажатием на кнопку *adjust clock* (настройка часов).

### 5.2.9.1 Настройка часов

Дата и время 505CC-2 могут быть переустановлены. Установите текущие величины даты и времени, и нажмите на кнопку *Set Date* (установить дату) или *Set Time* (установить время), чтобы обновить их.

Оставьте величины времени с требуемыми настройками, если импульс двоичного входа сконфигурирован для синхронизации таймера (часов). Всякий раз при получении импульса двоичного (бинарного) входа в часах будут установлены введенные величины. Настройка в районе полуночи, то есть 0:00:00 не рекомендуется, так как это может привести к ошибкам в датах. Рекомендуется вместо этого ввести настройку 3:00:00.



Рисунок 5-14. Настройка часов

## Глава 6.

# Режим работы компрессора

### 6.1 Введение

Требования к рабочим характеристикам компрессорных линий могут изменяться в соответствии с требованиями к процессам, которыми они управляют. Эта глава описывает порядок работы компрессора с учетом только функциональных характеристик 505CC-2. Более полные инструкции по эксплуатации компрессора или установки можно получить у производителей оборудования установки.

После настройки конфигурации 505CC-2 обеспечивает полностью автоматическое управление антипомпажными клапанами компрессора. При нормальной работе обычно требуется незначительное вмешательство оператора в работу или его вмешательство вообще не требуется. Экранные окна, отображающие работу компрессора, доступные из главного экранного окна, показанного на рисунке 6-1, предоставляют доступ ко всем применимым данным, используемым системой управления, для позиционирования антипомпажных клапанов. Следующие параграфы описывают имеющиеся экранные окна и данные, необходимые для интерпретации работы компрессора и вмешательства в его работу в случае необходимости. Дополнительно описываются запуск, работа в режиме онлайн и сценарии выключения.

### 6.2 Экранные окна отображения работы компрессора

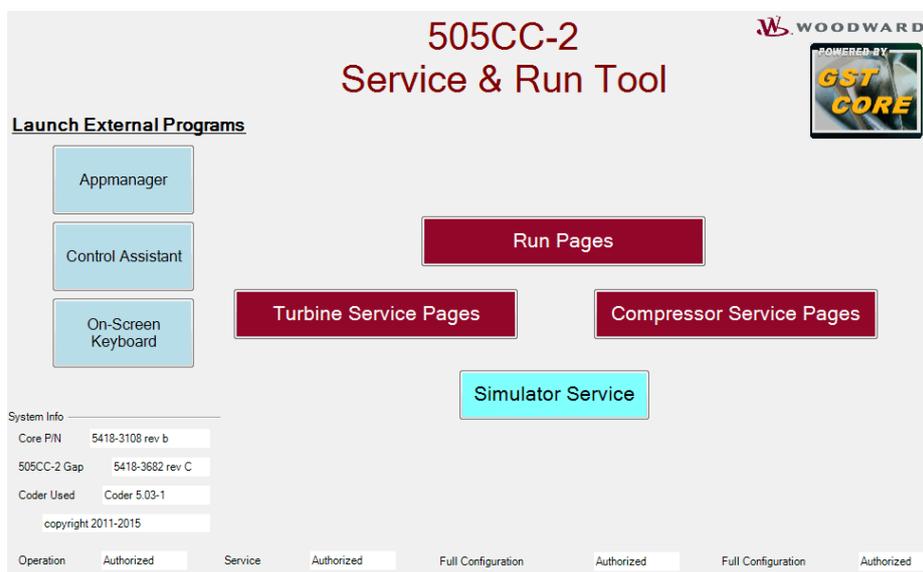


Рисунок 6-1. Страницы (окна) отображения работы и обслуживания

## 6.2.1 Страницы (окна) отображения работы

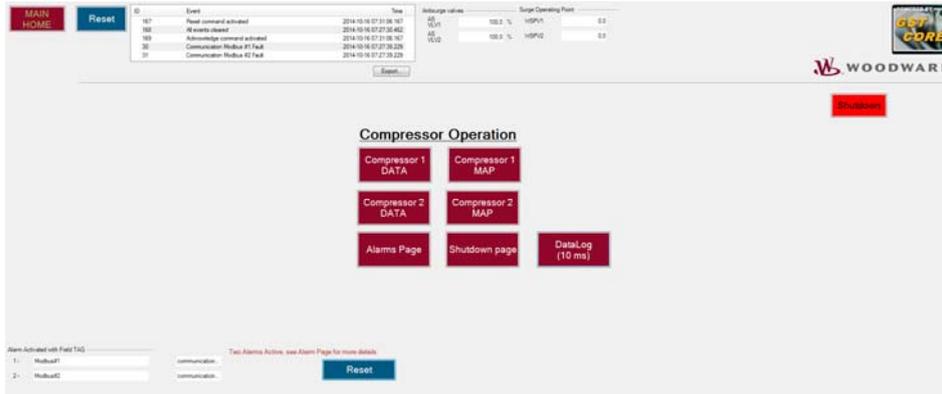


Рисунок 6-2. Страницы (окна) отображения работы компрессора

## 6.2.2 Аварийные сигналы

См. также том 1 руководства, 26542V1, для получения обзора аварийных сигналов и сигналов выключения системы управления компрессора. Численное значение может использоваться в качестве индекса для определения первого полученного аварийного сигнала через номер первого аварийного сигнала в Datalog или Modbus.

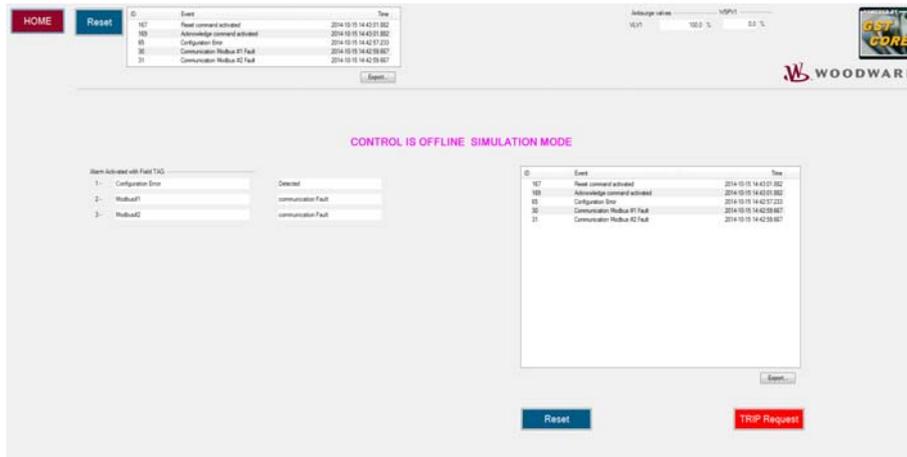


Рисунок 6-3. Экранное окно аварийных сигналов

### 6.2.3 Аварийные выключения

См. также том 1 руководства, 26542V1, для получения обзора аварийных сигналов и сигналов выключения системы управления компрессора. Численное значение может использоваться в качестве индекса для определения первого полученного аварийного сигнала через номер первого аварийного сигнала в Datalog или Modbus.

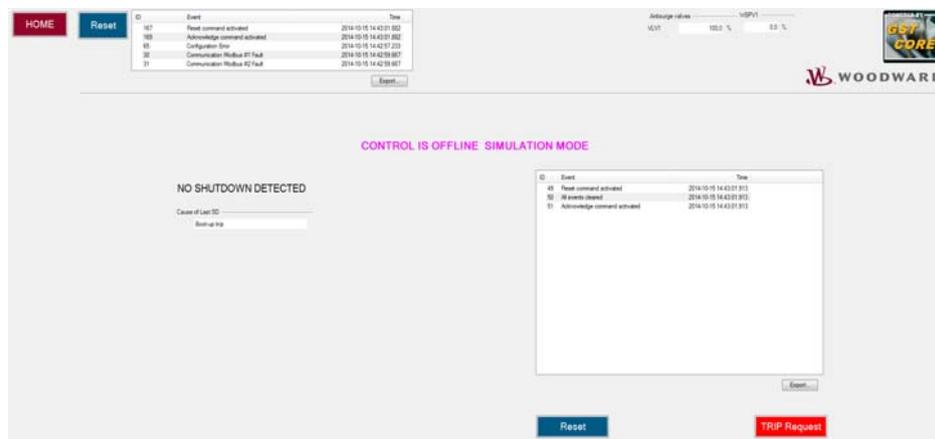


Рисунок 6-4. Экранное окно аварийного выключения

### 6.2.4 Регистрация данных (10 мс)

505CC-2 включает высокоскоростную функцию регистрации данных, которая может оказаться полезной при поиске и устранении неисправностей в случае помпажа или наступления иных событий. Она регистрирует все типовые данные для обоих контуров компрессора со скоростью выборки 10 миллисекунд. Зарегистрированные данные фиксируются. Скорость выборки может быть изменена, но только с помощью специальных программных средств.

Функция регистрации данных datalog использует кольцевой буфер, который хранится в памяти ЦП. Как показано в таблице 2-1, она регистрирует 40 дискретных величин (Истинно/ Ложно) и 40 аналоговых величин для каждого компрессора, а также скорости (частоты вращения). Это количество данных, отбираемых каждые 10 мс, фиксируется в 32-секундном буфере регистрации данных. После заполнения буфера регистрация данных начнется сначала, перезаписывая самые старые данные. Автоматическая регистрация начинается при запуске компрессорной линии и автоматически останавливается через 10 секунд после регистрации помпажа или останова. С помощью специальных программных средств регистрация данных при запуске и останове также может осуществляться вручную, чтобы регистрировать особые переходные события, колебания процессов и т.д. Буфера регистрации данных двух компрессоров могут сохраняться в ЦП в любой заданный момент времени. Если два заполненных файла регистрации данных уже существуют, самый старый из двух будет перезаписан следующим файлом регистрации данных.

