# 4 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И СХЕМЫ

Технология процесса производства формалина включает в себя следующие основные стадии:

* получение формальдегида каталитическим окислением метанола кислородом воздуха с утилизацией выделяющегося в процессе тепла;
* получение формалина абсорбцией формальдегида водой с подачей произведённого формалина на емкостной наружный склад производства формалина концентрированного малометанольного (корп. 1609);
* очистка отходящих газов установки термокаталитическим окислением;
* охлаждение оборотной воды.

Стадии получения формальдегида и его абсорбция водой протекают при невысоком давлении **от 0,03 МПа до 0,05 МПа** (от 0,3 бар до 0,5 бар). Процесс окисления метанола протекает в области ниже нижнего концентрационного предела распространения пламени.

Установка по производству формалина концентрированного малометанольного (КФ-2) включает в свой состав следующие объекты:

* комплектная технологическая установка (корп. 1615);
* система водооборотного цикла (далее – система ВОЦ) (корп. 1617).

## 4.1 Химизм технологического процесса

Технологические стадии производства формалина описываются следующими уравнениями реакции:

1. **Образование формальдегида**:

СН3ОН+0,5О2СН2О+Н2О dН=157 кДж/моль (1)

Образование формальдегида осуществляется при частичном окислении метанола воздухом. Реакция происходит на металлооксидном катализаторе. Реакция является экзотермической.

1. **Образование побочных продуктов**:

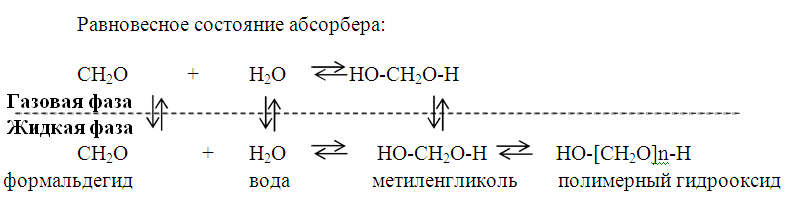
СН3ОН+О2СО+2Н2О dН=393 кДж/моль (2)

СН3ОН+О2НСООН+Н2О dН=420 кДж/моль (3)

2СН3ОНСН3ОСН3+Н2О dН=24 кДж/моль (4)

В зависимости от условий и параметров ведения технологического процесса образование и количество побочных веществ в продукте будет меняться. Реакции образования оксида углерода (II) (2) и муравьиной кислоты (3) являются экзотермическими, а реакция образования диметилового эфира (4) – эндотермической.

1. **Абсорбция формальдегида**:



Раствор формальдегида (формалин) рассматривают как водный или мономерный формальдегид. Формальдегид в жидком растворе моментально образует метиленгликоль. Раствор формальдегида представляет собой смесь растворимых олигомеров формальдегида, склонных к равновесию. Равновесные состояния водного раствора формальдегида в жидкой фазе описаны ниже.

1. **Термокаталитическое окисление системы очистки выбросов:**

СО+0,5О2СО2 dН=283 кДж/моль (5)

СН3ОНС3+3О22СО2+Н2О dН=1324 кДж/моль (6)

СН2О+О2СО2+Н2О dН=520 кДж/моль (7)

СН3ОН+1,5О2СО2+2Н2О dН=676 кДж/моль (8)

Реакции (5)…(8) являются экзотермическими. Тепловая энергия используется для генерации пара.

## 4.2 Описание технологического процесса комплектной технологической установки (корп. 1615)

Контроль и управление технологическим процессом осуществляется АСУ ТП на базе распределительной системы управления DeltaV (далее – РСУ DeltaV) и ПЭВМ, расположенной на ЦПУ (корп. 1612). Аналитический контроль осуществляется в лаборатории СТК ЦПЛ   
(корп. 1612) и лаборатории входного контроля и ФХМА (корп. 101).

### *4.2.1 Очистка и подача воздуха в систему рециркуляции отходящего газа. Поддержание давления в технологической системе (схемы PID-21-01, PID-31-01)*

Свежий воздух из атмосферы, пройдя через фильтр-шумоглушитель воздуха поз. **S-2102** со встроенным электронагревателем поз. **Н-2101**, подаётся в систему рециркуляции отходящего газа газодувками нагнетательными (далее – газодувки) поз. **F-2110**, **F-2111**.

Фильтр-шумоглушитель воздуха поз. **S-2102** представляет собой горизонтальный прямоугольный аппарат с внутренними перегородками, наполненными стекловолокном; в передней части установлен электронагреватель поз. **Н-2101**. Фильтр-шумоглушитель воздуха поз. **S-2102** предназначен для:

* очистки воздуха от примесей (пыль, пыльца растений, пух и другое), так как примеси, содержащиеся в воздухе могут привести к износу и повреждению газодувок   
  поз. **F-2110**, **F-2111**;
* уменьшения уровня шума всасываемого воздуха до уровня безвредного для персонала, работающего на месте производства;
* подогрева воздуха в зимний период при температуре окружающей среды ниже **минус 20 °С** для исключения преждевременного износа и повреждения газодувок   
  поз. **F-2110**, **F-2111**.

Температура электронагревателя поз **Н-2101** контролируется на дисплее ПЭВМ по   
поз. **TIS-21010А**, **TIS-21010В**.

Давление после фильтрующих элементов показывает степень засорения фильтрующих элементов и контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику давления поз. **PI-21021** в пределах **не менее** **минус 0,05 бар**. При достижении предминимального значения (**минус 0,05 бар**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Температура воздуха на выходе из фильтра-шумоглушителя воздуха поз. **S-2102** контролируется в пределах **от минус 15 °С до 45 °С** на дисплее ПЭВМ по датчику температуры   
поз. **TIC-21022** регулирование температуры воздуха осуществляется конвекторами температуры поз. **TY-21022А**, **TY-21022В**.

Газодувки поз. **F-2110**, **F-2111** являются газодувками ротационного типа с асинхронными электродвигателями. Газодувки поз. **F-2110**, **F-2111** соединены параллельно и поддерживают определённое давление **от 0,3 до 0,5 бар (изб.)** в системе рециркуляции отходящего газа. Регулирование осуществляется контуром регулирования поз. **PIC-55022** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик давления поз. **РТ-55022** и преобразователи частоты   
поз. **SY-55022A**, **SY-55022B**. При отклонении от уставки в пределах **от минус 0,02 до   
0,02 бар (изб.)** срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Давление на нагнетании газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** контролируется по месту по манометрам поз. **PI-21101**, **PI-21111** и на дисплее ПЭВМ по поз. **PIS-21102**, **PIS-21112** в пределах **не более 0,55 бар**. При достижении предмаксимального значения (**0,55 бар**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**0,60 бар**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок нагнетательных поз. **F-2110**,   
**F-2111** и вентиляторов рециркуляционных (далее - вентиляторы) поз. **F-2108**, **F-2109**.

Для защиты оборудования и трубопроводов на нагнетании газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** установлен клапан сброса давления в атмосферу поз. **PRV-2110**, **PRV-2111**, **PRV-2112** с давлением срабатывания **0,08 МПа** (0,8 бар).

Температура обмоток электродвигателя газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TIS-21103А**, **TIS-21103В**, **TIS-21103С** и   
поз. **TIS-21113А**, **TIS-21113В**, **TIS-21113С** в пределах **не более 120 °С**. При достижении предмаксимального значения (**120 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**130 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Температура подшипников электродвигателя газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TIS-21105**, **TIS-21106** и поз. **TIS-21115**, **TIS-21116** в пределах **не более 90 °С**. При достижении предмаксимального значения (**90 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения   
(**100 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок   
поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Температура подшипников газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TIS-21107**, **TIS-21108** и поз. **TIS-21117**, **TIS-21118** в пределах **не более 90 °С**. При достижении предмаксимального значения (**90 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**100 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Вибрация газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам вибрации поз. **XT-21104А**, **XT-21114В** в пределах **не более 12 мм/с**. При достижении предмаксимального значения (**12 мм/с**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**18 мм/с**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Частота вращения электродвигателя газодувки нагнетательной поз. **F-2110**, **F-2111** контролируется на дисплее ПЭВМ по частотным преобразователям поз. **SI-55022А**, **SI-55022В**.

Потребляемая энергия электродвигателя газодувки нагнетательной поз. **F-2110**,   
**F-2111** контролируется на дисплее ПЭВМ по частотным преобразователям поз. **JI-55022А**,   
**JI-55022В**.

Кнопки пуска и остановки газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** расположены на щитах, установленных по месту.

Свежий воздух от газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** подаётся на всас вентилятора   
поз. **F-2108**, где смешивается с отходящим газом.

### *4.2.2 Рециркуляция отходящего газа. Контроль концентрации кислорода в рециркуляционном газе (схемы PID-21-02, PID-31-01)*

#### *4.2.2.1 Рециркуляция отходящего газа*

Отходящий газ поступает в систему рециркуляции отходящего газа в количестве приблизительно **70 %** от общего количества отходящего газа, выходящего из абсорбера поз. **С-5002**.

Система рециркуляции отходящего газа обеспечивает снижение концентрации кислорода в рециркуляционном газе.

Рециркуляция отходящего газа в системе осуществляется двумя вентиляторами   
поз. **F-2108**, **F-2109**, которые являются вентиляторами радиального типа с асинхронным электродвигателями и соединены последовательно.

Температура подшипников вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TIS-21081**, **TIS-21082** и поз. **TIS-21091**, **TIS-21092** в пределах **не более 90 °С**. При достижении предмаксимального значения (**90 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**100 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Температура обмоток электродвигателя вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TIS-21083А**, **TIS-21083В**, **TIS-21083С** и поз. **TIS-21093А**, **TIS-21093В**, **TIS-21093С** в пределах **не более 145 °С**. При достижении предмаксимального значения (**145 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**155 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Вибрация вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам вибрации поз. **XIS-21084**, **XIS-21094** в пределах **не более 4,5 мм/с**. При достижении предмаксимального значения (**4,5 мм/с**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**7,0 мм/с**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Температура подшипников электродвигателя вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109** контролируется по датчикам температуры поз. **TIS-21086**, **TIS-21087** и поз. **TIS-21096**, **TIS-21097** в пределах **не более 90 °С**. При достижении предмаксимального значения (**90 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**100 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Частота вращения электродвигателя вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109** контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **SI-31044А**, **SI-31044В**.

Потребляемая энергия электродвигателя вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109** контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **JI-31044А**, **JI-31044В**.

Кнопки пуска и остановки вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109** расположены на щитах, установленных по месту.

Рециркуляционный газ после вентилятора рециркуляционного поз. **F-2109** поступает в испаритель метанола поз. **Н-3104**. На трубопроводе подачи рециркуляционного газа установлен обратный клапан поз. **21105-D** для предотвращения движения рециркуляционного газа обратным ходом через рециркуляционные вентиляторы поз. **F-2108**, **F-2109**.

