

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники
(институт)

Кафедра «Промышленная электроника»

27.03.04 Управление в технических системах
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы и технические средства автоматизации и управления
(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Автоматизированная система контроля технологического процесса охлаждения аммиака

Студент	<u>Д.В Кулишов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>О.Ю. Копша</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультант	<u>Н.В. Яценко</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.А. Шевцов _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2017

Аннотация

Общий объем выпускной квалификационной работы - 51 стр., таблиц – 2 шт., рисунки – 4 шт.

Тема выпускной квалификационной работы – Автоматизированная система контроля технологического процесса охлаждения аммиака.

Цель работы – состоит в том, чтобы обеспечить контроль за процессом охлаждения аммиака, а также разработать визуальный интерфейс с расположением каждой позиции для измерения параметров, то есть отображения контрольно – измерительных приборов в реальном времени, что даст моментально реагировать при отклонениях показателей от нормы и минимизировать сроки устранения неполадок.

Особое внимание уделяется разделу «Синтез аммиака», так как там описан важный, для данной работы, технологический процесс синтеза аммиака и аммиачно – холодильной установки.

Можно сделать следующий вывод: было выполнено обеспечение контроля за процессом охлаждения аммиак при помощи подбора современного оборудования, визуальный интерфейс с расположениями датчиков, отображение контрольно – измерительных приборов в реальном времени, моментальное реагирование при отклонениях показателей от нормы.

Abstract

The graduation work consists of an explanatory note on 51 pages, including 4 figures, 2 tables.

The title of the graduation work is the Automated control system of the technological process of ammonia cooling.

The aim of the work is to provide control over the process of ammonia cooling, as well as to develop a visual interface with the location of each position for measuring parameters, that is, display of instrumentation in real time, which will instantly react with deviations in indicators from the norm and minimize the time for troubleshooting.

Much attention is given to the section "Synthesis of ammonia", since it describes an important, for this work, technological process for the synthesis of ammonia and ammonia-refrigeration unit.

It can be concluded that the monitoring of the ammonia cooling process was carried out with the help of selection of modern equipment, a visual interface with the locations of the sensors, real-time monitoring instruments, instantaneous response with deviations from the norm.

Содержание

Введение	9
1 Синтез аммиака	10
1.1 Описание технологического процесса синтеза аммиака	10
1.2 Описание технологической схемы синтеза аммиака	12
1.3 Предохранительные устройства и описание блокировок, предусмотренных проектом.	21
1.4 Описание технологического процесса АХУ.....	24
1.5 Цикл переохлаждения продукционного аммиака	26
2 Программное обеспечение	29
2.1 Описание среды разработки	29
2.2 Описание схемы автоматизации.....	29
3 Выбор приборов и средств автоматизации	32
3.1 Контроллер программируемый логический 73	32
3.2 Преобразователь давления измерительный.....	36
3.3 Термопреобразователи сопротивления.....	38
3.4 Датчик уровня поплавковый ПДУ – И.....	39
Заключение	47
Список используемых источников	48

Введение

К сегодняшнему дню автоматизация предприятий незамедлительно идет вверх, исключая ручное управление и контроль производственными процессами. Холодильные установки характеризуются непрерывностью проходящих в них процессов. Это означает, то что производительность холода постоянно должна строго соответствовать потреблению (нагрузке). Почти все действия на холодильных установках механизированы, а переходные процессы в них развиваются стремительно. Этим объясняется высокое развитие автоматизации в охладительной технике.

Автоматизация процессов приносит существенные преимущества:

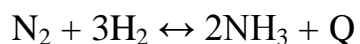
- повышает точность поддержания параметров производимого холода;
- улучшает безопасность труда и увеличивает срок службы работы оборудования, устройства управления;
- гарантирует снижение количества рабочего персонала, т. е. улучшение производительности его труда.