Программное обеспечение AppManager и Control Assistant, поставляемое на диске с прикладным программным обеспечением, может использоваться для извлечения и просмотра журналов (файлов) регистрации данных. (Эти программы также могут быть загружены с сайта [www.woodward.com](http://www.woodward.com)). См. меню онлайн справки AppManager для получения сведений об извлечении файлов, включая файлы регистрации данных из системы управления. Инструмент извлечения файлов регистрации данных AppManager Datalog Retrieval Tool, имеющийся с дополнительно покупаемой лицензией, также может быть сконфигурирован для автоматической архивации журналов регистрации данных из системы управления на подсоединенный по сети компьютер. См. меню онлайн справки Control Assistant для получения подробной информации о просмотре файлов регистрации данных. Файл представляет собой текстовый файл данных с разделителями в виде запятой, и поэтому, он может импортироваться в большинство программ анализа тенденций и таблиц для просмотра и манипуляции с данными.

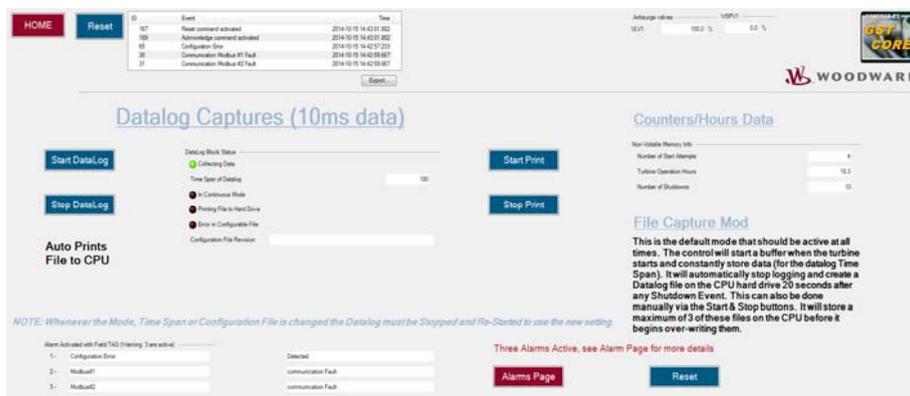


Рисунок 6-5. Экранное окно регистрации данных

Дискретные величины (Истинно/Ложно = 1/0)	Аналоговые величины
Компрессор 1: Помпаж обнаружен	Компрессор 1: Сигнал управляющего задания положением клапана
Компрессор 1: Режим скачкообразного открытия клапана активирован	Компрессор 1: Требование к HSS
Компрессор 1: SMP активен	Компрессор 1: Рабочая точка
Компрессор 1: Обнаружение помпажа по производной расхода	Компрессор 1: Действительный расход
Компрессор 1: Обнаружение помпажа по минимальному расходу	Компрессор 1: Массовый/ стандартный расход
Компрессор 1: Обнаружение помпажа по производной P1	Компрессор 1: Политропический напор
Компрессор 1: Обнаружение помпажа по производной P2	Компрессор 1: Уменьшенный напор
Компрессор 1: Обнаружение помпажа по производной скорости	Компрессор 1: Давление в линии всасывания
Компрессор 1: Обнаружение помпажа по пересечению линии	Компрессор 1: Давление в линии нагнетания
Компрессор 1: Ошибка конфигурации	Компрессор 1: Температура в линии всасывания
Компрессор 1: Онлайн	Компрессор 1: Температура в линии нагнетания
Компрессор 1: В автоматическом режиме	Компрессор 1: Дельта P (перепад давлений) для расхода
Компрессор 1: В режиме ручного управления с резервированием	Компрессор 1: Производная расхода при помпаже
Компрессор 1: В режиме полностью ручного управления	Компрессор 1: Производная скорости при помпаже
Компрессор 1: Неисправность расходомера	Компрессор 1: Максимальная производная P2 при помпаже
Компрессор 1: Блокировка автоматики P1 разблокирована	Компрессор 1: Максимальная производная P1 при помпаже

Компрессор 1: Блокировка автоматики P2 разблокирована	Компрессор 1: Рабочая Pt при помпаже
Компрессор 2: Помпаж обнаружен	Компрессор 1: Ручной dmd
Компрессор 2: Режим скачкообразного открытия клапана активирован	Компрессор 2: Требование к переключению клапана
Компрессор 2: SMP активен	Компрессор 2: Требование к HSS
Компрессор 2: Обнаружение помпажа по производной расхода	Компрессор 2: Рабочая точка
Компрессор 2: Обнаружение помпажа по минимальному расходу	Компрессор 2: Действительный расход
Компрессор 2: Обнаружение помпажа по производной P1	Компрессор 2: Массовый/ стандартный расход
Компрессор 2: Обнаружение помпажа по производной P2	Компрессор 2: Политропический напор
Компрессор 2: Обнаружение помпажа по производной скорости	Компрессор 1: Уменьшенный напор
Компрессор 2: Обнаружение помпажа по пересечению линии	Компрессор 2: Давление в линии всасывания
Компрессор 2: Ошибка конфигурации	Компрессор 2: Давление в линии нагнетания
Компрессор 2: Онлайн	Компрессор 2: Температура в линии всасывания
Компрессор 2: В автоматическом режиме	Компрессор 2: Температура в линии нагнетания
Компрессор 2: В режиме ручного управления с резервированием	Компрессор 2: Дельта P (перепад давлений) для расхода
Компрессор 2: В режиме полностью ручного управления	Компрессор 2: Производная расхода при помпаже
Компрессор 2: Неисправность расходомера	Компрессор 2: Производная скорости при помпаже
Компрессор 1: Блокировка автоматики P1 разблокирована	Компрессор 2: Максимальная производная P2 при помпаже
Компрессор 1: Блокировка автоматики P2 разблокирована	Компрессор 2: Максимальная производная P1 при помпаже
	Компрессор 2: Рабочая Pt при помпаже
	Компрессор 2: Ручной dmd
	Расход бокового потока
	Температура бокового потока
	Давление бокового потока (отвода)

Таблица 6-1. Регистрация данных компрессора с 505CC-2

## 6.2.5 Рабочий режим

### 6.2.5.1 Запуск

После выключения и при нулевой скорости (частоте вращения) установка будет находиться в режим офлайн, и 505CC-2 будет поддерживать антипомпажный клапан компрессора в положении для нулевой скорости (частоты вращения). Как правило, цикл запуска компрессора в режиме полной рециркуляции осуществляется при прогреве паровой турбины, который может длиться несколько часов. По мере того, как пар изначально подается на турбину и скорость (частоты вращения) повышается выше сконфигурированного уровня нулевой скорости компрессора, система управления переключает по линейному закону антипомпажный клапан в положение при запуске. Эта последовательность запуска также может быть запущена конфигурируемым дискретным входом или командой Modbus.

Система управления будет оставаться в режиме офлайн в последовательности запуска с клапаном в положении в процессе запуска, пока не сработает событие, переключающее в режим онлайн. Все разблокированные онлайн триггеры (скорости, давления в линии всасывания, давления в линии нагнетания, расхода и/ или вспомогательного входа) должны выполняться, чтобы произошло переключение в режим онлайн, и передача из режима задания последовательности в режим автоматического управления. Если команда выключения (т.е. отключения турбины, аварийного выключения, конфигурируемого дискретного входа, команда Modbus) получена в любое время в процессе запуска, система управления задаст последовательность операций на клапан, чтобы позиционировать его после выключения и подождать перезапуск (конфигурируемый дискретный вход, команда Modbus) или замедлить перемещение до нулевой скорости. Время задержки может быть сконфигурировано, чтобы положение антипомпажного клапана переключилось из положения выключения в положение нулевой скорости.

#### **6.2.5.2 Работа в режиме онлайн / работа в нормальном режиме**

После перехода установки в режим онлайн в соответствии с программами обнаружения режима онлайн 505CC-2, система управления антипомпажным клапаном переключится из позиционирования в режимах пуска и останова в режим полностью автоматического управления. При условии, что нагрузка является достаточной и  $S_{PV}$  превышает 100, антипомпажный ПИД регулятор медленно закроет антипомпажный клапан. 505CC-2 будет контролировать работы и положение клапана, как определяется различными сконфигурированными программами управления:

- Антипомпажное ПИД – управление
- ПИД-регулирование скорости
- Скачкообразное открытие клапана
- Выход из режима помпажа
- Минимальное положение помпажа
- Разъединение
- Управление ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии всасывания
- Управление ручной коррекцией (блокировка автоматики) давления в линии нагнетания
- Два вспомогательных управляющих входа
- Ручное управление, то есть, ручное управление с резервированием или полностью ручное управление

Удаление онлайн триггера, например, скорости, давления в линии всасывания, давления в линии нагнетания, расхода, и/ или вспомогательного входа изменит управление последовательностью запуска и переключит клапан по линейному закону в положение в процессе запуска. Система управления будет находиться в таком состоянии, пока онлайн триггер не будет восстановлен.

Если команда выключения (т.е. отключения турбины, аварийного выключения, конфигурируемого дискретного входа, команда Modbus) получена, система управления задаст последовательность операций на клапан, чтобы позиционировать его после выключения, и будет ожидать перезапуск (конфигурируемый дискретный вход, команда Modbus) или замедлить перемещение до нулевой скорости.