Давление рециркуляционного газа после вентилятора поз. **F-2109** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику давления поз. **PIS-31047** пределах **от минус 0,06 до 1,17 бар (изб.)**. При достижении предминимального (**минус 0,06 бар**) и предмаксимального (**1,17 бар**) значений срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Температура рециркуляционного газа на входе в испаритель метанола поз. **Н-3104** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TIS-31049** в пределах **не более   
110 °С**. Входит в контур регулирования поз. **FICS-31044А**. При достижении предмаксимального значения (**110 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**120 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Давление рециркуляционного газа на входе в испаритель метанола поз. **Н-3104** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику давления поз. **PI-31048** в пределах   
**не более 1,17 бар (изб.)**. При достижении предмаксимального значения (**1,17 бар**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Расход рециркуляционного газа на входе в испаритель метанола поз. **Н-3104** контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FE-31044**, который имеет два преобразователя расхода поз. **FIСS-31044А**, **FIS-31044В**. При достижении предминимального значения   
(**24000 кг/ч**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При отклонении от уставки в пределах **от минус 3000 до 1400 кг/ч** срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении минимального значения (**23000 кг/ч**) срабатывает блокировка подачи метанола. Расход газа измеряется в объёмных единицах и пересчитывается в массовые единицы. Для определения массового расхода берутся объёмные показания расходомера поз. **FE-31044**, давление газа   
поз. **РТ-31048**, температура газа поз. **ТТ-31049** и контроллер автоматически пересчитывает в массовый расход. Регулирование расхода рециркуляционного газа осуществляется контуром регулирования поз. **FIСS-31044А** в автоматическом режиме. В контур регулирования расчётный массовый расход и преобразователи частоты поз. **SY-31044А**, **SY-31044В**.

#### *4.2.2.2 Контроль концентрации кислорода в рециркуляционном газе*

Концентрация кислорода, содержащегося в рециркуляционном газе после смешения отходящего газа и свежего воздуха, является важным параметром взрывобезопасности. Высокая концентрация кислорода в сочетании с высокой концентрацией метанола образует взрывоопасную смесь. Низкая концентрация кислорода способствует повреждению катализатора в реакторе поз. **R-3106**.

Рециркуляционный газ после вентилятора поз. **F-2109** отбирается и подаётся на два независимых анализатора кислорода поз. **АТ-30023А**, **АТ-30023В**, соединённых параллельно. Использование двух независимых анализаторов кислорода минимизирует риск образования взрывоопасной концентрации кислорода из-за неправильного показания одного из приборов. Также есть возможность отключать один из анализаторов кислорода для калибровки. Анализатор кислорода поз. **АТ-30023В** является также анализатором оксида углерода (II). Концентрация оксида углерода (II) является полезным параметром для оптимизации работы катализатора в реакторе поз. **R-3106**.

Концентрация кислорода контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **AIS-30023А**,   
**AIS-30023В** в пределах **от 9 % до 12 %**. При достижении предминимального (**9 %**) и предмаксимального (**12 %**) значений срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении минимального (**7 %**) или максимального (**13 %**) значений срабатывает блокировка подачи метанола. Регулирование кислорода в рециркуляционном газе осуществляется контуром регулирования поз. **AIC-30023** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: анализаторы кислорода поз. **АТ-30023А**, **АТ-30023В**, регулирующий клапан поз. **АV-30023**, расположенный на трубопроводе подачи отходящего газа в систему очистки выбросов (СОВ).

Калибровка анализаторов кислорода поз. **АТ-30023А**, **АТ-30023В** производится один раз в месяц или в случае расхождения значений между анализаторами кислорода   
поз. **АТ-30023А**, **АТ-30023В**. Расхождение значений контролируется на дисплее ПЭВМ по   
поз. **AD-30023** в пределах **не более 0,5 %**. При достижении предмаксимального значения   
(**0,5 %**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. На время калибровки сигнализация по предмаксимальному значению должна быть деактивирована.

### *4.2.3 Подача и испарение метанола (схема PID-31-01)*

На комплектную технологическую установку (корп. 1615) метанол подаётся от насосной склада метанола (корп. 1507) с давлением в пределах **от 5 до 6 бар**. Метанол подаётся на насосы метанола повысительные (далее – насосы метанола) поз. **Р-3001А**, **Р-3001В**, которые повышают давление метанола до предела **от 8 до 9 бар**; насосы работают поочередно (один насос в работе, второй в резерве).

Давление метанола после насосов метанола поз. **Р-3001А**, **Р-3001В** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам давления поз. **PI-31041**, **PI-31043**.

Расход метанола контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FICS-31042** в пределах не более **7700 кг/ч**. При достижении максимального значения (**7700 кг/ч**) срабатывают световая и звуковая сигнализация и блокировка подачи метанола. Регулирование расхода метанола осуществляется контуром регулирования поз. **FICS-31042** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: расходомер поз. **FQ-31042**, регулирующий клапан   
поз. **FV-31042**. При отклонении от уставки в пределах **от минус 180 до 180 кг/ч** срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Температура метанола на нагнетании насосов метанола поз. **Р-3001А**, **Р-3001В** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TIS-30042**, **TIS-30043** в пределах **не более 60 °С**. При достижении предмаксимального значения (**60 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**65 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов   
поз. **F-2108**, **F-2109**.

При срабатывании блокировки подачи метанола происходит закрытие отсечных клапанов поз. **XV-31040**, **XV-31045** и регулирующего клапана поз. **FV-31042**.

Перед насосами метанола поз. **Р-3001А**, **Р-3001В** установлены сетчатые фильтры для исключения попадания механических примесей, которые могут привести к повреждению насосов. Также два сетчатых фильтра, соединённых параллельно, установлены на трубопроводе подачи метанола в испаритель метанола поз. **Н-3104**. Данные фильтры предназначены для защиты приборов КИП и распылительных форсунок.

Процесс окисления метанола в формальдегид происходит в трубном пространстве реактора поз. **R-3106**. Трубки заполнены металооксидным катализатором и керамическими кольцами. Реакция протекает в газовой фазе. Попадание жидкого метанола на металооксидный катализатор приводит к его невосстановимому повреждению. Для исключения попадания жидкого метанола в реактор поз. **R-3106**, а также для равномерного распределения метанола в рециркуляционном газе перед реактором поз. **R-3106** установлен двухсекционный кожухотрубный испаритель метанола поз. **Н-3104**. В трубном пространстве происходит распыление метанола распылительными форсунками, установленными в верхней части испарителя метанола поз. **Н-3104** и нагрев полученной спирто-воздушной смеси. Нагрев спирто-воздушной смеси осуществляется:

* формалином, поступающим из второй насадочной секции абсорбера поз. **С-5002** в межтрубное пространство первой секции испарителя метанола поз. **Н-3104**;
* технологическим газом, поступающим из реактора поз. **R-3106** в межтрубное пространство второй секции испарителя метанола поз. **Н-3104**.

Температура технологического газа, подаваемого в межтрубное пространство второй секции испарителя метанола поз. **Н-3104** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TIS-31046** в пределах **не более 320 °С**. При достижении предмаксимального значения (**320 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**340 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Температура технологического газа, выходящего из межтрубного пространства второй секции испарителя метанола поз. **Н-3104** контролируется на дисплее ПЭВМ датчику температуры поз. **TIS-31050** в пределах **от 100 °С до 160 °С**. При достижении предмаксимального значения (**160 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**180 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Температура спирто-воздушной смеси, выходящей из испарителя метанола поз. **Н-3104**, контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TIS-31062** в пределах **от 90 °С до 250 °С**. При достижении предминимального (**90 °С**) и предмаксимального (**250 °С**) значений срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения   
(**275 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок   
поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**. При температуре спирто-воздушной смеси ниже **90 °С** существует риск конденсации метанола в нижней точке трубопровода. Температура спирто-воздушной смеси выше **275 °С** свидетельствует о воспламенении метанола.

Слив (сконденсированного) метанола из трубопровода осуществляется открытием ручной арматуры поз. **31101-А**.

Также температура спирто-воздушной смеси, выходящей из испарителя метанола   
поз. **Н-3104**, контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры   
поз. **TIS-31062** в пределах **не менее** **90 °С**. При достижении предминимального (**90 °С**) значения срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Давление в трубном пространстве испарителя метанола поз. **Н-3104** контролируется по манометру поз. **PI-31071**.

Давление в межтрубном пространстве первой секции испарителя метанола поз. **Н-3104** контролируется по манометру поз. **PI-31072**.

Давление в межтрубном пространстве второй секции испарителя метанола поз. **Н-3104** контролируется по манометру поз. **PI-31073**.

В верхнем куполе испарителя метанола поз. **Н-3104** установлена разрывная мембрана поз. **RD-3104** с давлением разрыва **0,2 МПа** (2,0 бар). Мембрана исключает разрушение испарителя, при образовании взрывоопасной концентрации паров метанола с кислородом воздуха. Над разрывной мембраной установлен датчик разрыва мембраны поз. **ZЕ-31041**. При срабатывании датчика разрыва мембраны поз. **ZЕ-31041**, контроллер управления поз. **ZS-31041** активирует блокировку подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Спирто-воздушная смесь из испарителя метанола поз. **Н-3104** подаётся в трубное пространство реактора поз. **R-3106**.

На трубопроводе подачи спирто-воздушной смеси в реактор поз. **R-3106** установлена разрывная мембрана поз. **RD-3101**, с давлением разрыва **0,2 МПа** (2,0 бар). Мембрана исключает разрушение трубопровода, при образовании взрывоопасной концентрации паров метанола с кислородом воздуха. Над разрывной мембраной установлен датчик разрыва мембраны   
поз. **ZЕ-31065**. При срабатывании датчика разрыва мембраны поз. **ZЕ-31065**, контроллер управления поз. **ZS-31065** активирует блокировку подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

### *4.2.4 Образование формальдегида (схема PID-41-01)*

Процесс окисления метанола в формальдегид происходит в трубном пространстве реактора поз. **R-3106**. Трубки заполнены металооксидным катализатором и керамическими кольцами. Реакция протекает в газовой фазе. В верхнем куполе реактора установлен дефлектор, исключающий попадание капель метанола на металооксидный катализатор.

В верхнем куполе реактора установлены две разрывные мембраны поз. **RD-3102** и   
поз. **RD-3103**, с давлением разрыва **0,2 МПа** (2,0 бар). Мембрана исключает разрушение реактора поз. **R-3106** при образовании взрывоопасной концентрации паров метанола с кислородом воздуха. Над разрывными мембранами установлены датчики разрыва мембран поз. **ZЕ-31063** и поз. **ZЕ-31064**. При срабатывании датчика разрыва мембраны поз. **ZЕ-31063** и/или  
поз. **ZЕ-31064**, контроллер управления поз. **ZS-31063** и/илипоз. **ZS-31064** активирует блокировку подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Давление в верхнем куполе реактора поз. **R-3106** контролируется по манометру   
поз. **PI-31074**.