В данной бакалаврской работе представлена автоматизированная система контроля охлаждения аммиака, за счет регистрации показаний в испарителях жидкого аммиака, изменения их показателей в процессе производства синтеза аммиака цехом №5 предприятием ПАО «ТольяттиАзот». Цель создания автоматизированной системы контроля состоит в том, чтобы обеспечить контроль за процессом охлаждения аммиака, а также разработать визуальный интерфейс с расположением каждой позиции для измерения параметров, то есть отображения контрольно – измерительных приборов в реальном времени, что даст моментально реагировать при отклонениях показателей от нормы и минимизировать сроки устранения неполадок. В работе будет выполнен анализ и подбор основного современного технического оборудования для системы контроля, такие как датчики, контроли уровня, преобразователи интерфейсов.

1 Синтез аммиака

1.1 Описание технологического процесса синтеза аммиака

Получение синтетического аммиака из водорода и азота осуществляется на промотированном железном катализаторе с выделением тепла по уравнению:



Синтез аммиака из водорода и азота в присутствии промотированного железного катализатора является равновесной реакцией. На процесс образования аммиака положительное влияние оказывает давление и низкая температура. Однако при невысоких температурах снижается скорость реакции. При повышении температуры уменьшается равновесное содержание аммиака в газе. Поэтому выбираются оптимальные температуры, позволяющие получать максимальное количество аммиака при данных условиях.

Синтеза аммиака ведется при давлении не более 320 кгс/см^2 и температуре не больше $530 \text{ }^\circ\text{C}$. На выход аммиака из колонны синтеза влияет объемная скорость. При относительно больших объемных скоростях уменьшается время контактирования газа с катализатором, а, следовательно, уменьшается процентное содержание аммиака на выходе из зоны реакции. При относительно малых объемных скоростях время контактирования газа увеличивается, что очевидно приводит к большему содержанию аммиака в газе от получения наибольшего его выхода за единицу времени. Необходимо проводить процесс синтеза при оптимальных объемных скоростях.

Увеличение объемной скорости до максимального предела и поддержание нормальных условий в зоне реакции дает возможность компенсировать при этом тенденцию уменьшения процентного содержания аммиака в газе более высоким выходом продукции в весовом количестве.

Соотношение водород: азот ($\text{H}_2: \text{N}_2$) оказывает существенное влияние на степень превращения азотоводородной смеси в аммиак. Подаваемый свежий газ в отделение синтеза должен иметь соотношение $\text{H}_2: \text{N}_2 = 3,0:1$ по условию связывания.

Однако, практически такого содержания добиться невозможно. Максимальная степень превращения в аммиак достигается в пределах соотношения водород – азот = 2,9 – 3,1:1, а величина соотношения в свежем газе должна отличаться на незначительное отклонение от величины 3,0:1.

Стабильность работающей системы определяется технологическими параметрами, изменение которых приводит к изменению работы системы и изменениям регулируемых параметров.

Изменение давления в системе

Главные факторы, которые отдельно или совместно, содействуют повышению давления в системе синтеза, следующие:

- увеличение подачи свежего синтез – газа;
- понижение температуры в реакторе;
- отклонение состава газа от оптимального соотношения водород: азот = 2,9 – 3,1:1 в системе синтеза аммиака;
- увеличение содержания аммиака в циркуляционном газе;
- увеличение содержания инертных газов (нераагирующие газы) в циркуляционном газе;
- уменьшение расхода циркуляционного газа;
- отравление катализатора “грязным” синтез – газом (содержащим сверх нормы кислородосодержащих примесей);
- потеря активности катализатора.

Понижение давления вызывается этими же факторами в обратном порядке.

Изменение температуры в катализаторных слоях.

Главными факторами, которые отдельно или совместно содействуют повышению температуры катализатора являются:

- увеличение подачи свежего синтез – газа;
- изменение расхода циркуляционного газа;
- приближение соотношения водород: азот до 3:1;
- уменьшение содержания аммиака в циркуляционном газе;

- повышение давления в системе реактора синтеза;
- уменьшение расхода газа, идущего в колонну синтеза по холодным байпасам;
- уменьшение содержания инертных газов в циркуляционном газе;
- повышение активности катализатора, происходящее после временного отравления его “грязным” синтез – газом.

Факторами, вызывающими снижение температуры в катализаторных слоях, являются обратные вышеуказанным.