### 6.2.5.3 Аварийный останов

После получения команды выключения антипомпажный клапан будет немедленно переключен в сконфигурированное положение после выключения. Последовательность операций выключения остается активной, пока установка не замедлится ниже сконфигурированного уровня нулевой скорости, при которой время, в течение которого клапан переключается по линейному закону в сконфигурированное положение с нулевой скоростью, не истечет после задержки выключения. Если, тем не менее, перед замедлением до нулевой скорости выключение будет удалено и сброшено, и подана команда на перезапуск, произойдет переключение последовательности управления, как описано выше для запуска. Антипомпажный клапан (-ы) переключится в сконфигурированное положение запуска, пока не будет обнаружено онлайн условие, при котором 505CC-2 переключится в автоматический режим антипомпажного управления.

### 6.2.5.4 Контролируемое выключение

Контролируемое выключение или нормальный останов инициируется через систему управления турбиной, и предназначен для замедления установки по линейному закону контролируемым образом. Это условие не вызовет немедленное отключение антипомпажного клапана (-ов) компрессора до положения выключения. Вместо этого, автоматические антипомпажные программы продолжают управление клапаном (-ами) до срабатывания триггера онлайн обнаружения, описанного ранее, после чего антипомпажный клапан (-ы) переключатся по линейному закону в сконфигурированное положение выключения со сконфигурированной скоростью ручного переключения клапана.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

**Необходимо учитывать взаимодействие следующих параметров:**

- Уставок триггера онлайн обнаружения
- Скоростей клапанов и
- Управляемой турбиной скорости управляемого выключения.

**По мере того, как установка замедляется в процессе управляемого выключения, расход через компрессор, вероятно, станет нестабильным, что может вызвать помпаж, если антипомпажный клапан не откроется достаточно быстро.**

**Рекомендуется использовать комбинацию от медленной до умеренной скорости линейного переключения, от умеренной до быстрой скорости переключения антипомпажного клапана, и более быстрого триггера онлайн обнаружения.**

Последовательность операций контролируемого выключения остается активной, пока установка не замедлится ниже сконфигурированной уставки нулевой скорости, при которой время, в течение которого клапан переключается по линейному закону в сконфигурированное положение с нулевой скоростью. Если, тем не менее, перед замедлением до нулевой скорости контролируемое выключение будет отменено, последовательность управления переключится, как описано выше для запуска. Антипомпажный клапан (-ы) переключится в сконфигурированное положение запуска, пока не будет обнаружено онлайн условие, при котором 505CC-2 переключится в автоматический режим антипомпажного управления.

## 6.2.6 Режим

В этом экранном окне может быть выбран режим управления. Пользователь сможет переключаться из полностью автоматического режима в режим ручного управления или полностью в режим ручного управления.



Рисунок 6-6. Выбор режима управления

## 6.2.7 Аварийные сигналы/ Сообщения

Данное экранное окно отображает сообщения, поступающие из турбины вместе с двумя активными аварийными сигналами. Аварийные сигналы отображаются вместе с дополнительным внешним тэгом. Данное экранное окно также отображает, сколько аварийных сигналов всего активно. Для получения дополнительной информации об этих аварийных сигналах перейдите к странице с описанием аварийных сигналов.

См. также том 1 руководства, 26542V1, для получения обзора аварийных сигналов и сигналов выключения системы управления компрессора.

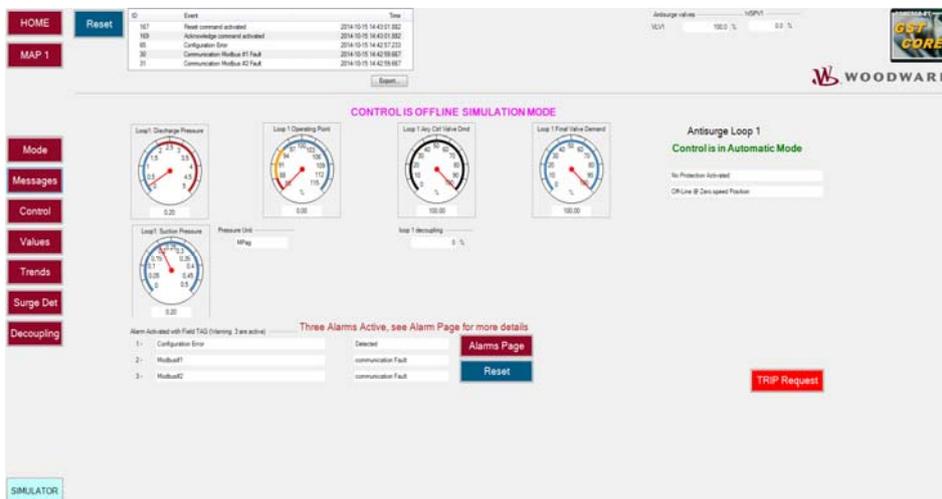


Рисунок 6-7. Аварийные сигналы/ Сообщения

### 6.2.8 Управление

Данное экранное окно отображает требования системы управления и действительную границу области помпажа.



Рисунок 6-8. Управление

### 6.2.9 Величины

В данном окне отображаются величины параметров процесса. В этом окне отображаются температура и давление в линиях всасывания и нагнетания, а также действительный и стандартный расход.

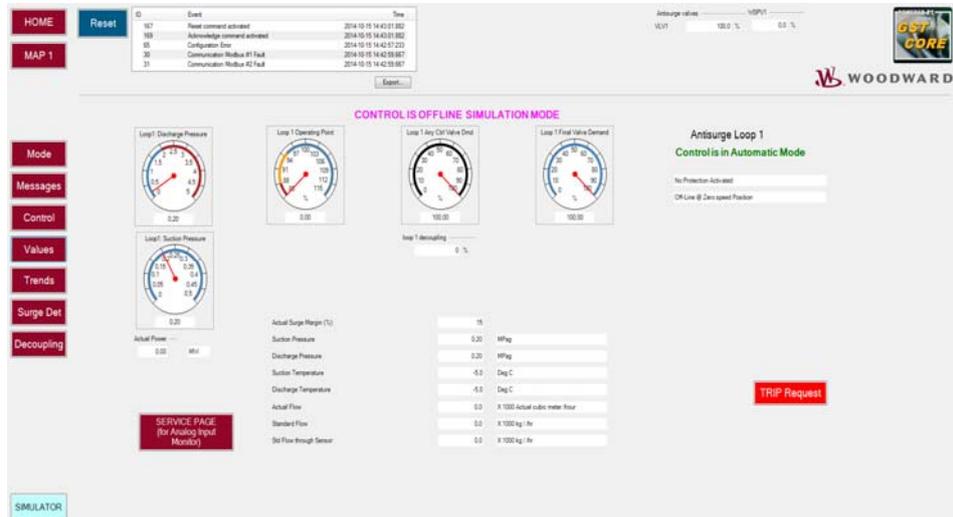


Рисунок 6-9. Величины

## 6.2.10 Обнаружение помпажа

В случае помпажа система управления захватывает некоторые величины параметров и отображает их в данном экранном окне.

Отображаются следующие максимальные значения производных и достигнутые значения рабочей точки при помпаже:

- Максимальное значение производной расхода
- Рабочая точка
- Максимальное значение производной входного давления
- Максимальное значение производной давления нагнетания
- Максимальное значение производной скорости

Обнаруженный помпаж приведет к установлению минимального положения помпажа (SMP). На данной странице имеется выделенная кнопка сброса для сброса данного SMP. Использование кнопок повышения или понижения граничных значений позволяет осуществлять настройки границ между линией ограничения помпажа (SLL) и линией контроля помпажа (SCL).

Каждый случай помпажа учитывается с добавлением конфигурируемых последовательных аварийных сигналов и выключений. Использование кнопки сброса счетчика позволит вернуть показания в нуль за исключением общего числа случаев помпажа, для удаления которого требуется нажать кнопку сброса счетчика три раза в течение одной секунды.

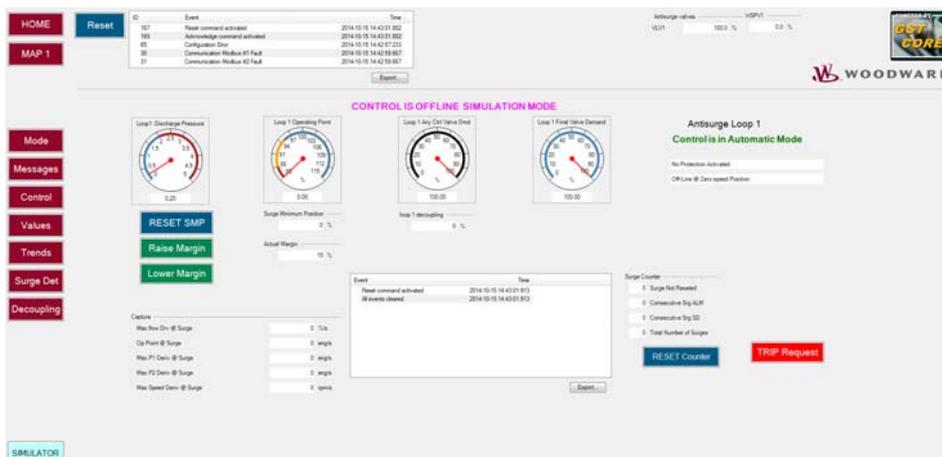


Рисунок 6-10. Обнаружение помпажа

## 6.2.11 Разъединение

Данная страница отображает процентное отношение разъединений при разблокировании и настройке конфигурации, которые будут применяться к антипомпажному клапану. За информацией о разъединении обратитесь к 2.9.3.9.

## 6.2.12 Прочие ступени

Данное экранное окно содержит обзор совместно работающих обеих ступеней. Здесь отображаются давление нагнетания, рабочая точка, запрос на переключение управляющего клапана и конечное требование к переключению клапана обеих ступеней компрессора.