Температура в верхнем куполе реактора поз. **R-3106** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TIS-31068**, **TIS-31069** в пределах **не более 250 °С**. При достижении предмаксимального значения (**250 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**275 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**.

Образование формальдегида осуществляется при частичном окислении метанола кислородом воздуха по реакции (1). Реакция является экзотермической. Также, помимо основной реакции, в трубном пространстве реактора поз. **R-3106** протекают реакции (2) – (3) с образованием побочных продуктов. В зависимости от условий и параметров ведения технологического процесса образование и количество побочных веществ в продукте будет меняться. Реакции образования оксида углерода (II) (2) и муравьиной кислоты (3) являются экзотермическими, а реакция образования диметилового эфира (4) – эндотермической. Все реакции протекают в газовой фазе.

Трубное пространство реактора поз. **R-3106** заполнено катализатором и керамическими кольцами, количество и расположение которых соответствует загружаемому профилю загрузки. Пример профиля загрузки указан на рисунке 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 160 см |  | 14 см | Пустое пространство |
| 25 см | Керамические кольца |
| 32 см | Катализатор КН-44L, смесь 50 % об. |
| 16 см | Катализатор КН-44L, смесь 65 % об. |
| 53 см | Катализатор КН-26L |
| 10 см | Катализатор КН-26С |
| 10 см | Керамические кольца |

Рисунок 1 – Пример профиля загрузки САР 2.0

Спирто-воздушная смесь предварительно нагревается, проходя через верхний слой инертных колец, которым передаётся тепло от кипящего высокотемпературного органического теплоносителя (ВОТ) в межтрубном пространстве реактора поз. **R-3106**. Когда спирто-воздушная смесь достигает нагретого катализатора, происходит окисление метанола. Температура быстро повышается до максимума. Максимум температуры, достигаемый в каждой трубке, известен как «**горячая точка**» и является важным параметром в управлении технологическим процессом. Когда основная часть метанола прореагировала, температура снова быстро снижается и приближается к температуре кипящего ВОТ.

Температура «горячей точки» измеряется девятизонными термопарами поз. **ТЕ-31061**, установленными в разных секторах реактора поз. **R-3106**. Девятизонные термопары показывают температуру вдоль трубок реактора поз. **R-3106**, обеспечивая профиль распределения температур. Общее количество «горячих точек» - **63**, которые соединены с РСУ «DeltaV». Температура «горячей точки» контролируется на дисплее ПЭВМ по температурным датчикам   
поз. **TIS-31061** в пределах **не более 475 °С**. При достижении максимального значения (**475 °С**) срабатывают световая и звуковая сигнализация и блокировка подачи метанола.

В межтрубное пространство реактора поз. **R-3106** подаётся ВОТ для достижения максимальной скорости теплопередачи. Посредством конвекции пары ВОТ из межтрубного пространства реактора поз. **R-3106** по двум трубопроводам поступают в конденсатор ВОТ   
поз. **H-4102**, где пары ВОТ конденсируются в трубном пространстве и собираются в кубе конденсатора ВОТ поз. **Н-4102**. Из куба конденсатора ВОТ поз. **Н-4102** жидкий теплоноситель под действием гидростатического столба жидкости по трубопроводам перетекает обратно в реактор поз. **R-3106**.

Давление паров ВОТ в межтрубном пространстве реактора поз. **R-3106** контролируется по манометру поз. **PI-31075**.

Температура паров ВОТ контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TIS-31066**, **TIS-31067**. Если температура паров ВОТ превышает на **2 °С** температуру жидкого ВОТ по поз. **TI-41021** в нижней части конденсатора ВОТ поз. **Н-4102** срабатывает световая и звуковая сигнализация; при превышении на **5 °С** срабатывает световая и звуковая сигнализация и блокировка подачи метанола.

Технологический газ, выходящий из реактора поз. **R-3106**, через межтрубное пространство второй секции испарителя метанола поз. **Н-3104** поступает в абсорбер поз. **С-5002**.

### *4.2.5 Система ВОТ (схемы PID-40-01, PID-41-01)*

Для поддержания требуемой температуры в трубном пространстве реактора поз. **R-3106**, а так же, чтобы не подвергать оборудование перегреву, необходимо отводить генерируемое тепло от трубок, заполненных катализатором. Отвод тепла осуществляется за счёт циркуляции (конвекции) ВОТ. Жидкий ВОТ проходит через межтрубное пространство реактора   
поз. **R-3106**, где происходит его вскипание. Далее пары ВОТ по двум трубопроводам поступают в конденсатор ВОТ поз. **Н-4102**, конденсируются, отдавая тепло котловой (умягчённой) воде (далее – котловая вода), и снова поступают в межтрубное пространство реактора поз. **R-3106**.

Конденсатор ВОТ поз. **Н-4102** представляет собой вертикальный кожухотрубный теплообменник, в трубном пространстве которого происходит охлаждение и конденсация ВОТ, в межтрубном – генерация пара.

Трубное пространство реактора поз. **R-3106** и контур циркуляции ВОТ защищено от превышения давления паров ВОТ предохранительным клапаном поз. **SRV-4102** с давлением срабатывания **0,42 МПа** (4,2 бар), который установлен в верхнем куполе конденсатора ВОТ   
поз. **Н-4102**. При срабатывании предохранительного клапана поз. **SRV-4102** сброс ВОТ направляется в ёмкость ВОТ поз. **V-4004**.

Межтрубное пространство конденсатора ВОТ поз. **Н-4102** защищено от превышения давления пара предохранительным клапаном поз. **SRV-4103** c давлением срабатывания   
**2,6 МПа** (26 бар). При срабатывании предохранительного клапана поз. **SRV-4103** сброс пара происходит в атмосферу.

Температура ВОТ в верхнем куполе конденсатора ВОТ поз. **Н-4102** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TIS-41025** в пределах **не более 200 °С**. При достижении предмаксимального значения (**200 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**220 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола.

Давление паров ВОТ в верхнем куполе конденсатора ВОТ поз. **Н-4102** контролируется по месту по манометру поз. **PI-41030** и на дисплее ПЭВМ по датчику давления   
поз. **PICS-41026**. При отклонении от уставки в пределах **от минус 0,045 до 0,045 бар (абс.)** срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование давления паров ВОТ осуществляется контуром регулирования поз. **PICS-41026** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик давления поз. **РТ-41026**, регулирующие клапаны поз. **PV-41026А**,   
**PV-41026В**.

Также давление паров ВОТ контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику давления   
поз. **PICS-41027** в пределах **не более 3,25 бар (абс.)**. При достижении максимального значения (**3,25 бар (абс.)**) срабатывают световая и звуковая сигнализация и блокировка подачи метанола.

Температура ВОТ в нижнем куполе конденсатора ВОТ поз. **Н-4102** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-41021** в пределах **не менее   
250 °С**. При достижении предминимального значения (**250 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Уровень ВОТ в конденсаторе ВОТ контролируется на дисплее ПЭВМ по уровнемеру   
поз. **LIS-41029** в пределах **не более 85 %**. При достижении предминимального значения (**минус 5 % от расчётного значения**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении минимального значения (**минус 10 % от расчётного значения**) или максимального значения (**85 %**) срабатывают световая и звуковая сигнализация и блокировка подачи метанола. расчётное значение уровня рассчитывается по следующей формуле:

Подача котловой воды в межтрубное пространство конденсатора ВОТ осуществляется насосом котловой воды поз. **Р-9204А** или поз. **Р-9204В** от ёмкости котловой воды поз. **V-9202**.

Давление пара в межтрубном пространстве конденсатора ВОТ поз. **Н-4102** контролируется по манометру поз. **PI-41033** в пределах не более **26 бар (изб.)**.

Уровень котловой воды в межтрубном пространстве конденсатора ВОТ поз. **Н-4102** контролируется по месту по уровнемеру поз. **LI-41024** в пределах **от 210 до 490 мм** и на дисплее ПЭВМ по уровнемеру поз. **LICS-41023** в пределах **от 30 % до 70 %**. При достижении предминимального значения (**30 %**) или предмаксимального значения (**70 %**), а также при отклонении от уставки в пределах **от минус 5 °С до 5 °С**, срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении минимального значения (**20 %**) срабатывает блокировка подачи метанола. Регулирование уровня котловой воды осуществляется контуром регулирования поз. **LICS-41023** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик уровня поз. **LТ-41023**, регулирующий клапан поз. **LV-41023**.

В конденсаторе ВОТ поз. **Н-4102** используется два типа продувки: постоянная и шоковая. Постоянная продувка осуществляется с небольшим, но постоянным расходом котловой (умягчённой) воды (далее – котловая вода) из межтрубного пространства, это позволяет поддерживать концентрацию ионов на низком уровне. Шоковая продувка выполняется с большей скоростью в течение короткого периода времени, она создаёт турбулентное движение в межтрубном пространстве, встряхивая и выдувая любые отложения. Объём постоянной продувки и периодичность шоковой продувки зависит от количества и качества котловой воды, подаваемой в аппараты. Поэтому необходимо регулярно анализировать состав котловой воды из межтрубного пространства, чтобы исключить риск разрушения оборудования.

### *4.2.6 Абсорбция формальдегида (схемы PID-50-01, PID-50-02)*

Насыщенный формальдегидом технологический газ из реактора поз. **R-3106** поступает в нижнюю часть абсорбера поз. **С-5002** и проходит через весь абсорбер поз. **С-5002**, где абсорбируется водой с образованием водного раствора формальдегида (формалина).

Абсорбер поз. **С-5002** представляет собой аппарат колонного типа, установленного вертикально. Колонна состоит из трёх насадочных секций, заполненных неупорядоченной насадкой (кольца Палля); между первой и второй насадочными секциями располагаются первая и вторая клапанные тарелки; между второй и третьей насадочными секциями располагаются третья и четвёртая клапанные тарелки; выше третьей насадочной секции расположены 17 колпачково-барботажных тарелок.

В верхнюю часть абсорбера поз. **С-5002** подаётся технологическая (деминерализованная) вода (далее – деминерализованная) вода в противоток технологическому газу. Расход деминерализованной воды определяется требуемым содержанием формальдегида в конечном продукте (концентрация формалина). Деминерализованная вода подаётся в абсорбер поз. **С-5002** от ВПУ (корп. 250а).

Расход деминерализованной воды контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру управления поз. **FIC-83021** в пределах **не более 5000 кг/ч**. При отклонении от уставки в пределах **от минус 50 до 50 кг/ч** срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование расхода деминерализованной воды осуществляется контуром регулирования   
поз. **FIC-83021** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик расхода   
поз. **FT-83021**, регулирующий клапан поз. **FV-83021**, а также поз. **FIQ-83021**, по которому контролируется суммарный расход деминерализованной воды.

Деминерализованная вода составляет только часть воды в конечном продукте. Основная часть воды в системе абсорбции - это сконденсированная технологическая вода, которая образуется в реакторе поз. **R-3106** при окислении метанола до формальдегида. Технологическая вода разбавляет жидкую фазу и увеличивает поток жидкости в абсорбере поз. **С-5002**.