Наилучшей температурой при стабильной работе является наиболее низкая температура, которая дает максимальный выход продукционного аммиака. Однако она должна быть достаточной для обеспечения устойчивости работы даже в случаях колебания давления.

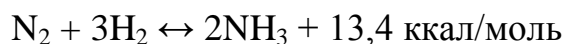
Повышенная температура приводит к уменьшению срока службы катализатора и быстрому снижению его активности.

1.2 Описание технологической схемы синтеза аммиака

Азотоводородная смесь, имеющая до 15 млн. долей СО и СО₂ уже впоследствии сжатия в 4 – й ступени компрессора синтез-газа с давлением 320 кгс/см², охлаждается в конечном воздушном холодильнике до температуры 40 – 50 °С протекает в нижнюю часть конденсационной колонны, где, барботируя посредством жидкого аммиака, а также промывается от следов влаги, масла и углекислоты, смешивается с циркуляционным газом, приходящим из испарителя жидкого аммиака.

Циркуляционный газ проходит по межтрубному пространству теплообменника конденсационной колонны, идет в межтрубное пространство выносного теплообменника, где греется до температуры не выше 195 °С теплом встречного газа, идущего по трубкам и далее поступает в колонну синтеза. В колонне синтеза газ протекает снизу – вверх по кольцевому зазору меж корпусом колонны и кожухом насадки и дальше поступает в межтрубное пространство теплообменника, располо-

женного на горловине колонны синтеза. Тут газ греется выходящим из катализаторной коробки газом до температуры начала реакции 400 – 420 °С, вслед за тем газ поочередно протекает четыре полки катализатора, где при давлении не больше 320 кгс/см² и температуре не больше 530 °С, где проходит экзотермическая реакция образования аммиака по уравнению:



На входе в колонну синтеза температура газа поддерживается автоматически байпасным клапаном TIRCAh – 601 перепуском газа по байпасу мимо теплообменника в линию подачи газа на колонну синтеза.

С целью удержания нормального температурного порядка в области взаимодействия предусмотрена подача газа по холодным байпасам перед каждой полкой.

Урегулирование подачи газа исполняется автоматически по байпасам согласно температуре, в катализаторных слоях колонны синтеза регуляторами TIRC – 604, 611, 605, 608 из ЦПУ с помощью заслонок, принятых на каждом – байпасе.

Пройдя мимо четвертый слой катализатора, азотоводородоаммиачный раствор с содержанием аммиака 14 – 16,5 % и температурой 500 – 530 °С подымается согласно основной трубе, а потом охлаждаясь до температуры 300 – 325 °С, протекает по трубкам внутреннего теплообменника.

Потом, газовая смесь поступает в трубное пространство подогревателя, где подогревается питательная вода, далее проходит в паросборник для получения пара давлением 102 – 109 кгс/см².

На агрегатах № 6, 7 газ после теплообменника проходит снизу – вверх по круговому зазору между корпусом и кожухом насадки и далее проходит в межтрубное пространство верхнего встроенного теплообменника. Здесь он нагревается, охлаждая газ, покидающий колонну.

Пройдя межтрубное пространство верхнего теплообменника, свежий газ смешивается с газом, выходящим из трубного пространства, встроенного межполочного теплообменника, поступает аксиально и радиально на первую катализаторную пол-

ку. Регулирование температуры в зоне катализа на первой полке осуществляется подачей газа по холодному байпасу TIRC – 604.

Циркуляционный газ с первой полки, пройдя через перфорацию, аксиально и радиально поступает на вторую полку. Регулирование температуры в зоне катализа второй полки осуществляется подачей газа по холодному байпасу TIRC – 605. Циркуляционный газ со второй полки, пройдя через перфорацию, поступает в межтрубное пространство встроенного межполочного теплообменника и далее аксиально и радиально поступает на третью катализаторную полку.

Регулирование температуры в зоне катализа третьей полки осуществляется подачей газа по байпасам TIRC – 608, 611 в трубное пространство встроенного межполочного теплообменника.

С третьей полки газ, пройдя через перфорацию, по центральной трубе поступает в трубное пространство встроенного верхнего теплообменника, охладившись до 344 °С, газ поступает в подогреватель воды.