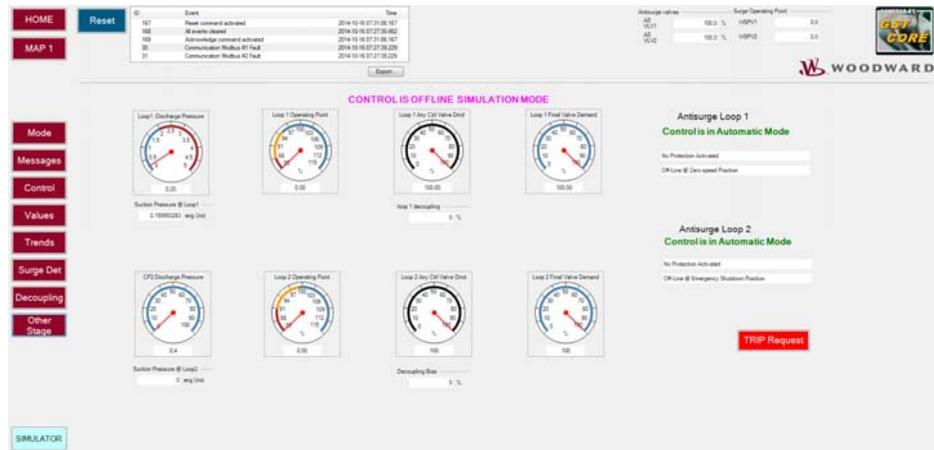


Рисунок 6-11. Прочие ступени

## 6.2.13 Блокировка автоматики P1

На данной странице уставка давления в линии всасывания ступени 1 компрессора может быть отрегулирована вручную. За дополнительной информацией обратитесь к 2.9.4.1.

## 6.2.14 Блокировка автоматики P2

На данной странице уставка давления в линии всасывания ступени 2 компрессора может быть отрегулирована вручную. За дополнительной информацией обратитесь к 2.9.4.2.

## Приложение А. Спецификации с конфигурацией компрессора

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
Основная конфигурация всех ступеней Схема компоновки компрессора Используемая система единиц измерений		
Определение единиц измерений, используемых в контроллере Единицы измерения давления на датчиках Единицы измерения температуры на датчике Единицы измерения расхода, используемые при построении карты Используемые единицы измерений политропического напора		
Среднее атмосферное давление на рабочей площадке [кПа] или [фунтов на квадратный дюйм] Случай для специальных газов (при наличии)		
Стандартные условия Температура Давление		
Алгоритм Тип использованного алгоритма Состав газа		
Местоположение датчиков – одноступенчатый компрессор (если сконфигурирован) Местоположение расходомера Местоположение датчика температуры Промежуточные холодильники		
Местоположение датчиков – двойной с одним датчиком измерения расхода (если сконфигурирован) Местоположение расходомера COMP1: Местоположение датчика температуры COMP2: Местоположение датчика температуры COMP1: Промежуточные холодильники COMP2: Промежуточные холодильники		
Местоположение датчиков – Двойной с двумя датчиками расхода (если сконфигурирован) COMP1: Местоположение расходомера COMP2: Местоположение расходомера COMP1: Местоположение датчика температуры COMP2: Местоположение датчика температуры COMP1: Промежуточные холодильники		

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
СОМР2: Промежуточные холодильники Схема компоновки антипомпажных клапанов Местоположение датчиков – двойной с боковыми вводами потока (если сконфигурирован) Местоположение объединенных расходомеров Объединенные датчики температуры Местоположение СОМР1: Промежуточные холодильники СОМР2: Промежуточные холодильники		
Местоположение датчиков – двойной с боковыми вводами потока (если сконфигурирован) Местоположение объединенных расходомеров Объединенные датчики температуры Местоположение СОМР1: Промежуточные холодильники СОМР2: Промежуточные холодильники		
Характеристики газа для всех ступеней – одна ступень (если сконфигурирована) Молекулярная масса [г/моль] Отношение удельных теплоемкостей (показатель адиабаты) Сжимаемость в линии всасывания Сжимаемость в линии нагнетания Сжимаемость при стандартных условиях Критическое давление [единицы измерения давления] Критическая температура [единицы измерения температуры]		
Характеристики газа для всех ступеней – две ступени (если сконфигурированы) Молекулярная масса [г/моль]		
Отношение удельных теплоемкостей (показатель адиабаты) Соmр1: Сжимаемость в линии всасывания Соmр1: Сжимаемость в линии нагнетания Соmр2: Сжимаемость в линии всасывания Соmр2: Сжимаемость в линии нагнетания Критическое давление [единицы измерения давления] Критическая температура [единицы измерения температуры]		
Настройки элемента для измерения расхода для всех ступеней Расходомер 1 – Настройки калибровки Тип датчика расхода Используемый метод расчетов		
Данные о расходе из спецификации с данными калибровки (если используется) Инженерные единицы измерений перепада давления на входе Расход Перепад давлений при расходе Молекулярная масса		

**Лист с конфигурацией компрессора****Настройка****Единицы**

Давление на расходомере  
 Температура на расходомере  
 Сжимаемость при расходе  
 Используемый коэффициент для расхода 1  
 (полученный в результате расчетов)

Данные о расходе из спецификации геометрии  
 (если используется)  
 Инженерные единицы измерений перепада  
 давления на входе  
 Диаметр  
 Соотношение Beta  
 Коэффициент шума приёмника, измеренный  
 методом двух температур (Y Factor)  
 Коэффициент C  
 Используемый коэффициент для расхода 1  
 (полученный в результате расчетов)

Ручная настройка коэффициента расхода 1 (если  
 используется)  
 Используемый коэффициент расхода 1

Расходомер 2 - Настройки калибровки  
 (если используется)  
 Тип датчика расхода  
 Используемый метод расчетов

Данные о расходе из спецификации с данными  
 калибровки (если используется)  
 Инженерные единицы измерений перепада  
 давления на входе  
 Расход  
 Перепад давлений при расходе  
 Молекулярная масса  
 Давление на расходомере  
 Температура на расходомере  
 Сжимаемость при расходе  
 Используемый коэффициент для расхода 2  
 (полученный в результате расчетов)

Данные о расходе из спецификации геометрии  
 (если используется)  
 Инженерные единицы измерений перепада  
 давления на входе  
 Диаметр  
 Соотношение Beta  
 Коэффициент шума приёмника, измеренный  
 методом двух температур (Y Factor)  
 Коэффициент C  
 Используемый коэффициент для расхода 2  
 (полученный в результате расчетов)

Ручная настройка коэффициента расхода 1 (если  
 используется)  
 Используемый коэффициент расхода 2

Настройка антипомпажных клапанов всех ступеней  
 Настройки антипомпажного клапана #1

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
Направление приведения в действие		
Компенсация коэффициента усиления		
Возмущение (возмущающее воздействие) [%]		
Используется превышение рабочего хода?		
Превышение рабочего хода при открытии [%] (если используется)		
Превышение рабочего хода при закрытии [%] (если используется)		
Кривая линеаризации антипомпажного клапана #1 (если используется)		
X1 [%], Y1 [%]		
X2 [%], Y2 [%]		
X3 [%], Y3 [%]		
X4 [%], Y4 [%]		
X5 [%], Y5 [%]		
X6 [%], Y6 [%]		
X7 [%], Y7 [%]		
X8 [%], Y8 [%]		
X9 [%], Y9 [%]		
X10 [%], Y10 [%]		
X11 [%], Y11 [%]		
Параметры компенсации на основе CV антипомпажного клапана #1 (если используется)		
Величина нормального расхода		
AS клапан CV		
Настройки антипомпажного клапана #2 (если используются)		
Направление приведения в действие		
Компенсация коэффициента усиления		
Возмущение (возмущающее воздействие) [%]		
Используется превышение рабочего хода?		
Превышение рабочего хода при открытии [%] (если используется)		
Превышение рабочего хода при закрытии [%] (если используется)		
Кривая линеаризации антипомпажного клапана #2 (если используется)		
X1 [%], Y1 [%]		
X2 [%], Y2 [%]		
X3 [%], Y3 [%]		
X4 [%], Y4 [%]		
X5 [%], Y5 [%]		
X6 [%], Y6 [%]		
X7 [%], Y7 [%]		
X8 [%], Y8 [%]		
X9 [%], Y9 [%]		
X10 [%], Y10 [%]		
X11 [%], Y11 [%]		
Параметры компенсации на основе CV антипомпажного клапана #2 (если используется)		
Величина нормального расхода		
AS клапан CV		

**Лист с конфигурацией компрессора****Настройка****Единицы**

Составление карты для ступени 1

Карта отображается на экране коммуникационного интерфейса

Отрегулировать максимальную величину X для отображения

Отрегулировать максимальную величину Y для отображения

Тип используемой карты

Коэффициент умножения для расхода

Коэффициент умножения для напора

Номинальные условия в соответствии с картой области помпажа

Температура в линии всасывания

Давление в линии всасывания

Температура в линии нагнетания

Давление в линии нагнетания

Номинальная скорость

Расход при номинальной политропической эффективности

Мин/ макс ожидаемый диапазон датчика

Минимальное давление в линии всасывания

Максимальное давление в линии всасывания

Минимальное давление в линии нагнетания

Максимальное давление в линии нагнетания

Кривая карты 1 области помпажа

X1, Y1

X2, Y2

X3, Y3

X4, Y4

X5, Y5

X6, Y6

Настройки системы управления контура 1 –

Последовательность операций/ положение клапана

Положение клапана при выключении и запуске

Положение выключения разблокировано

Положение продувки

Положение непосредственно после выключения [%]