Процессы абсорбции формальдегида и конденсации технологической воды являются экзотермическими, поэтому есть необходимость охлаждения абсорбера поз. **С-5002**. Охлаждение в абсорбере поз. **С-5002** активизирует процесс абсорбции снижением давления пара на формалин, конденсирует технологическую воду, которая образуется в реакторе поз. **R-3106** при окислении метанола до формальдегида, и снижает температуру технологического газа на выходе из абсорбера поз. **С-5002**, что ограничивает содержание воды в отходящем газе, возвращающемся в систему рециркуляции.

В нижней части абсорбера поз. **С-5002** располагается первая насадочная секция (далее – PS-1). В контур циркуляции PS-1 входят: распределительное устройство, PS-1, насос циркуляционный PS-1 поз. **Р-5006**. PS-1 обеспечивает хороший контакт между технологическим газом и водным раствором формальдегида, а дополнительная циркуляция, создаваемая насосом циркуляционным PS-1 поз. **Р-5006**, увеличивает контактную поверхность и увеличивает время контакта технологического газа и водного раствора формальдегида. Важным фактором является равномерное распределение жидкости по насадочной секции: любое сухое место в насадочном материале повышает опасность образования параформальдегида.

Давление технологического газа в PS-1 контролируется по манометру поз. **PI-50020** в пределах **не более 1,2 бар (изб.)**.

Уровень формалина в нижней части абсорбера поз. **С-5002** контролируется на дисплее ПЭВМ по уровнемеру поз. **LIC-50021** в пределах **от 20 % до 80 %**. При достижении предминимального значения (**20 %**) или предмаксимального (**80 %**), а также при отклонении от уставки в пределах **от минус 5 % до 5 %**, срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование уровня формалина осуществляется контуром регулирования поз. **LIC-50021** в автоматическом режиме. В контур регулирования поз. **LIC-50021** входят: датчик уровня поз. **LT-50021**, регулирующий клапан поз. **LV-55021**.

Температура формалина контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры   
поз. **TI-50061** в пределах **от 60 °С до 82 °С**. При достижении предминимального значения (**60 °С**) или предмаксимального значения (**82 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Расход формалина в контуре циркуляции PS-1 контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру управления поз. **FI-50063** в пределах **от 225 до 275 м3/ч**. При достижении предминимального значения (**225 м3/ч**) или предмаксимального значения (**275 м3/ч**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование расхода формалина в контуре циркуляции PS-1 осуществляется ручной арматурой поз. **50102-С**.

В PS-1 происходит образование готового продукта - формалина с концентрацией формальдегида (**55±0,5) % масс.** и содержанием метанола **менее 1,0 % масс.**.

Концентрация формальдегида в продукте контролируется на дисплее ПЭВМ по данным с массового расходомера поз. **FI-50064** в пределах **от 54,5 % масс. до 55,5 % масс.**. при достижении предминимального значения (**54,5 % масс.**) или предмаксимального значения   
(**55,5 % масс.**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование концентрации формалина осуществляется подачей деминерализованной воды в контур циркуляции PS-1 в автоматическом режиме. В контур регулирования поз. **АIC-50064** входят: данные с массового расходомера поз. **FI-50064**, регулирующий клапан поз. **AV-50064**.

Расход деминерализованной воды в контур циркуляции PS-1 контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FIQ-50062** в пределах не более 400 кг/ч. При достижении предмаксимального значения (**400 кг/ч**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Насос циркуляционный PS-1 поз. **Р-5006** осуществляет циркуляцию в контуре циркуляции PS-1 и представляет собой центробежный насос с асинхронным электродвигателем. У насоса циркуляционного PS-1 поз. **Р-5006** установлен термосифон для подачи затворной жидкости в двойное торцевое уплотнение насоса.

Уровень затворной жидкости в термосифоне контролируется по месту по уровнемеру поз. **LG-50065** в пределах **от 20 до 80 мм** и контролируется на дисплее ПЭВМ по дискретному датчику уровня поз. **LS-50046**. При снижении затворной жидкости в термосифоне до минимального уровня срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Температура затворной жидкости в термосифоне контролируется по месту по термометру сопротивления поз. **TI-50066** в пределах **от 30 °С до 70 °С**.

Давление в термосифоне контролируется по месту по манометру поз. **PI-50067** в пределах **от 1,0 до 1,5 бар (изб.)**.

Температура подшипников насоса циркуляционного PS-1 поз. **Р-5006** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TI-50047**, **TI-50048** в пределах   
**не более 80 °С**.

Давление формалина на нагнетании насоса циркуляционного PS-1 поз. **Р-5006** контролируется по месту по манометру поз. **PI-50069** в пределах **от 0 до 4 бар (изб.)**.

Формалин с концентрацией формальдегида в пределах **от 54,5 % масс. до 55,5 % масс.** из контура циркуляции PS-1 откачивается насосом формалина поз. **Р-5003** на емкостной наружный склад (корп. 1609) через холодильник формалина поз. **Н-5001**. В холодильник формалина поз. **Н-5001** подаётся охлаждающая оборотная вода для поддержания определённой температуры формалина на выходе из холодильника формалина поз. **Н-5001**.

Температура формалина после холодильника формалина поз. **Н-5001** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику уровня поз. **TICS-50052** в пределах **от 52 °С до 75 °С**. При достижении предминимального значения (**52 °С**) или предмаксимального значения (**75 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**78 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола. Регулирование температуры формалина осуществляется контуром регулирования поз. **TICS-50052** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик температуры поз. **ТТ-50052**, регулирующий клапан поз. **TV-50052**.

Насос формалина поз. **Р-5003** представляет собой центробежный герметичный насос с асинхронным электродвигателем. У насоса циркуляционного PS-1 поз. **Р-5003** установлен термосифон для подачи затворной жидкости в двойное торцевое уплотнение насоса.

Уровень затворной жидкости в термосифоне контролируется по месту по уровнемеру поз. **LG-50031** в пределах **от 20 до 80 мм** и контролируется на дисплее ПЭВМ по дискретному датчику уровня поз. **LS-50036**. При снижении затворной жидкости в термосифоне срабатывает световая и звуковая сигнализация по дискретному значению.

Температура затворной жидкости в термосифоне контролируется по термометру сопротивления поз. **TI-50032** в пределах **от 30 °С до 70 °С**.

Давление в термосифоне контролируется по месту по манометру поз. **PI-50033** в пределах **от 1,0 до 1,5 бар (изб.)**.

Температура подшипников насоса формалина поз. **Р-5003** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TI-50037**, **TI-50038** в пределах **не более   
80 °С**.

Давление формалина на нагнетании насоса формалина поз. **Р-5003** контролируется по месту по манометру поз. **PI-50035** в пределах **от 0 до 6 бар (изб.)**.

Расход формалина после холодильника формалина поз. **Н-5001** контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FI-50064**, который входит в контур регулирования   
поз. **AIC-50064**.

Холодильник формалина поз. **Н-5001** представляет собой прямоточный пластинчатый теплообменник. Охлаждение осуществляется оборотной водой. Чтобы не произошло образование параформа на пластинах теплообменника, со стороны системы водооборотного цикла для холодильника формалина поз. **Н-5001** установлена добавочная циркуляция оборотной воды, так как температура оборотной воды находится в пределах **24 °С**. С помощью этой циркуляции температура оборотной воды на входе в холодильник формалина поз. **Н-5001** на **(6 – 7) °С** ниже температуры формалина на выходе из холодильник формалина поз. **Н-5001**.

Насос охлаждающей воды поз. **Р-9102** представляет собой центробежный насос с асинхронным электродвигателем.

Температура охлаждающей оборотной воды на нагнетании насоса охлаждающей воды поз. **Р-9102** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-91006** в пределах **не менее 45 °С**. При достижении предминимального значения (**45 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование температуры охлаждающей оборотной воды осуществляется контуром регулирования поз. **TICS-50052** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик температуры поз. **ТТ-50052**, регулирующий клапан поз. **TV-50052**.

Давление на нагнетании насоса охлаждающей воды поз. **Р-9102** контролируется по месту по манометру поз. **PI-91021** в пределах **от 0 до 3 бар (изб.)**.

Выше PS-1 в абсорбере поз. **С-5002** находятся первая и вторая клапанные тарелки, которые используются для обеспечения большей контактной поверхности между газовой и жидкой фазами.

Над первой и второй клапанными тарелками расположена вторая насадочная секция (далее – PS-2). В контур циркуляции PS-2 входят: распределительное устройство, насадочная секция, насос циркуляционный PS-2 поз. **Р-5008**, межтрубное пространство первой секции испарителя метанола поз. **Н-3104**, холодильник PS-2 поз. **Н-5010**. PS-2 обеспечивает хороший контакт между газовой и жидкой фазами, а дополнительная циркуляция, создаваемая насосом циркуляционным PS-2 поз. **Р-5008**, увеличивает контактную поверхность и увеличивает время контакта газовой и жидкой фазами.

Температура формалина на выходе из PS-2 контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-50028**.

Температура формалина после холодильника PS-2 поз. **Н-5010** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TIC-50101** в пределах **от 50 °С до 65 °С**. При достижении предминимального (**50 °С**) или предмаксимального значения (**65 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование температуры формалина осуществляется контуром регулирования поз. **TIC-50101** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик температуры поз. **ТТ-50101**, регулирующий клапан поз. **TV-50101**.

Расход формалина в конуре циркуляции PS-2 контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FI-50102** в пределах **от 225 до 275 м3/ч**. При достижении предминимального значения (**225 м3/ч**) или предмаксимального значения (**275 м3/ч**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование расхода формалина в контуре циркуляции PS-2 осуществляется ручной арматурой поз. **50110-В**.

Насос циркуляционный PS-2 поз. **Р-5008** осуществляет циркуляцию в контуре циркуляции PS-2 и представляет собой центробежный насос с асинхронным электродвигателем. У насоса циркуляционного PS-2 поз. **Р-5008** установлен термосифон для подачи затворной жидкости в двойное торцевое уплотнение насоса.

Уровень затворной жидкости в термосифоне контролируется по месту по уровнемеру поз. **LG-50081** в пределах **от 20 до 80 мм** и контролируется на дисплее ПЭВМ по дискретному датчику уровня поз. **LS-50086**. При снижении затворной жидкости в термосифоне до минимального уровня срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Температура затворной жидкости в термосифоне контролируется по месту по термометру сопротивления поз. **TI-50082** в пределах **от 30 °С до 70 °С**.

Давление в термосифоне контролируется по месту по манометру поз. **PI-50083** в пределах **от 1,0 до 1,5 бар (изб.)**.

Температура подшипников насоса циркуляционного PS-2 поз. **Р-5008** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TI-50087**, **TI-50088** в пределах **не более 80 °С**.

Давление формалина на нагнетании насоса циркуляционного PS-2 поз. **Р-5008** контролируется по месту по манометру поз. **PI-50085** в пределах **не более 4 бар (изб.)**.