Дабы исключить вскипания питательной воды максимальная температура газа после подогревателя сигнализируется в ЦПУ TRAh – 618. Сигнализируется также максимальная температура нагреваемой воды TRAh – 625 при 300 °С для предотвращения вскипания питательной воды. Для исключения возможности протекания азотоводородной коррозии трубопровода предусмотрена сигнализация температуры газа по TIRAh – 614.

Для защиты от перепада давления насадки колонны синтеза и теплообменников, предусмотрена блокировка dPIRAHS – 602, которая переводит компрессор на байпасный режим при $dP = 20 \text{ кгс/см}^2$, кроме того учтены перепускные клапаны SV – 22, установленные между линиями входа газа в теплообменник и сепаратор, которые при перепаде давления равным 23 кгс/см^2 открываются и перепускают часть газа мимо теплообменника и колонны, снижая тем самым перепад давления в системе синтеза.

Газ протекает через трубное пространство теплообменника с температурой не больше 240 °С, после подогревателя воды, где захлаживается до 55 – 75 °С газом,

проходящим по межтрубному пространству и следует в системы воздушного охлаждения, где конденсируется часть аммиака из газа при температуре 21 – 43 °С.

Сконденсировавшийся аммиак отделяется в сепараторе, а газовая смесь, которая включает около 11 % объема аммиака, следует на всасывание циркуляционного колеса азотоводородного компрессора, где сжимается до давления не больше 319 кг/см², компенсируя потерянное давление в системе.

Газ из компрессора следует на вторичную конденсационную систему с температурой не выше 55 °С, состоящую из испарителя и конденсационной колонны. Газ поступает в верхнюю часть конденсационной колонны, проходит межтрубное пространство теплообменника, охлаждаясь газом, идущим по трубкам до температуры 18 – 25 °С.

На АХУ идет газообразный аммиак из межтрубного пространства испарителя с $T_{\text{исп}} = \text{минус } 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в абсорберы где он абсорбируется слабым ВАМ–раствором. С этой линии имеется отбор газообразного аммиака на гомогенную очистку.

В схеме учтена линия для отвода флегмы из испарителя в абсорберы на АХУ через электродвигатели НСV – 926, 927, поскольку в испаритель попадает какое-то количество влаги с жидким аммиаком из абсорбционно–холодильных установок, а постепенное накопление ее в испарителе, усугубляет его работу.

Из трубного пространства испарителя смесь охлажденного циркуляционного газа и сконденсировавшегося аммиака поступает в сепарационную часть конденсационной колонны, где происходит отделение жидкого аммиака от газа. В сепарационной части конденсационной колонны свежая азотоводородная смесь смешивается с циркуляционным газом, проходит корзину с кольцами Рашига, где дополнительно сепарируется от капель жидкого аммиака. Далее газовая смесь поднимается по трубкам теплообменника, охлаждая циркуляционный газ, идущий в межтрубном пространстве, направляется в теплообменник и далее в колонну синтеза.

Отделившийся жидкий аммиак в сепараторе с температурой до 40 °С, очищается через магнитные фильтры от катализаторной пыли, после дросселируется до давления 18 – 20 кгс/см² и поступает в сборник.

После дросселирования до давления $18 - 20 \text{ кгс/см}^2$, жидкий аммиак отделившийся в конденсационной колонне с температурой до минус $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$, направляется в сборник.

В сепараторе и в конденсационных колоннах, автоматически поддерживается постоянный уровень жидкого аммиака регуляторами уровней LIRCAS – 603, 604, LIRCAS – 601, 602, LIRCAS – 606, 607 соответственно. Предусмотрена сигнализация крайних положений уровня (максимум, минимум).

Когда достигается верхний предел в сборнике открывается отсечной клапан HCV A – 608 на выдаче жидкого аммиака в аварийный сборник. Предусмотрена сигнализация положений уровня – предмаксимум, предминимум, а также аварийная сигнализация – максимум, минимум.