Время после выключения [с]

Уровень нулевой скорости [об/мин]

Положение при нулевой скорости и SD задержке

Пройдено [%]

Положение в процессе запуска [%]

Управляющее онлайн обнаружение (с разрешением на модулирование)

Использование минимального уровня скорости

Минимальный уровень скорости [об/мин] (если используется)

Использование минимального уровня давления в линии всасывания

Минимальный уровень давления в линии всасывания (если используется)

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
Использование минимального давления в линии нагнетания		
Уровень Минимальный уровень давления в линии нагнетания (если используется) Использование минимального уровня расхода Минимальный уровень расхода (если используется) Использование внешнего контакта		
Ручное открытие/ закрытие клапана Медленное ручное повышение/ понижение скорости Задержка для быстрой (растущей) скорости [с] Быстрое ручное повышение/ понижение скорости [%/с] Использовать дистанционную установку в ручном режиме		
Автоматическое открытие/ закрытие клапана Автоматически изменяемая скорость [%/с]		
Управляющие настройки ступени 1 – Обнаружение помпажа Метод обнаружения помпажа Использовать обнаружение по производной расхода Уставка триггера обнаружения по производной расхода Использовать обнаружение по минимальной производной расхода Уставка минимальной производной расхода [британские единицы/с] (если используются) Использовать обнаружение по производной давления в линии нагнетания Уставка триггера производной давления в линии нагнетания [британские единицы/с] (если используются) Использовать обнаружение по производной давления в линии всасывания Уставка триггера производной давления в линии всасывания [британские единицы/с] (если используются) Использовать обнаружение по производной скорости Уставка триггера производной скорости [об/мин/с] (если используется) Использовать защиту от помпажа при пересечении линии		
Действия, предпринимаемые при обнаружении помпажа Предел рабочей величины SP для обнаружения помпажа [%] Период контура [с] Выход из режима помпажа разблокирован Величина выхода из режима помпажа [%] Минимальное положение клапана выхода из режима помпажа [%]		
Функция SMP разблокирована Величина SMP [%]		

**Лист с конфигурацией компрессора****Настройка****Единицы**

Функция сброса SMP

Разблокировать выход из режима помпажа даже в полностью ручном режиме

Использование автоматического сдвига линии контроля после помпажа

Величина автоматического сдвига линии контроля [%]

Управляющие настройки ступени 1 – Защита от помпажа

Предотвращение помпажа

Линия контроля помпажа (SCL), граничное значение [%]

Граница защиты от помпажа [%]

Защитная аварийная сигнализация

Максимальное число случаев помпажа

Защитная аварийная сигнализация

Время для максимального числа случаев помпажа

Защита с отключением

Максимальное число случаев помпажа

Защита с отключением

Время для максимального числа случаев помпажа

Время контура (Устанавливается в системе

обнаружения помпажа [с])

Разблокировать функцию нагнетания

Величина функции нагнетания (наддува) [%] (если используется)

Разблокировка функции кратковременного перерегулирования

Величина функции кратковременного перерегулирования [%] (если используется)

Аварийная сигнализация при последующих случаях помпажа

Полное открытие при обнаружении последующих случаев аварийной сигнализации помпажа

Отключение при обнаружении последующих случаев помпажа SD

Блокировка запроса полностью ручного режима

Управляющие настройки ступени 1 – ПИД

Нормальные настройки антипомпажного контроллера

Использование компенсации давления (только если установлено в настройках клапана)

Пропорциональное усиление

Интегральное усиление [повторений/с]

Коэффициент производной скорости

Настройки ПИД контроллера скорости

Использование ПИД контроллера скорости

Использование компенсации давления (только если установлено в настройках клапана)

Пропорциональное усиление

Интегральное усиление [повторений/с]

Коэффициент производной скорости

Уставка скорости

Опция с фиксацией положение клапана

Использование опции с фиксацией положение клапана

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
Задержка перед фиксацией положения клапана [с]		
Окно требуемых характеристик клапана [%]		
Окно для рабочей точки помпажа [%]		
Контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии всасывания		
Использование контроллера управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии всасывания		
Использование компенсации давления (только если установлено в настройках клапана)		
Пропорциональное усиление		
Интегральное усиление [повторений/с]		
Коэффициент производной скорости		
Начальная уставка [британские единицы]		
Скорость изменения SP [британские единицы/с]		
Контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии нагнетания		
Использование контроллера управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии нагнетания		
Использование компенсации давления (только если установлено в настройках клапана)		
Пропорциональное усиление		
Интегральное усиление [повторений/с]		
Коэффициент производной скорости		
Начальная уставка [британские единицы]		
Скорость изменения SP [британские единицы/с]		
Управляющие настройки ступени 1 – разъединение и вспомогательные функции HSS		
Использование разъединения		
Максимальный уровень разъединения [%]		
Величина диапазона клапана процесса помпажа (для приведения в действие) [%]		
Разъединение по скорости		
Время задержки медленнодействующего воздействия [с]		
Величина медленнодействующего воздействия (медленной скорости) [%/об/мин]		
Время задержки быстродействующего воздействия (высокой скорости) [с]		
Величина быстродействующего воздействия (высокой скорости) [%/об/мин]		
Разъединение по другой ступени		
Время задержки другой ступени [с]		
Величина для другой ступени [%/%]		
Разъединение по внешнему входу #1		
Время задержки входа#1 [с]		
Величина для входа#1 [%/%]		
Разъединение по внешнему входу #2		
Время задержки входа#2 [с]		
Величина для входа#2 [%/%]		

**Лист с конфигурацией компрессора****Настройка****Единицы**

Вспомогательная цепь управления 1 (HSS)  
Использование вспомогательной цепи HSS#1  
Фильтр сигналов

Вспомогательная цепь управления 2 (HSS)  
Использование вспомогательной цепи HSS#2  
Фильтр сигналов

Управляющие настройки ступени 1 –  
Формирование внешнего сигнала  
Последние надежные величины  
Использование последней надежной величины для  
давления всасывания  
Использование последней надежной величины для  
давления нагнетания  
Использование последней надежной величины  
давления на элементе измерения расхода (если  
используется)  
Использование последней надежной величины для  
температуры в линии всасывания  
Использование последней надежной величины для  
температуры в линии нагнетания  
Использование последней надежной величины  
температуры на элементе измерения расхода  
(если используется)

Настройки клапана по умолчанию  
Последняя надежная величина давления  
всасывания по умолчанию  
Последняя надежная величина давления в линии  
нагнетания по умолчанию  
Последняя надежная величина давления  
на элементе измерения расхода по умолчанию  
(если используется)  
Последняя надежная величина температуры  
в линии всасывания по умолчанию  
Последняя надежная величина температуры  
в линии нагнетания по умолчанию  
Последняя надежная величина температуры  
на элементе измерения расхода (если  
используется)

Фильтрация внешнего сигнала  
Фильтр расхода (ARMA) [с]  
Фильтр давления [с]  
Фильтр температуры [с]

Реакция системы управления на ошибку внешнего  
сигнала  
Выбирается полностью ручной режим при любой  
неисправности  
Добавляемая величина при сбое сигнала расхода  
[%]

Составление карты для ступени 2  
(если используется)  
Карта отображается на экране коммуникационного  
интерфейса  
Отрегулировать максимальную величину X для  
отображения  
Отрегулировать максимальную величину Y для  
отображения

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
Тип используемой карты Коэффициент умножения для расхода Коэффициент умножения для напора		
Номинальные условия в соответствии с картой области помпажа Температура в линии всасывания Давление в линии всасывания Температура в линии нагнетания Давление в линии нагнетания Номинальная скорость Расход при номинальной политропической эффективности		
Мин/ макс ожидаемый диапазон датчика Минимальное давление в линии всасывания Максимальное давление в линии всасывания Минимальное давление в линии нагнетания Максимальное давление в линии нагнетания		
Кривая карты 2 области помпажа X1, Y1 X2, Y2 X3, Y3 X4, Y4 X5, Y5 X6, Y6		
Настройки системы управления контура 2 – Последовательность операций/ положение клапана Положение клапана при выключении и запуске Положение выключения разблокировано Положение продувки Положение непосредственно после выключения [%] Время после выключения [с] Уровень нулевой скорости [об/мин] Положение при нулевой скорости и истечении SD задержки [%]		
Положение в процессе запуска [%] Управляющее онлайн обнаружение (с разрешением на модулирование) Использование минимального уровня скорости Минимальный уровень скорости [об/мин] (если используется) Использование минимального уровня давления в линии всасывания Минимальный уровень давления в линии всасывания (если используется) Использование уровня минимального давления в линии нагнетания Минимальный уровень давления в линии нагнетания (если используется) Использование минимального уровня расхода Минимальный уровень расхода (если используется) Использование внешнего контакта		
Ручное открытие/ закрытие клапана Медленное ручное повышения/ понижение скорости [%/с]		

**Лист с конфигурацией компрессора**

Задержка для быстрой (растущей) скорости [с]

**Настройка****Единицы**

Быстрое ручное повышение/ понижение скорости [%/с]

Использовать дистанционную установку в ручном режиме

Автоматическое открытие/ закрытие клапана

Автоматически изменяемая скорость [%/с]

Управляющие настройки ступени 2 – Обнаружение помпажа

Метод обнаружения помпажа

Использовать обнаружение по производной расхода

Уставка триггера обнаружения по производной расхода

Использовать обнаружение по минимальной производной расхода

Уставка минимальной производной расхода

[британские единицы/с] (если используются)

Использовать обнаружение по производной давления в линии нагнетания

Уставка триггера производной давления в линии нагнетания [британские единицы/с] (если используются)