Холодильник PS-2 поз. **Н-5010** представляет собой противоточный пластинчатый теплообменник. Охлаждение осуществляется оборотной водой.

Температура оборотной воды, подаваемой в холодильник PS-2   
поз. **Н-5010**, контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-91002**.

Выше PS-2 в абсорбере поз. **С-5002** находятся третья и четвёртая клапанные тарелки, которые используются для обеспечения большей контактной поверхности между газовой и жидкой фазами.

Над третьей и четвёртой клапанными тарелками расположена третья насадочная секция (далее – PS-3). В контур циркуляции PS-3 входят: насадочная секция, насос циркуляционный PS-3 поз. **Р-5007**, холодильник PS-3 поз. **Н-5009**. PS-3 обеспечивает хороший контакт между газовой и жидкой фазами, а дополнительная циркуляция, создаваемая насосом циркуляционным PS-3 поз. **Р-5007**, увеличивает контактную поверхность и увеличивает время контакта газовой и жидкой фазами.

Температура формалина на выходе PS-3 контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-50029**.

Температура формалина после холодильника PS-3 поз. **Н-5009** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TIC-50093** в пределах **от 35 °С до 50 °С**. При достижении предминимального (**35 °С**) или предмаксимального значения (**50 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование температуры формалина осуществляется контуром регулирования поз. **TI-50093** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик температуры поз. **ТТ-50093**, регулирующий клапан поз. **TV-50093**.

Расход в контуре циркуляции PS-3 контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FI-50092** в пределах **от 225 до 275 м3/ч**. При достижении предминимального значения   
(**225 м3/ч**) или предмаксимального значения (**275 м3/ч**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование расхода формалина в контуре циркуляции PS-3 осуществляется ручной арматурой поз. **50116-В**.

Насос циркуляционный PS-3 поз. **Р-5007** осуществляет циркуляцию в контуре циркуляции PS-3 и представляет собой центробежный насос с асинхронным электродвигателем. У насоса установлен термосифон для подачи затворной жидкости в двойное торцевое уплотнение насоса.

Уровень затворной жидкости в термосифоне контролируется по месту по уровнемеру поз. **LG-50071** в пределах **от 20 до 80 мм** и контролируется на дисплее ПЭВМ по дискретному датчику уровня поз. **LS-50076**. При снижении уровня затворной жидкости до минимального уровня в термосифоне срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Температура затворной жидкости в термосифоне контролируется по термометру   
поз. **TI-50072** в пределах **от 30 °С до 70 °С**.

Давление в термосифоне контролируется по месту по манометру поз. **PI-50073** в пределах **от 1,0 до 1,5 бар (изб.)**.

Температура подшипников насоса циркуляционного PS-3 поз. **Р-5007** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TI-50077**, **TI-50078** в пределах **не более 80 °С**.

Давление формалина на нагнетании насоса циркуляционного PS-3 поз. **Р-5007** контролируется по месту по манометру поз. **PI-50075** в пределах **не более 5 бар (изб.)**.

Холодильник PS-3 поз. **Н-5009** представляет собой противоточный пластинчатый теплообменник. Охлаждение осуществляется оборотной водой.

Выше PS-3 в абсорбере поз. **С-5002** находятся 17 колпачково-барботажных тарелки. Конденсация воды из технологического газа на барботажно-колпачковых тарелках увеличивает поток жидкости в PS-1, PS-2, PS-3.

Необходимо максимально абсорбировать формальдегид из технологического газа. Высокое содержание формальдегида в отходящем газе приводит к повышению температуры в реакторе СОВ поз. **R-5506** и в свою очередь повышает риск остановки комплектной технологической установки из-за высокой температуры в реакторе СОВ поз. **R-5506**. Поэтому, для снижения температуры в верхней части абсорбера поз. **С-5002** и улучшения процесса абсорбции, на каждой барботажно-колпачковой тарелке между колпачками установлены охлаждающие змеевики, в которые насосом охлаждающей воды повысительным поз. **Р-9103** подаётся охлаждающая оборотная вода.

С помощью барботажно-колпачковых тарелок улавливаются остатки формальдегида из технологического газа.

Температура формалина измеряется на 6, 11, 16, 20 барботажно-колпачковых тарелках и контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TI-50022**, **TI-50023**, **TI-50024**, **TI-50025**.

В самой верхней части абсорбера поз. **С-5002** установлен каплеуловитель, который предотвращает унос капель жидкости из абсорбера поз. **С-5002** к вентиляторам поз. **F-2108**,   
**F-2109**.

Насос охлаждающей воды повысительный поз. **Р-9103** представляет собой центробежный насос с асинхронным электродвигателем.

Давление на нагнетании насоса поз. **Р-9103** контролируется по месту по манометру   
поз. **PI-91031** в пределах **не более 4 бар (изб.)**.

Температура подшипников насоса охлаждающей воды повысительного поз. **Р-9103** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TI-91032**, **TI-91033** в пределах **не более 80 °С**.

### *4.2.7 Система очистки выбросов (схема PID-55-01)*

Отходящий газ, выходящий из верхней части абсорбера поз. **C-5002**, содержит оксид углерода (II), диметиловый эфир и в малых количествах метанол и формальдегид; является вредным для технологического персонала и окружающей среды. Для удаления этих веществ из отходящего газа используется СОВ, которая представляет совокупность следующего оборудования:

* реактор СОВ поз. **R-5506** и предварительный подогреватель СОВ поз. **Н-5502** представляют собой единый аппарат колонного типа, в который встроены электронагреватель СОВ поз. **Н-5504** и пароперегреватель СОВ поз. **Н-5510**;
* парогенератор СОВ поз. **Н-5508** представляет собой кожухотрубный теплообменник, в трубное пространство которого подаётся дымовой газ, в межтрубное – котловая вода.

В реакторе СОВ поз. **R-5506** происходит термокаталитическое окисление веществ, содержащихся в отходящем газе, по реакциям (5) – (8). Процесс термокаталитического окисления осуществляется на катализаторах из благородных металлов; является экзотермическим, тепловая энергия используется для генерации пара.

Основным побочным продуктом является оксид углерода (II), который абсорбируется в активный слой катализатора и предотвращает реакцию окисления (конверсию) других побочных веществ. При низкой температуре процесса катализатор не активен. При повышении температуры процесса катализатора до определённого значения начинается реакция (5), при которой оксид углерода (II) десорбируется из катализаторов и реагирует с кислородом, образуя оксид углерода (IV). В результате происходит высвобождение энергии, при которой начинается окисление (конверсия) побочных продуктов с резким увеличением температуры в слое катализатора. Этот температурный порог называется температурой воспламенения катализатора. Следовательно, важно поддерживать температуру отходящего газа на входе в слой катализатора выше температуры воспламенения катализатора. Для этого используется предварительный подогреватель поз. **H-5502**. Температура воспламенения катализатора повышается по мере старения катализатора.

В трубном пространстве предварительного подогревателя поз. **H-5502** отходящий газ, поступающий в реактор СОВ поз. **R-5506**, нагревается теплом дымового газа, прошедшего термокаталитическое окисление, который перед выбросом в атмосферу подаётся в межтрубное пространство предварительного подогревателя поз. **Н-5502**. Температура выбрасываемого дымового газа в атмосферу контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры   
поз. **TI-55021**.

Отходящий газ поступает в трубное пространство предварительного подогревателя СОВ поз. **Н-5502**, который является верхней частью единого колонного аппарата и представляет собой кожухотрубный теплообменник. В межтрубное пространство предварительного подогревателя СОВ поз. **Н-5502** поступает дымовой газ из трубного пространства парогенератора СОВ поз. **Н-5508**. Тепло дымовых газов используется для поддержания температуры отходящего газа на входе предварительного подогревателя СОВ поз. **Н-5502**.

Дымовой газ, выходящий из межтрубного пространства предварительного подогревателя СОВ поз. **Н-5502**, сбрасывается в атмосферу.

Температура дымового газа на выходе из межтрубного пространства предварительного подогревателя поз. **Н-5502** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры   
поз. **TI-55021**.

Давление отходящего газа в реакторе СОВ поз. **R-5506** контролируется по месту по манометру поз. **PI-55089** в пределах **не более 0,2 бар (изб.)**.

Температура отходящего газа в реакторе СОВ поз. **R-5506** до прохождения через слой катализаторов контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-55061** в пределах **не менее 150 °С**. При достижении предминимального значения (**150 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Температура дымового газа в реакторе СОВ поз. **R-5506** после прохождения через слой катализаторов контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TIS-55062**,   
**TIS-55064** в пределах **от 235 °С до 540 °С**. При достижении предминимального значения   
(**235 °С**) или предмаксимального значения (**540 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**550 °С**) срабатывает блокировка подачи метанола и происходит остановка газодувок поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов поз. **F-2108**, **F-2109**. Разница температур газовой фазы до и после слоя катализатора контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **TDI-55063** в пределах **от 100 °С до 350 °С**. При достижении предминимального значения (**100 °С**) или предмаксимального значения (**350 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

При протекании термокаталитических реакций в реакторе СОВ поз. **R-5506** выделяется тепла больше, чем требуется для нагрева отходящего газа в предварительном подогревателе поз. **Н-5502**. Поэтому отходящий газ после термокаталитического окисления сначала отдаёт часть тепловой энергии пароперегревателю поз. **Н-5510**, затем поступает в парогенератор   
поз. **H-5508,** где отдаёт часть тепловой энергии котловой воде, потом поступает в предварительный подогреватель поз. **H-5502** и далее выбрасывается в атмосферу. Температура дымового газа поступающего из парогенератора поз. **H-5508** в предварительный подогреватель   
поз. **H-5502** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-55085**.

Дымовой газ, выходящий из реактора СОВ поз. **R-5506**, поступает в трубное пространство парогенератора СОВ поз. **Н-5508**, представляющий собой кожухотрубный теплообменник. В межтрубное пространство подаётся котловая вода от насосов котловой воды   
поз. **Р-9204А**, **Р-9204В** и происходит генерация пара.

Межтрубное пространство парогенератора СОВ поз. **Н-5508** защищено предохранительным клапаном поз. **SRV-5501** с давлением срабатывания **2,6 МПа** (26 бар). При срабатывании предохранительного клапана поз. **SRV-5501** сброс пара происходит в атмосферу.

Уровень котловой воды в межтрубном пространстве парогенератора СОВ поз. **Н-5508** контролируется по месту по уровнемеру поз. **LI-55082** в пределах **от 520 до 910 мм**. Также уровень котловой воды в межтрубном пространстве парогенератора СОВ поз. **Н-5508** контролируется на дисплее ПЭВМ по уровнемеру поз. **LICS-55081** в пределах **от 40 % до 70 %**. При достижении предминимального значения (**40 %**) или предмаксимального значения (**70 %**), а также при отклонении от уставки в пределах **от минус 5 °С до 5 °С** срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении минимального значения (**30 %**) срабатывает блокировка подачи метанола.