Использовать обнаружение по производной давления в линии всасывания

Уставка триггера производной давления в линии всасывания [британские единицы/с] (если используются)

Использовать обнаружение по производной скорости

Уставка триггера производной скорости [об/мин/с] (если используется)

Использовать защиту от помпажа при пересечении линии

Действия, предпринимаемые при обнаружении помпажа

Предел рабочей величины SP для обнаружения помпажа [%]

Период контура [с]

Выход из режима помпажа разблокирован

Величина выхода из режима помпажа [%]

Минимальное положение клапана выхода из режима помпажа [%]

Функция SMP разблокирована

Величина SMP [%]

Функция сброса SMP

Разблокировать выход из режима помпажа даже в полностью ручном режиме

Использование автоматического сдвига линии контроля после помпажа

Величина автоматического сдвига линии контроля [%]

Управляющие настройки ступени 2 – Защита от помпажа

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
Предотвращение помпажа Линия контроля помпажа (SCL), граничное значение [%]		
Граница защиты от помпажа [%]		
Максимальное число случаев помпажа для защитной аварийной сигнализации		
Время для максимального числа случаев помпажа для защитной аварийной сигнализации		
Максимальное число случаев помпажа для отключающей защитной сигнализации		
Время для максимального числа случаев помпажа для отключающей защитной сигнализации		
Время контура (Устанавливается в системе обнаружения помпажа [с])		
Разблокировать функцию скачкообразного открытия		
Величина функции скачкообразного открытия [%] (если используется)		
Разблокировка функции кратковременного перерегулирования		
Величина функции кратковременного перерегулирования [%] (если используется)		
Аварийная сигнализация при последующих случаях помпажа		
Полное открытие при обнаружении последующих случаев аварийной сигнализации помпажа		
Отключение при обнаружении последующих случаев помпажа SD		
Блокировка запроса полностью ручного режима		
Управляющие настройки ступени 2 – ПИД		
Нормальные настройки антипомпажного контроллера		
Использование компенсации давления (только если установлено в настройках клапана)		
Пропорциональное усиление		
Интегральное усиление [повторений/с]		
Коэффициент производной скорости		
Настройки ПИД контроллера скорости		
Использование ПИД контроллера скорости		
Использование компенсации давления (только если установлено в настройках клапана)		
Пропорциональное усиление		
Интегральное усиление [повторений/с]		
Коэффициент производной скорости		
Уставка скорости		
Опция с фиксацией положение клапана		
Использование опции с фиксацией положение клапана		
Задержка перед фиксацией положения клапана [с]		
Окно требуемых характеристик клапана [%]		
Окно для рабочей точки помпажа [%]		
Контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии всасывания		
Использование контроллера управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии всасывания		

**Лист с конфигурацией компрессора****Настройка****Единицы**

Использование компенсации давления (только если установлено в настройках клапана)  
 Пропорциональное усиление  
 Интегральное усиление [повторений/с]  
 Коэффициент производной скорости  
 Начальная уставка [британские единицы]  
 Скорость изменения SP [британские единицы/с]

Контроллер управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии нагнетания  
 Использование контроллера управления ручной коррекцией (блокировки автоматики) давления в линии нагнетания  
 Использование компенсации давления (только если установлено в настройках клапана)  
 Пропорциональное усиление  
 Интегральное усиление [повторений/с]  
 Коэффициент производной скорости  
 Начальная уставка [британские единицы]  
 Скорость изменения SP [британские единицы/с]

Управляющие настройки ступени 2 – разъединение и вспомогательные функции HSS

Использование разъединения  
 Максимальный уровень разъединения [%]

Величина диапазона клапана процесса помпажа (для приведения в действие) [%]

Разъединение по скорости  
 Время задержки медленнодействующего воздействия [с]  
 Величина медленнодействующего воздействия (медленной скорости) [%/об/мин]  
 Время задержки быстродействующего воздействия (высокой скорости) [с]  
 Величина быстродействующего воздействия (высокой скорости) [%/об/мин]

Разъединение по другой ступени  
 Время задержки другой ступени [с]  
 Величина для другой ступени [%/-%]

Разъединение по внешнему входу #1  
 Время задержки входа#1 [с]  
 Величина для входа#1 [%/-%]

Разъединение по внешнему входу #2  
 Время задержки входа#2 [с]  
 Величина для входа#2 [%/-%]  
 Вспомогательная цепь управления 1 (HSS)  
 Использование вспомогательной цепи HSS#1  
 Фильтр сигналов

Вспомогательная цепь управления 2 (HSS)  
 Использование вспомогательной цепи HSS#2  
 Фильтр сигналов

Управляющие настройки ступени 2 –  
 Формирование внешнего сигнала  
 Последние надежные величины

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
<p>Использование последней надежной величины для давления всасывания</p> <p>Использование последней надежной величины для давления нагнетания</p> <p>Использование последней надежной величины давления на элементе измерения расхода (если используется)</p> <p>Использование последней надежной величины для температуры в линии всасывания</p> <p>Использование последней надежной величины для температуры в линии нагнетания</p> <p>Использование последней надежной величины температуры на элементе измерения расхода (если используется)</p>		
<p>Настройки клапана по умолчанию</p> <p>Последняя надежная величина давления всасывания по умолчанию</p> <p>Последняя надежная величина давления в линии нагнетания по умолчанию</p> <p>Последняя надежная величина давления на элементе измерения расхода по умолчанию (если используется)</p> <p>Последняя надежная величина температуры в линии всасывания по умолчанию</p>		
<p>Последняя надежная величина температуры в линии нагнетания по умолчанию</p> <p>Последняя надежная величина температуры на элементе измерения расхода (если используется)</p>		
<p>Фильтрация внешнего сигнала</p> <p>Фильтр расхода (ARMA) [с]</p> <p>Фильтр давления [с]</p> <p>Фильтр температуры [с]</p>		
<p>Реакция системы управления на ошибку внешнего сигнала</p> <p>Выбирается полностью ручной режим при любой неисправности</p> <p>Добавляемая величина при сбое сигнала расхода [%]</p>		
<p>Аналоговые входы компрессора</p> <p>Нарушение нижней уставки [мА]</p> <p>Нарушение верхней уставки [мА]</p>		
<p>Аналоговые входы</p> <p>AI#07 Функция</p> <p>AI#07 Величина при 4 мА</p> <p>AI#07 Величина при 20 мА</p> <p>AI#07 Множитель Modbus</p> <p>AI#07 Единицы измерений</p> <p>AI#07 Имя тэга</p>		
<p>AI#08 Функция</p> <p>AI#08 Величина при 4 мА</p> <p>AI#08 Величина при 20 мА</p> <p>AI#08 Множитель Modbus</p> <p>AI#08 Единицы измерений</p>		

**Лист с конфигурацией компрессора****Настройка****Единицы**

AI#08 Имя тэга

AI#09 Функция

AI#09 Величина при 4 мА

AI#09 Величина при 20 мА

AI#09 Множитель Modbus

AI#09 Единицы измерений

AI#09 Имя тэга

AI#10 Функция

AI#10 Величина при 4 мА

AI#10 Величина при 20 мА

AI#10 Множитель Modbus

AI#10 Единицы измерений

AI#10 Имя тэга

AI#11 Функция

AI#11 Величина при 4 мА

AI#11 Величина при 20 мА

AI#11 Множитель Modbus

AI#11 Единицы измерений

AI#11 Имя тэга

AI#12 Функция

AI#12 Величина при 4 мА

AI#12 Величина при 20 мА

AI#12 Множитель Modbus

AI#12 Единицы измерений

AI#12 Имя тэга

AI#13 Функция

AI#13 Величина при 4 мА

AI#13 Величина при 20 мА

AI#13 Множитель Modbus

AI#13 Единицы измерений

AI#13 Имя тэга

AI#14 Функция

AI#14 Величина при 4 мА

AI#14 Величина при 20 мА

AI#14 Множитель Modbus

AI#14 Единицы измерений

AI#14 Имя тэга

AI#15 Функция

AI#15 Величина при 4 мА

AI#15 Величина при 20 мА

AI#15 Множитель Modbus

AI#15 Единицы измерений

AI#15 Имя тэга

AI#16 Функция

AI#16 Величина при 4 мА

AI#16 Величина при 20 мА

AI#16 Множитель Modbus

AI#16 Единицы измерений

AI#16 Имя тэга

AI#17 Функция

AI#17 Величина при 4 мА

AI#17 Величина при 20 мА

AI#17 Множитель Modbus

AI#17 Единицы измерений

AI#17 Имя тэга

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
AI#18	Функция	
AI#18	Величина при 4 мА	
AI#18	Величина при 20 мА	
AI#18	Множитель Modbus	
AI#18	Единицы измерений	
AI#18	Имя тэга	
AI#19	Функция	
AI#19	Величина при 4 мА	
AI#19	Величина при 20 мА	
AI#19	Множитель Modbus	
AI#19	Единицы измерений	
AI#19	Имя тэга	
AI#20	Функция	
AI#20	Величина при 4 мА	
AI#20	Величина при 20 мА	
AI#20	Множитель Modbus	
AI#20	Единицы измерений	
AI#20	Имя тэга	
AI#21	Функция	
AI#21	Величина при 4 мА	
AI#21	Величина при 20 мА	
AI#21	Множитель Modbus	
AI#21	Единицы измерений	
AI#21	Имя тэга	
Аналоговые выходы компрессора		
Каналы аналоговых выходов		
AO#1	Функция	
AO#1	Величина при 4 мА	
AO#1	Величина при 20 мА	
AO#1	Имя тэга	
AO#2	Функция	
AO#2	Величина при 4 мА	
AO#2	Величина при 20 мА	
AO#2	Имя тэга	
AO#3	Функция	
AO#3	Величина при 4 мА	
AO#3	Величина при 20 мА	
AO#3	Имя тэга	
AO#4	Функция	
AO#4	Величина при 4 мА	
AO#4	Величина при 20 мА	
AO#4	Имя тэга	
AO#5	Функция	
AO#5	Величина при 4 мА	
AO#5	Величина при 20 мА	
AO#5	Имя тэга	
AO#6	Функция	
AO#6	Величина при 4 мА	
AO#6	Величина при 20 мА	
AO#6	Имя тэга	