Давление пара в межтрубном пространстве парогенератора СОВ поз. **Н-5508** контролируется по месту по манометру поз. **PI-55090** в пределах **не более 26 бар (абс.)**.

Давление дымового газа в трубном пространстве пароперегревателя СОВ поз. **Н-5508** контролируется по месту по манометру поз. **PI-55088** в пределах **не более 0,2 бар (абс.)**.

В парогенераторе СОВ поз. **Н-5508** используется два типа продувки: постоянная и шоковая. Постоянная продувка осуществляется с небольшим, но постоянным расходом котловой воды из аппаратов, это позволяет поддерживать концентрацию ионов на низком уровне. Шоковая продувка выполняется с большей скоростью в течение короткого периода времени, она создаёт турбулентное движение в аппаратах, встряхивая и выдувая любые отложения. Объём постоянной продувки и периодичность шоковой продувки зависит от количества и качества котловой воды, подаваемой в аппараты. Поэтому необходимо регулярно анализировать качество котловой воды из аппаратов, чтобы исключить риск разрушения оборудования.

### *4.2.8 Система котловой воды и генерации пара (схема PID-92-01)*

Система котловой воды и пара используется для генерации пара.

Котловая вода подаётся с ВПУ (корп. 250) в деаэратор поз. **Е-9203**, где пройдя деаэрацию стекает в ёмкость котловой воды поз. **V-9202**.

Деаэратор поз. **Е-9203**, представляет собой вертикальный аппарат с насадкой из колец Палля. Деаэратор поз. **Е-9203** необходим для удаления из котловой воды агрессивных газов (кислород, оксид углерода (II), оксид углерода (IV)), вызывающих коррозию аппаратов и трубопроводов. Для процесса деаэрации используется пар, подаваемый в ёмкость котловой воды поз. **V-9202**.

Из деаэратора поз. **Е-9203** котловая вода сливается в ёмкость котловой воды поз. **V-9202**, которая представляет собой вертикальный аппарат, защищённый предохранительным клапаном поз. **SRV-9201** с давлением срабатывания **0,1 МПа** (1,0 бар). При срабатывании предохранительного клапана поз. **SRV-9201** сброс пара происходит в атмосферу.

Температура котловой воды в ёмкости котловой воды поз. **V-9202** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-92022** в пределах **не менее** **100 °С**. При достижении предминимального значения (**100 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Уровень котловой воды ёмкости котловой воды поз. **V-9202** контролируется по месту по уровнемеру поз. **LI-92023** в пределах **от 560 до 2240 мм**. Также уровень котловой воды ёмкости котловой воды поз. **V-9202** контролируется на дисплее ПЭВМ по уровнемеру поз. **LIC-92024** в пределах **от 20 % до 80 %**. При достижении предминимального значения (**20 %**) или предмаксимального значения (**80 %**), а также при отклонении от уставки в пределах **от минус 5 °С   
до 5 °С** срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование уровня котловой воды осуществляется контуром регулирования поз. **LIC-92024** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик уровня поз. **LT-92024**, регулирующий клапан поз. **LV-92024**.

Давление пара перед регулирующим клапаном поз. **PV-92025** редуцируется до   
**3 бар (изб.)** регулирующим клапаном поз. **РV-93001**. Давление пара после клапана контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику давления поз. **РIC-93001** в пределах **не более 3 бар (изб.).** регулирование давления пара осуществляется контуром регулирования поз. **РIC-93001** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик давления поз. **РT-93001**, регулирующий клапан поз. **РV-93001**.

На трубопроводе подачи пара после регулирующего клапана поз. **PV-93001** установлен предохранительный клапан поз. **SRV-9200** с давлением срабатывания **0,44 МПа (4,4 бар)**. При срабатывании предохранительного клапана поз. **SRV-9200** сброс пара происходит в атмосферу.

Котловая вода из ёмкости котловой воды поз. **V-9202** насосами котловой воды   
поз. **Р-9204А**, **Р-9204В** подаётся в конденсатор ВОТ поз. **Н-4102** и пароперегреватель СОВ   
поз. **Н-5508** для генерации пара; также котловая вода подаётся в трубопровод пара через форсунку котловой воды поз. **TZ-40902** для снижения температуры пара.

Расход котловой воды в пароперегреватель СОВ поз. **Н-5508** контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FIQ-92047**.

Расход котловой воды в конденсатор ВОТ поз. **Н-4102** контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FIQ-92044**.

Расход котловой воды в трубопровод пара контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FIQ-92046**.

Котловая вода из ёмкости котловой воды поз. **V-9202** насосом котловой воды поз. **Р-9601** подаётся систему горячей воды (спутниковый обогрев).

Насосы котловой воды поз. **Р-9204А**, **Р-9204В** являются насосами центробежными с асинхронным электродвигателями.

Давление на нагнетании насоса котловой воды поз. **Р-9204А** контролируется по месту по манометру поз. **PI-92041** в пределах **от 0 до 20 бар (изб.)**.

Давление на нагнетании насоса котловой воды поз. **Р-9204В** контролируется по месту по манометру поз. **PI-92042** в пределах **от 0 до 20 бар (изб.)**.

Давление на нагнетании насосов котловой воды поз. **Р-9204А**, **Р-9204В** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику давления поз. **PIS-92048** в пределах **не более 18 бар (изб.)**. при достижении предмаксимального значения (**18 бар (изб.)**), срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Полученный насыщенный пар в конденсаторе ВОТ поз. **Н-4102** и парогенераторе СОВ   
поз. **Н-5508** поступает в пароперегреватель поз. **Н-5510**, предварительно пройдя через сепаратор пара поз. **S-9301.**

В сепараторе пара поз. **S-9301** происходит отделение мелких капель воды от пара, а в пароперегревателе поз. **Н-5508** насыщенный пар перегревается до температуры выше **250 °С** и далее поступает в межцеховой коллектор (МЦК). Но так как температура пара подаваемого в МЦК не должна превышать температуру **250 °С**, перегретый пар охлаждают до требуемой температуры, впрыскивая котловую воду в трубопровод пара через распылительную форсунку котловой воды поз. **TZ-40092.**

Температура перегретого пара контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику давления поз. **TICS-40902** в пределах **не более 260 °С**. При достижении предмаксимального значения (**260 °С**), а также при отклонении от уставки в пределах **минус 10 °С**, срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**275 °С**) активирует блокировку подачи метанола и происходит остановка газодувок нагнетательных поз. **F-2110**, **F-2111** и вентиляторов рециркуляционных поз. **F-2108**, **F-2109**. Регулирование температуры перегретого пара осуществляется контуром регулирования поз. **TICS-40902** в автоматическом режиме. В контур регулирования поз. **TICS-40902** входят: датчик температуры поз. **ТТ-40902**, регулирующий клапан поз. **TV-40902**.

Давление перегретого пара контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику давления   
поз. **PIC-40903** в пределах **не более 17 бар (изб.)**. При достижении предмаксимального значения, а также при отклонении от уставки **от минус 1 до 1 бар (изб.)**, срабатывает световая и звуковая сигнализация. Регулирование давления пара осуществляется контуром регулирования поз. **PICS-40903** в автоматическом режиме. В контур регулирования входят: датчик давления поз. **РТ-40903**, регулирующий клапан поз. **PV-40903**.

### *4.2.9 Описание систем, необходимых для пуска комплектной технологической установки (схемы PID-40-01, PID-41-01, PID-55-01)*

#### *4.2.9.1 Система циркуляции ВОТ*

Перед пуском комплектной технологической установки (корп. 1615) ВОТ используется для нагрева катализатора для достижения температуры активации катализатора. Чтобы обеспечить нагрев ВОТ, предусмотрена система циркуляции ВОТ, включающая насос ВОТ   
поз. **P-4006**, электронагреватель ВОТ поз. **H-4008**, конденсатор ВОТ поз. **Н-4102** и реактор   
поз. **R-3106**.

Насос ВОТ поз. **Р-4006** является герметичным центробежным насосом с асинхронным электродвигателем.

Давление ВОТ на нагнетании насоса поз. **Р-4006** контролируется по месту по манометру поз. **PI-40061** в пределах **не более 2,5 бар (изб.)**.

Температура подшипников насоса ВОТ поз. **Р-4006** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TIS-40084** в пределах **от 15 °С до 290 °С**.

Осевое смещение вала насоса ВОТ поз. **Р-4006** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику смещения поз. **XIS-40062** в пределах **от 0 % до 83,7 %**.

Насос ВОТ циркулирует ВОТ через электронагреватель ВОТ поз. **Н-4008**, конденсатор ВОТ и реактор поз. **R-3106**. В результате этой циркуляции разогревается вся система ВОТ и катализатор в реакторе поз. **R-3106**.

Электронагреватель ВОТ поз. Н-4008 представляет собой горизонтальный стержневой электронагреватель погружного типа.

Чтобы включить электронагреватель ВОТ поз. **H-4008**, необходимо создать циркуляцию ВОТ, в противном случае РСУ «DeltaV» будет выдавать «**запрет**» на включение электронагревателя ВОТ поз. **Н-4008**. Важно не перегреть электронагреватель, так как это может привести к повреждению нагревательных элементов.

Температура электронагревателя ВОТ поз. **Н-4008** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TIS-40082A**, **TIS-40082В**, **TIS-40082С** в пределах   
**не более 290 °С**. При достижении предмаксимального значения (**290 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**300 °С**) срабатывает блокировка и происходит отключение электронагревателя ВОТ поз. **Н-4008**.

Температура ВОТ после электронагревателя ВОТ поз. **Н-4008** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TIS-40083** в пределах **не более 270 °С**. При достижении предмаксимального значения (**270 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**295 °С**) срабатывает блокировка и происходит отключение электронагревателя ВОТ поз. **Н-4008**.

Трубопровод выхода ВОТ из электронагревателя ВОТ поз. **Н-4008** защищён предохранительным клапаном поз. **SRV-4003** с давлением срабатывания **0,42 МПа** (4,2 МПа). При срабатывании предохранительного клапана поз. **SRV-4003** сброс ВОТ происходит в ёмкость ВОТ поз. **V-4004**.

Расход ВОТ контролируется на дисплее ПЭВМ по расходомеру поз. **FIS-40081** в пределах **не менее 25 м3/ч**. При достижении предминимального значения (**25 м3/ч**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении минимального значения (**20 м3/ч**) срабатывает блокировка и происходит отключение электронагревателя ВОТ поз. **Н-4008**.

Ёмкость ВОТ поз. **V-4004** представляет собой горизонтальную ёмкость со встроенным змеевиком; в верхней части установлена воздушка с рубашкой охлаждения, в которую подаётся охлаждающая оборотная вода. Ёмкость ВОТ поз. **V-4004** необходима для хранения ВОТ, а также слива ВОТ из конденсатора ВОТ поз. **Н-4102**, реактора поз. **R-3106** на время проведения ремонтных работ. Через змеевик циркулирует горячая вода, на случай, если температура окружающей среды опустится ниже температуры замерзания жидкости ВОТ (**12 °С**).

Уровень в ёмкости ВОТ поз. **V-4004** контролируется на дисплее ПЭВМ по уровнемеру поз. **LI-40042** в пределах **от 15 % до 90 %**. При достижении предминимального значения   
(**15 %**) или предмаксимального значения (**90 %**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Температура в ёмкости ВОТ поз. **V-4004** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **ТI-40041** в пределах **не менее 15 °С**. При достижении предминимального значения (**15 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

#### *4.2.9.2 Электронагреватель СОВ поз. H-5504*

Для активации работы катализаторов СОВ необходима определенная температура   
(**не менее 150 °С**). Чтобы разогреть катализатор до требуемой температуры, перед слоем катализатора установлен электронагреватель СОВ поз. **H-5504**. Для обеспечения воздушного потока через электронагреватель поз. **H-5504** и реактор СОВ поз. **R-5506**, используют одну из газодувок нагнетательных поз. **F-2110**, **F-2111**. Если газодувка нагнетательная поз. **F-2110** или   
поз. **F-2111** остановится, то электронагреватель СОВ поз. **H-5504** автоматически отключится.

Температура электронагревателя СОВ поз. **Н-5504** контролируется на дисплее ПЭВМ по датчикам температуры поз. **TS-55041**, **TS-55043** в пределах **не более 500 °С**. При достижении предмаксимального значения (**500 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация. При достижении максимального значения (**520 °С**) срабатывает блокировка и происходит отключение электронагревателя СОВ поз. **Н-5504**.

### *4.2.10 Система контроля загазованности (схемы PID-21-01, PID-31-01, PID-94-01)*

На комплектной технологической установке (корп. 1615) предусмотрена система автоматического контроля и оповещения о загазованности воздушной среды.

Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПРП) паров метанола измеряется газоанализатором поз. **QT-1001** и контролируется на дисплее ПЭВМ по   
поз. **QIRSA-1001** в пределах **не более 20 %**. При достижении максимального значения (**20 %**) срабатывает световая и звуковая сигнализация на ЦПУ (корп. 1612) и на комплектной технологической установке (корп. 1615).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) формальдегида измеряется газоанализатором поз. **QT-1002** и контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **QIRSA-1002** в пределах **не более 0,5 мг/м3**. При достижении максимального значения (**0,5 мг/м3**) срабатывает световая и звуковая сигнализация на ЦПУ (корп. 1612) и на комплектной технологической установке   
(корп. 1615).

НКПРП паров ВОТ измеряется газоанализатором поз. **QT-1003** и контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **QIRSA-1003** в пределах **не более 20 %**. При достижении максимального значения (**20 %**) срабатывает световая и звуковая сигнализация на ЦПУ (корп. 1612) и на комплектной технологической установке (корп. 1615).

В помещении газодувок (корп. 1615) предусмотрена система автоматического контроля и оповещения о загазованности воздушной среды, а также контроль температуры и давления окружающего воздуха.

ПДК формальдегида измеряется газоанализатором поз. **QT-1004** и контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **QIRSA-1004** в пределах **не более 0,5 мг/м3**. При достижении максимального значения (**0,5 мг/м3**) срабатывает световая и звуковая сигнализация на ЦПУ   
(корп. 1612) и в помещении газодувок (корп. 1615).

ПДК оксида углерода (II) измеряется газоанализатором поз. **QT-1005** и контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **QIRSA-1005** в пределах **не более 20 мг/м3**. При достижении максимального значения (**20 мг/м3**) срабатывает световая и звуковая сигнализация на ЦПУ   
(корп. 1612) и в помещении газодувок (корп. 1615).

Температура окружающего воздуха контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-80001**.

Давление окружающего воздуха контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **РI-80004**.

Температура воздуха в помещении МСС контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-80002** в пределах **от 15 °С до 30 °С**. При достижении предминимального значения (**15 °С**) или предмаксимального значения (**30 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

Температура воздуха в помещении газодувок контролируется на дисплее ПЭВМ по датчику температуры поз. **TI-80003** в пределах **от 10 °С до 40 °С**. При достижении предминимального значения (**10 °С**) или предмаксимального значения (**40 °С**) срабатывает световая и звуковая сигнализация.

В шкафу с анализаторами кислорода предусмотрена система автоматического контроля и оповещения о загазованности воздушной среды.

ПДК формальдегида измеряется газоанализатором поз. **QT-1006** и контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **QIRSA-1006** в пределах **не более 0,5 мг/м3**. При достижении максимального значения (**0,5 мг/м3**) срабатывает световая и звуковая сигнализация на ЦПУ   
(корп. 1612).

ПДК оксида углерода (II) измеряется газоанализатором поз. **QT-1007** и контролируется на дисплее ПЭВМ по поз. **QIRSA-1007** в пределах **не более 20 мг/м3**. При достижении максимального значения (**20 мг/м3**) срабатывает световая и звуковая сигнализация на ЦПУ   
(корп. 1612).

## 4.3 Описание технологического процесса системы ВОЦ

Система водооборотного цикла (далее – система ВОЦ) обеспечивает работу теплообменного оборудования комплектной технологической установки (корп. 1615) и включает в себя следующее оборудование: двухсекционную градирню, блочно-модульное насосное отделение (насосы оборотной воды поз. **Н-1**, **Н-2**, насос подпиточной воды поз. **Н-3**, насосы пожаротушения поз. **Н-1**, **Н-2**), установку коррекционной обработки воды.

### *4.3.1 Двухсекционная вентиляторная градирня (схема PID-91-02)*

Нагретая на технологическом оборудовании оборотная вода, поступает по распределительным трубопроводам через впускные балансировочные клапаны в верхние водораспределительные бассейны. Балансировочные клапаны, предназначены для регулировки распределения общего потока оборотной воды между верхними водораспределительными бассейнами секций градирни.

Из верхних водораспределительных бассейнов оборотная вода под атмосферным давлением стекает через форсунки на оросители. Спиралевидные безнапорные форсунки равномерно распределяют оборотную воду по поверхности оросителей, увеличивая площадь контакта оборотной воды и воздуха. Оросители расположены с двух торцевых сторон по всей высоте каждой секции градирни - от верхнего водораспределительного до нижнего водосборного бассейна. При протекании воды через оросители, образуется водная пленка, что способствует интенсивному охлаждению воды.

Для обеспечения постоянного протока воздуха через оросители, каждая секция оборудована пятилопастным вентилятором охлаждения поз. **ВР-1**, **ВР-2**. Поперечный поток всасываемого воздуха, проходя через оросители, увеличивает интенсивность испарения и передачу тепла от оборотной воды к воздуху.

Вентилятор охлаждения поз. **ВР-1**, **ВР-2** расположен на опорной раме между верхними распределительными бассейнами. Привод вентилятора охлаждения поз. **ВР-1**, **ВР-2** обеспечивается электродвигателем через угловой конический редуктор. Передача крутящего момента от двигателя к редуктору производится с помощью приводного вала.

Скорость вращения вентиляторов охлаждения поз. **ВР-1**, **ВР-2** регулируется частотными преобразователями. Скорость вращения вентиляторов охлаждения поз. **ВР-1**, **ВР-2** может изменяться как в ручном режиме, так и в автоматическом режиме от уставки по температуре воды на выходе из градирни. Температура воды измеряется датчиком температуры поз. **TI-91171**.

Выбор режима работы вентиляторов охлаждения поз. **ВР-1**, **ВР-2** «**Ручной режим**» или «**Автоматический режим**» осуществляется на экране «**Главный экран**» сенсорной панели.

Всё вращающееся механическое оборудование вентилятора расположено на единой опорной раме, оборудованной вибровыключателем. При превышении допустимого уровня вибрации на раме, контакт вибровыключателя размыкается и на АСУ ТП поступает аварийный сигнал отключения вентиляторов.

Нагретый воздух, с частью испаренной оборотной воды, выдувается вентилятором вверх, через диффузор.

Охлажденная вода, пройдя через оросители, стекает в нижний водосборный бассейн градирни. Нижний водосборный бассейн каждой секции градирни имеет в центральной части приямок с выходным патрубком, по которому вода стекает в бак запаса оборотной воды. Баки запаса оборотной воды соединены уравнительным трубопроводом.

На каждом баке запаса оборотной воды имеется переливной трубопровод и дренажный трубопровод. Дренажные трубопроводы предназначены для слива воды из баков. На дренажных трубопроводах установлены поворотные затворы поз. **КП16**, **КП17**. Затворы приводятся в действие электроприводами, с ручными дублёрами. Управление затворами осуществляется с контроллера. Чтобы открыть или закрыть затвор надо нажать кнопку «**Открыть**» или «**Закрыть**» на экране «**Главный экран**» сенсорной панели, и удерживать до тех пор, пока команда не будет выполнена.

В каждом баке запаса оборотной воды установлены гидростатические уровнемеры   
поз. **LI-91173**, **LI-91174**, которые измеряют уровень оборотной воды в миллиметрах и передают данные в контроллер. Данные с уровнемеров отображены на экране «**Главный экран**» сенсорной панели.

Уровень оборотной воды в баке запаса оборотной воды до переливного трубопровода составляет **1800 мм**, при снижении уровня воды в баках **1400 мм** в автоматическом режиме включается насос подпиточной воды поз. **Н-3** и открывается поворотный затвор поз. **КП11** на нагнетании. Затвор приводятся в действие электроприводом, с ручным дублёром. Насос подпиточной воды поз. **Н-3** и поворотный затвор поз. **КП11**, находятся в блочно-модульной насосной станции. Расход подпиточной воды контролируется расходомером поз. **FQ-91176**.

При достижении уровня **1700 мм**, закрывается поворотный затвор поз. **КП11** и отключается насос подпиточной воды поз. **Н-3**. При снижении уровня в баках запаса оборотной воды до **1000 мм**, проходит сигнализация предминимального уровня, при снижении уровня в баках запаса оборотной воды до **600 мм**, проходит сигнализация минимального уровня «**защита насосов от сухого хода**» и контроллер даёт команду на остановку циркуляционного насоса оборотной воды поз. **Н-1** или поз. **Н-2**, которые находятся в блочно-модульной насосной станции.

Подача подпиточной воды может осуществляться как в автоматическом режиме, так и в ручном режиме. Выбор режима подачи подпиточной воды осуществляется на экране «**Насосная станция**» сенсорной панели. Для подачи воды в ручном режиме, надо перевести управление насосом подпиточной воды поз. **Н-3** и поворотным затвором поз. **КП11** в ручной режим и нажать кнопку «**Старт**», для отключения подачи воды нажать кнопку «**Стоп**».

При отказе электропривода поворотного затвора поз. **КП11**, так же можно подать воду в ручном режиме, для этого надо открыть поворотный затвор ручным дублёром установленного на электроприводе.