**Лист с конфигурацией компрессора**  
Бинарные (двоичные) входы компрессора**Настройка****Единицы**VI#2 Функция  
VI#2 Имя тэгаVI#3 Функция  
VI#3 Имя тэгаVI#4 Функция  
VI#4 Имя тэгаVI#5 Функция  
VI#5 Имя тэгаVI#6 Функция  
VI#6 Имя тэгаVI#7 Функция  
VI#7 Имя тэгаVI#8 Функция  
VI#8 Имя тэгаVI#9 Функция  
VI#9 Имя тэгаVI#10 Функция  
VI#10 Имя тэгаVI#11 Функция  
VI#11 Имя тэгаVI#12 Функция  
VI#12 Имя тэгаVI#13 Функция  
VI#13 Имя тэгаVI#14 Функция  
VI#14 Имя тэгаVI#15 Функция  
VI#15 Имя тэгаVI#16 Функция  
VI#16 Имя тэгаVI#17 Функция  
VI#17 Имя тэгаVI#18 Функция  
VI#18 Имя тэгаVI#19 Функция  
VI#19 Имя тэгаVI#20 Функция  
VI#20 Имя тэгаVI#21 Функция  
VI#21 Имя тэга

VI#22 Функция

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
VI#22	Имя тэга	
VI#23	Функция	
VI#23	Имя тэга	
VI#24	Функция	
VI#24	Имя тэга	
Бинарные (двоичные) выходы компрессора		
Реле #2	Функция	
Реле #2	Имя тэга	
Реле #2	Индикация состояния (если используется)	
	Функция	
	Инвертировать	
Реле #2	Выключатель уровня (если используется)	
	Параметр	
	Уровень ВКЛ	
	Уровень ВЫКЛ	
	Инвертировать	
Реле #3	Функция	
Реле #3	Имя тэга	
Реле #3	Индикация состояния (если используется)	
	Функция	
	Инвертировать	
Реле #3	Выключатель уровня (если используется)	
	Параметр	
	Уровень ВКЛ	
	Уровень ВЫКЛ	
	Инвертировать	
Реле #4	Функция	
Реле #4	Имя тэга	
Реле #4	Индикация состояния (если используется)	
	Функция	
	Инвертировать	
Реле #4	Выключатель уровня (если используется)	
	Параметр	
	Уровень ВКЛ	
	Уровень ВЫКЛ	
	Инвертировать	
Реле #5	Функция	
Реле #5	Имя тэга	
Реле #5	Индикация состояния (если используется)	
	Функция	
	Инвертировать	
Реле #5	Выключатель уровня (если используется)	
	Параметр	
	Уровень ВКЛ	
	Уровень ВЫКЛ	
	Инвертировать	

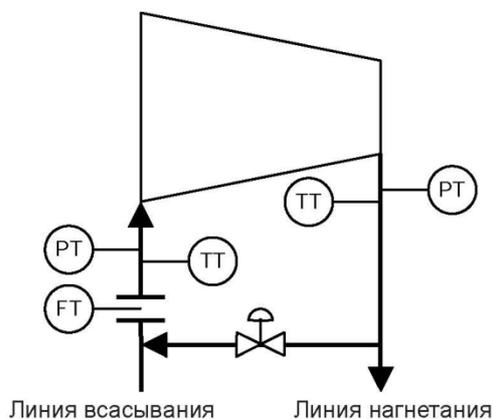
Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
Реле #6 Функция		
Реле #6 Имя тэга		
Реле #6 Индикация состояния (если используется)		
Функция		
Инвертировать		
Реле #6 Выключатель уровня (если используется)		
Параметр		
Уровень ВКЛ		
Уровень ВЫКЛ		
Инвертировать		
Реле #7 Функция		
Реле #7 Имя тэга		
Реле #7 Индикация состояния (если используется)		
Функция		
Инвертировать		
Реле #7 Выключатель уровня (если используется)		
Параметр		
Уровень ВКЛ		
Уровень ВЫКЛ		
Инвертировать		
Реле #8 Функция		
Реле #8 Имя тэга		
Реле #8 Индикация состояния (если используется)		
Функция		
Инвертировать		
Реле #8 Выключатель уровня (если используется)		
Параметр		
Уровень ВКЛ		
Уровень ВЫКЛ		
Инвертировать		
Реле #9 Функция		
Реле #9 Имя тэга		
Реле #9 Индикация состояния (если используется)		
Функция		
Инвертировать		
Реле #9 Выключатель уровня (если используется)		
Параметр		
Уровень ВКЛ		
Уровень ВЫКЛ		
Инвертировать		
Реле #10 Функция		
Реле #10 Имя тэга		
Реле #10 Индикация состояния (если используется)		
Функция		
Инвертировать		
Реле #10 Выключатель уровня (если используется)		
Параметр		
Уровень ВКЛ		
Уровень ВЫКЛ		
Инвертировать		
Реле #11 Функция		
Реле #11 Имя тэга		
Реле #11 Индикация состояния (если используется)		
Функция		

Лист с конфигурацией компрессора	Настройка	Единицы
Инvertировать		
Реле #11 Выключатель уровня (если используется)		
Параметр		
Уровень ВКЛ		
Уровень ВЫКЛ		
Инvertировать		
Реле #12 Функция		
Реле #12 Имя тэга		
Реле #12 Индикация состояния (если используется)		
Функция		
Инvertировать		
Реле #12 Выключатель уровня (если используется)		
Параметр		
Уровень ВКЛ		
Уровень ВЫКЛ		
Инvertировать		

## Приложение В. Возможные конфигурации компрессора

Следующие таблицы и рисунки могут использоваться для изучения отдельных конфигураций, начиная от экранного окна настройки конфигурации Comp General, в качестве пригодной или непригодной. Если параметр конфигурации не показан на рисунке, он не влияет на результат (схему). 505CC-2 генерирует сообщение об ошибке для невозможных конфигураций, но не сможет автоматически устранить ошибку или выделить проблемную область.

### Стандартный алгоритм/ Одноступенчатая схема

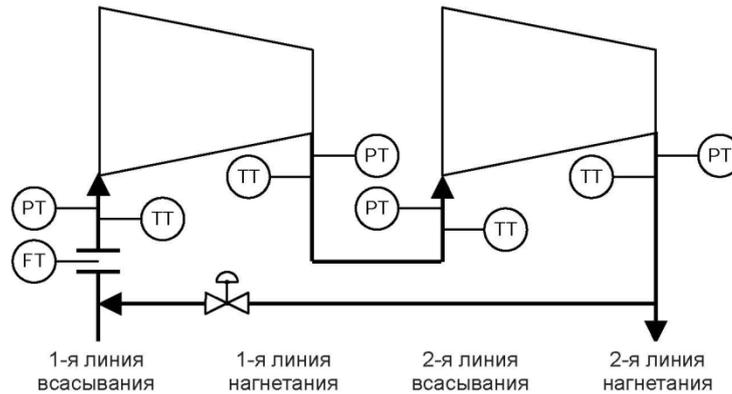


Состав газа	Датчик расхода	Датчик температуры	Количество клапанов	Конфигурация
Постоянный	Линия всасывания	Линия всасывания + Линия нагнетания	1	Возможная
		Линия всасывания	1	Возможная
		Линия нагнетания	1	-
	Линия нагнетания	Линия всасывания + Линия нагнетания	1	Возможная
		Линия всасывания	1	-
		Линия нагнетания	1	Возможная

Состав газа	Датчик расхода	Датчик температуры	Количество клапанов	Конфигурация
Переменный	Линия всасывания	Линия всасывания + Линия нагнетания	1	Возможная
		Линия всасывания	1	-
		Линия нагнетания	1	-
	Линия нагнетания	Линия всасывания + Линия нагнетания	1	Возможная
		Линия всасывания	1	-
		Линия нагнетания	1	-

Рисунок В-1. Стандартный алгоритм, одноступенчатые конфигурации

## Стандартный алгоритм/ Двойной компрессор с 1 элементом измерения расхода



Состав газа	Датчик расхода	Датчик температуры	Количество клапанов	Конфигурация
Постоянный	1-я линия всасывания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
	1-я линия нагнетания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	Возможная
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	Возможная
	2-я линия всасывания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	Возможная
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
	2-я линия нагнетания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-

	(Линия всасывания)		
	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	Возможная
	(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
	(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
	(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	1	-
	(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	1	Возможная
	(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
	(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	Возможная

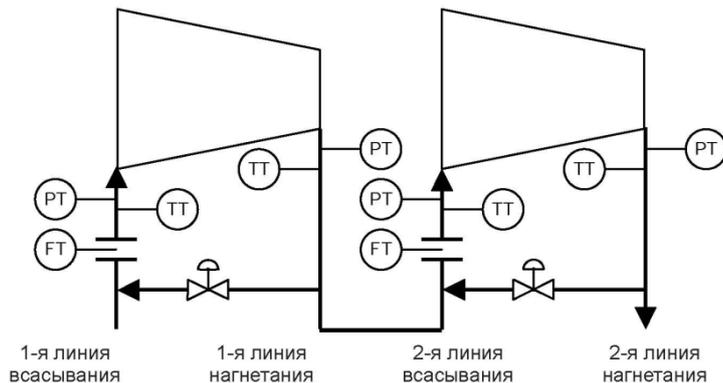
Рисунок В-2. Стандартный алгоритм/ Конфигурации с двойным компрессором с 1 элементом измерения расхода