### *4.3.2 Блочно-модульная насосная станция*

#### *4.3.2.1 Насосная установка системы ВОЦ (схемыPID-91-02)*

Насосная установка системы ВОЦ состоит из двух центробежных консольных насосов оборотной воды поз. **Н-1** и поз. **Н-2**, приводимых во вращение асинхронными электродвигателями через пальцевую муфту. Один насос является рабочим, другой резервным. Ввод в работу резервного насоса может осуществляться как системой управления, так и в ручном режиме.

Для пуска насоса оборотной воды в автоматическом режиме, надо на щите управления повернуть переключатель «**Насосы Н-1 Н-2**» в положение «**Авто**», на сенсорном экране «**Насосная станция**» в левом верхнем углу появится надпись «**Автомат**». На щите управления нажать кнопку «**АБОВ ПУСК**». Для остановки насоса нажать кнопку «**АБОВ СТОП**».

Для пуска насоса оборотной воды поз. **Н-1**, **Н-2** в ручном режиме, надо на щите управления повернуть переключатель «**Насосы Н-1 Н-2**» в положение «**Местное**», на сенсорном экране «**Насосная станция**» в левом верхнем углу появится надпись «**Ручной**». На щите управления в зависимости какой насос оборотной воды поз. **Н-1**, **Н-2** нужно пустить, нажать кнопку «Насос Н-1 ПУСК» или «**Насос Н-2 ПУСК**». Для остановки насоса оборотной воды поз. **Н-1**, **Н-2** нажать кнопку «**Насос Н-1 СТОП**» или «**Насос Н-2 СТОП**».

Насос оборотной воды поз. **Н-1**, **Н-2** обеспечивает непрерывную циркуляцию оборотной воды. Включение насоса оборотной воды поз. **Н-1** или поз. **Н-2** происходит при закрытом поворотном затворе поз. **КП2** или поз. **КП13**, который будет открыт по сигналу с дискретного датчика давления поз. **PSH-1** или поз. **PSH-2**, при достижении давления (по умолчанию   
**0,42 МПа**). Затворы поз. **КП12** или поз. **КП13** управляются электроприводами в автоматическом режиме. Электроприводы имеют ручной дублёр.

Давление на нагнетании насоса оборотной воды поз. **H-1** или поз. **Н-2** контролируется датчиком давления поз. **PSH1**. При снижении давления на нагнетании насоса **ниже 2 бар** или повышение давления **выше 6 бар**, проходит аварийная сигнализация и контроллер даёт команду на остановку циркуляционного насоса оборотной воды поз. **Н-1** или поз. **Н-2**.

Для контроля расхода циркуляции воды установлен ультразвуковой расходомер   
поз. **FQ-91175**.

Фильтр сетчатый поз. **Ф-1** удаляет из воды механические примеси и автоматически периодически сбрасывает накопившиеся загрязнения в трубопровод дренажа. Работа установки в обход фильтра при необходимости может быть осуществлена перекрытием затворов поз. **КП6** и поз. **КП8** и открытием поз. **КП7**.

#### *4.3.2.2 Насосная установка пожаротушения (схемы PID-91-03)*

Насосная установка пожаротушения состоит из двух центробежных консольных насосов поз. **Н-1** и поз. **Н-2**, приводимых во вращение асинхронными электродвигателями. Насос   
поз. **Н-1** является основным, поз. **Н-2** - резервным. Ввод в работу резервного насоса может осуществляться как системой управления, так и вручную.

Насос поз. **Н-1** обеспечивает подачу речной воды в систему пожаротушения при срабатывании пожарной сигнализации или нажатии соответствующей кнопки тревоги в помещении станции или на центральном пульте управления. Насосная установка пожаротушения может получать очищенную воду как из магистрального трубопровода, так и из близлежащего пожарного резервуара (водоёма). Включение насоса поз. **Н-1** происходит при закрытом затворе поз. **КП3**, который будет открыт при достижении определенного давления (по умолчанию **0,65 МПа**) по сигналу с датчика давления поз. **PSH1**, Регулирование подачи насоса поз. **Н-1** затвором с электроприводом поз. **КП3** осуществляется также по датчику давления поз. **PSH1**. Работа установки с резервным насосом поз. **Н-2** не отличается от работы с основным насосом поз. **Н-1**.

Насосы поз. **Н-1**, **Н-2** имеют обратные клапаны поз. **КО1** и поз. **КО2** соответственно, предотвращающие обратный ток жидкости и обратное вращение центробежного колеса при остановке насоса.

На трубопроводе всасывания насосов установлен датчик «сухого» хода поз. **LEL1**, предназначенный для блокировки работы насосов поз. **H-1** и поз. **Н-2** при отсутствии в ней оборотной воды. Сигнал с датчика останавливает насос и блокирует его принудительный пуск до устранения причины возникновения.

### *4.3.3 Установка дозирования реагентов NALCO*

Для поддержания требуемого качества оборотной воды используется установка автоматического дозирования реагентов NALCO. Поддержание строго определенной концентрации реагентов в оборотной воде позволяет значительно снизить скорость образования солевых осадков из-за испарения оборотной воды в градирне - «смягчить» оборотную воду. При достижении предельно допустимого содержания соли, установка подает сигнал системе управления о необходимости продувки - сбросе части солевой воды в трубопровод дренажа. Установка монтируется на стену станции вблизи напорных трубопроводов оборотного водоснабжения после фильтров (рисунок 2).

Рисунок 2 – Установка дозирования реагентов NALCO

Оборотная вода через входной патрубок «**ВХ**» с определенным расходом поступает на измерения к группе датчиков:

* датчик скорости коррозии - измеряет содержание веществ, приводящих к коррозии металлических поверхностей (в зависимости от типа датчика, может быть измерена скорость коррозии углеродистой стали, меди и других металлов);
* датчик электропроводности - измеряет электропроводность и температуру, при достижении предельно допустимого значения электропроводности активирует режим продувки;
* датчики рН и ОВП - измеряют кислотность и общий водородный показатель, управляет дозированием кислоты или щелочи (опционально);
* флуорометр - измеряет концентрацию инертного флюоресцента (концентрацию ингибитора), концентрацию «метки» (полимера), мутность в единицах NTU, управляет дозированием реагента (ингибитора).

## 4.4 Характеристика и подача энергоресурсов на установку

При эксплуатации установки по производству формалина концентрированного малометанольного (КФ-2) используются следующие энергоресурсы:

* оборотная вода для охлаждения рабочих сред в теплообменном оборудовании комплектной технологической установки (корп. 1615);
* теплофикационная вода для систем приточной вентиляции поз. П1/1, П1/2, П2/1, П2/2 комплектной технологической установки (корп. 1615);
* деминерализованная вода для технологических нужд комплектной технологической установки (корп. 1615);
* котловая вода для технологических нужд комплектной технологической установки (корп. 1615);
* очищенная вода для подпитки системы ВОЦ (корп. 1617);
* сжатый азот для создания давления в конденсаторе ВОТ поз. **Н-4102**, пожаротушения в реакторе поз. **R-3106**, продувки технологического оборудования и трубопроводов метанола, формалина;
* воздух КИП для управления запорной арматурой на установке;
* электроэнергия для питания электрических двигателей и подогревателей технологического оборудования и трубопроводов, электрооборудования систем контроля и управления процессом, систем общеинженерного оборудования установки.

### *4.4.1 Подача теплофикационной воды*

Вода теплофикационная под давлением в пределах **от 0,4 до 1,1 МПа** (от 4,0 до   
11 кг/см2) непрерывно подаётся по заводскому коллектору (Ду76) на комплектную технологическую установку (корп. 1615) с водогрейной котельной ПГЦ (корп. 250). Узел учёта расположен на эстакаде с северной стороны корп. 1613. Расход прямой и обратной теплофикационной воды измеряется электромагнитным расходомером Promag 50P80. Давление и температура прямой и обратной воды измеряются соответственно датчиками давления Cerabar-MPMP 41 и температуры Метран ИП 205 (ТСМУ-205-2/80 0150 0С) с регистрацией показаний в РСУ «DeltaV» (ЦПУ, корп. 1612).

### *4.4.2 Подача деминерализованной воды*

Деминерализованная вода с давлением в пределах **от 5,0 до 7,0 бар** и температурой в пределах **от 15 °С до 35 °**С непрерывно подается на комплектную технологическую установку (корп. 1615) с водоподготовительной установки (ПГЦ, корп. 250а). Узел учёта расположен с северной стороны корп. 1611. Замеры расхода, давления деминерализованной воды осуществляются соответственно вихревым расходомером Prowirе 72F50 и датчиком давления Cerabar-MPMP 41 с регистрацией показаний в РСУ «DeltaV» (ЦПУ, корп. 1612).

### *4.4.3 Подача сжатого азота*

Подача сжатого азота с давлением в пределах **5,0 бар** на комплектную технологическую установку (корп. 1615) осуществляется из корп. 1517 отделения по производству азота и кислорода цеха подготовки производства из заводского коллектора (Ду80) по эстакаде ПГМП. Узел учёта расположен с северной стороны корп. 1611. Замер расхода и давления сжатого азота осуществляется соответственно вихревым расходомером   
Prowirе 72F50 и датчиком давления Cerabar-MPMP41 с регистрацией показаний в   
РСУ «DeltaV» (ЦПУ, корп. 1612).

### *4.4.4 Подача воздуха КИП*

Подача воздуха КИП давлением в пределах **не менее 5,0 бар** на комплектную технологическую установку (корп. 1615) осуществляется из корп. 1517 отделения по производству азота и кислорода цеха подготовки производства из заводского коллектора (Ду50) по эстакаде ПГМП. Узел учёта расположен с северной стороны корп. 1611. Замер расхода и давления воздуха КИП осуществляется вихревым расходомером Prowirе 72F50 и датчиком давления Cerabar-MPMP с регистрацией показаний в РСУ «DeltaV» (ЦПУ, корп. 1612).

### *4.4.5 Подача котловой воды*

Котловая вода с давлением в пределах **от 5,0 до 7,0 бар** и температурой в пределах **от 15 °С до 35 °С** непрерывно подаётся на комплектную технологическую установку (корп. 1615) с водоподготовительной установки (ПГЦ, корп. 250а). Узел учёта расположен с северной стороны корп. 1615. Замер расхода осуществляется вихри-акустическим расходомером Метран 300ПР с регистрацией показаний в РСУ «DeltaV» (ЦПУ, корп. 1612).

### *4.4.6 Подача очищенной воды*

Очищенная вода с давлением в пределах **от 3,0 до 4,0 бар** и температурой в пределах **от 10 °С до 12 °С** периодически подается на подпитку системы ВОЦ корп. 1617 со станции водоподготовки (корп. 1547). Узел учёта расположен в блочно-модульной насосной станции (корп. 1617). Замер расхода осуществляется электромагнитным расходомером Взлёт РЭТ с регистрацией показаний в РСУ «DeltaV» (ЦПУ, корп. 1612).

### *4.4.7 Подача электроэнергии*

Электроснабжение оборудования комплектной технологической установки   
(корп. 1615) осуществляется от подстанции 11 ГПП-1.

Электроснабжение оборудования системы ВОЦ (корп. 1617) осуществляется