Состав газа	Датчик расхода	Датчик температуры	Количество клапанов	Конфигурация
Переменный	1-я линия всасывания	(Suct.+Disch.) + (Suct.+Disch.)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
	1-я линия нагнетания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
	2-я линия всасывания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	-

		нагнетания)		
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания +Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
	2-я линия нагнетания	(Линия всасывания +Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	Возможная
		(Линия всасывания +Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия всасывания +Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания +Линия нагнетания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	1	-

Рисунок В-3. Стандартный алгоритм, Конфигурации с двойным компрессором с 1 элементом измерения расхода

## Стандартный алгоритм/ Двойной компрессор с 2 датчиками расхода



Состав газа	Датчик расхода	Датчик температуры	Количество во клапанов	Конфигурация
Постоянный	1-я линия всасывания + 2-я линия всасывания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
	1-я линия всасывания 2-я линия нагнетания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
	1-я линия нагнетания + 2-я линия всасывания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная

		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	Возможная
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
	1-я линия нагнетания 2-я линия нагнетания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная

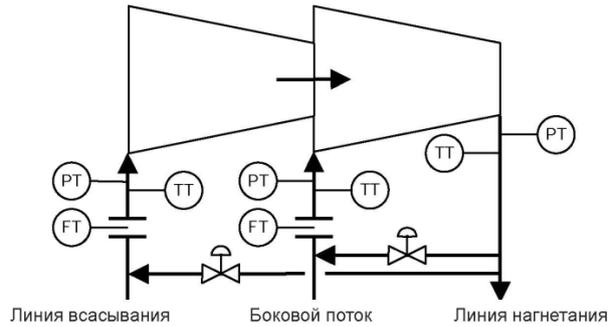
Рисунок В-4. Стандартный алгоритм/ Конфигурации с двойным компрессором с 2 элементом измерения расхода

Состав газа	Датчик расхода	Датчик температуры	Количество клапанов	Конфигурация
Переменный	1-я линия всасывания + 2-я линия всасывания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
	1-я линия всасывания 2-я линия нагнетания	(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-		

		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
1-я линия нагнетания + 2-я линия всасывания		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
	1-я линия нагнетания 2-я линия нагнетания		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания + Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания + Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
		(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		(Линия нагнетания) + (Линия всасывания)	2 или 1	-
	(Линия нагнетания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-	

Рисунок В-5. Стандартный алгоритм, Конфигурации с двойным компрессором с 2 датчиками расхода

Стандартный алгоритм/ Двойной компрессор с боковым отводом

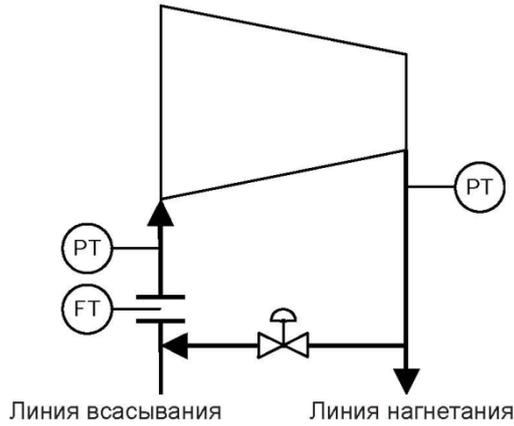


Состав газа	Направление бокового отвода	Датчик расхода	Датчик температуры	Количество клапанов	Конфигурация
Постоянный	Впуск	Линия всасывания + боковой отвод	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		Линия всасывания + Линия нагнетания	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		Боковой отвод + Линия нагнетания	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
	Отбор (извлечение)	Линия всасывания + боковой отвод	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		Линия всасывания + Линия нагнетания	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
		Боковой отвод + Линия нагнетания	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	Возможная
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
Состав газа	Направление бокового отвода	Датчик расхода	Датчик температуры	Количество клапанов	Конфигурация
Переменный	Впуск	Линия всасывания + боковой отвод	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		Линия всасывания +	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	-

		Линия нагнетания			
Отбор (извлечение)	Боковой отвод + Линия нагнетания		(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		Боковой отвод + Линия нагнетания	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	-
	Линия всасывания + боковой отвод	Линия всасывания + боковой отвод	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		Линия всасывания + Линия нагнетания	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-
		Боковой отвод + Линия нагнетания	(Линия всасывания) + (Боковой отвод + Линия нагнетания)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Боковой отвод)	2 или 1	-
			(Линия всасывания) + (Линия нагнетания)	2 или 1	-

Рисунок В-6. Стандартный алгоритм, конфигурации двойных компрессоров с боковыми отводами потока

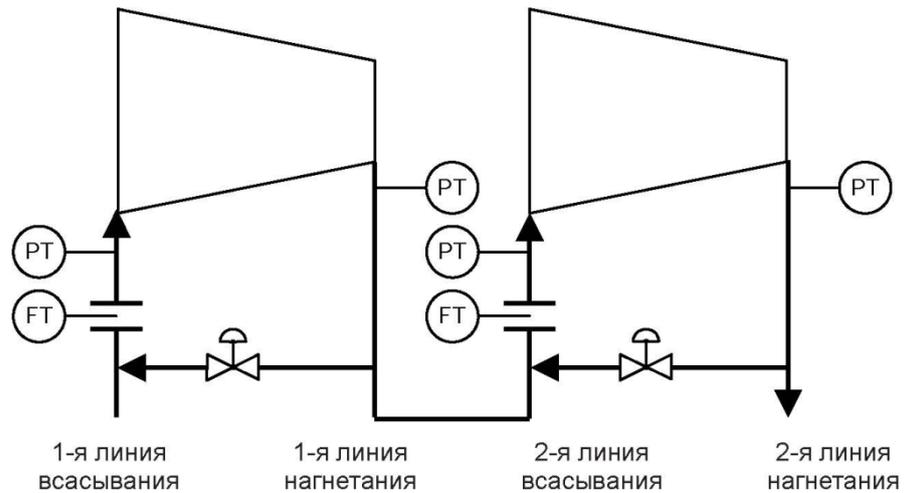
Универсальный алгоритм/ Одноступенчатая схема



Датчик расхода	Количество клапанов	Конфигурация
Линия всасывания	1	Возможная
Линия нагнетания	1	Возможная

Рисунок В-7. Универсальный алгоритм, одноступенчатые конфигурации

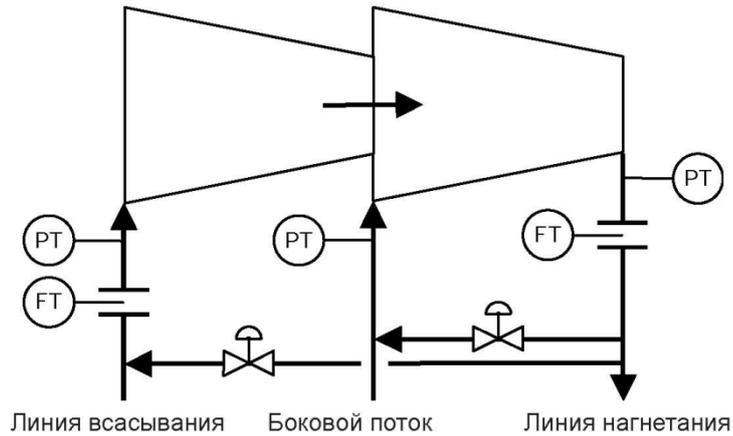
Универсальный алгоритм/ Двойной компрессор с 2 датчиками расхода



Датчик расхода	Количество клапанов	Конфигурация
1-я линия всасывания + 2-я линия всасывания	1	Возможная
	2	Возможная
1-я линия всасывания + 2-я линия нагнетания	1	Возможная
	2	Возможная
1-я линия нагнетания + 2-я линия всасывания	1	Возможная
	2	Возможная
1-я линия нагнетания + 2-я линия нагнетания	1	Возможная
	2	Возможная

Рисунок В-8. Универсальный алгоритм, Конфигурации с двойным компрессором с 2 элементом измерения расхода

## Универсальный алгоритм/ Двойной компрессор с боковым отводом



Датчик расхода	Количество клапанов	Конфигурация
1-я линия всасывания 2-я линия нагнетания	1	Возможная
	2	Возможная
Боковой отвод + 2-я линия нагнетания	1	-
	2	-
1-я линия всасывания + Боковой поток	1	-
	2	-

Рисунок В-9. Универсальный алгоритм, конфигурации двойных компрессоров с боковыми отводами потока

Мы ждем от вас замечания по поводу содержания наших публикаций.

Комментарии направляйте по адресу: [icinfo@woodward.com](mailto:icinfo@woodward.com)

Укажите номер публикации — **RU26542V3**.



PO Box 1519, Fort Collins CO 80522-1519, USA  
1000 East Drake Road, Fort Collins CO 80525, USA  
Phone +1 (970) 482-5811 • Fax +1 (970) 498-3058

Эл. почта и веб-сайт — [www.woodward.com](http://www.woodward.com)

Компания Woodward владеет предприятиями, подразделениями и филиалами. Также имеются авторизованные дистрибьюторы и другие авторизованные предприятия, занимающиеся сервисным обслуживанием и продажами в разных странах мира.

Полная информация об адресах, телефонах, факсах и адресах эл. почты доступна на нашем веб-сайте.