Для предотвращения прорыва газа из сепаратора и конденсационных колоннах, в сборнике, а также переброса жидкого аммиака в линию газа при переполнении сепаратора и конденсационных колонн, предусмотрены автоматические защитные блокировки LIC S – 603 и LIC S – 601, 606 позволяющие отсечь линию спуска жидкого аммиака при минимальном уровне в сепараторе, или конденсационных колоннах отсекаателями HCV – 615, HCV – 601, 604, а также открыть отсекатели HCV – 616 и HCV – 602, 604 на резервных линиях выдачи жидкого аммиака из сепаратора и конденсационной колонны при максимальном уровне в них.

При достижении аммиака в сепараторе сверхмаксимума срабатывает блокировка на отключение азотоводородного компрессора для предотвращения попадания жидкого аммиака на циркуляционное колесо компрессора и вывод его из строя.

В последствии дросселирования жидкого аммиака с высокого давления до $18 - 20 \text{ кгс/см}^2$ в сборнике выделяются растворенные в жидком аммиаке газы H_2 , N_2 , CH_4 и Ar. Эти газы содержат около 33 % аммиака и называются танковыми. В трубном пространстве испарителя происходит выделение аммиака из танковых газов за счет охлаждения газов до температуры минус $25 \text{ }^\circ\text{C}$ – минус $30 \text{ }^\circ\text{C}$ испаряющимся жидким аммиаком, сконденсировавшийся аммиак и танковые газы из испарителя поступают в сепаратор, где жидкий аммиак отделяется и поступает в сборник. На

выходе танковых газов из сепаратора установлен автоматический регулятор давления PIRCA – 603, поддерживающий постоянное давление в сборнике жидкого аммиака, выдачей танковых газов на сжигание в трубчатую печь. Повышение давления в сборнике до $21,5 \text{ кгс/см}^2$ сигнализируется.

С целью поддержания нахождения инертных ($\text{CH}_4 + \text{Ar}$) 11 – 18 % объема в системе синтеза, выполняется постоянная продувка уже после сепаратора жидкого аммиака с поддержкой регулятора давления PIS – 601. Число продувочного газа изменяется в течении пробега колонны синтеза, увеличиваясь к окончанию пробега.

Продувочные газы под давлением не больше 300 кгс/см^2 следуют на захлаживание аммиака, впоследствии чего поступают в межтрубное пространство теплообменника конденсационной колонны, где охлаждаются из-за того, что происходит теплообмен с газом, идущий из испарителя и проходящий трубное пространство испарителя, где в межтрубном пространстве кипит жидкий аммиак при температуре минус $32,5$ – минус 34 °С. Уже после испарителя продувочные газы вместе с жидким сконденсировавшимся аммиаком поступают в сепарационную часть конденсационной колонны, где при температуре минус 28 °С отделяется жидкого аммиака, а по трубкам теплообменника колонны поднимается газовая смесь, нагреваясь вновь поступающими продувочными газами до температуры 35 – 40 °С. Жидкий аммиак, который отделился из испарителя поступает в сборник жидкого аммиака.

Автоматическая защита конденсационной колонны продувочных газов и испарителей аналогична автоматической защите конденсационной колонны и испарителя.

На выходе продувочных газов из конденсационной колонны установлен регулятор PIS – 601, поддерживающий давление перед колонной синтеза.

Далее продувочные газы, пройдя запорную и регулируемую арматуру с давлением 8 – 11 кгс/см^2 , смешиваются с танковыми газами с содержанием аммиака не более $2,6$ % объема и поступают в трубчатую печь на сжигание или на факел.

В линию продувочных газов л.673 (на агрегате № 5), в л.621 (на агрегатах № 6, 7) сделана врезка подачи продувочных газов на установку получения водорода фир-

мы «Монсанто». Подача продувочных газов на установку получения водорода производится через регулирующий клапан PCV – 602 – 2, PCV – 601. Управление клапаном – дистанционное. Регулирование расхода продувочных газов осуществляется регулятором расхода FR – 1. Расход продувочных газов на установку получения водорода составляет не более 8200 м³/час. Давление – не более 304 кгс/см².

Коллектор выдачи продувочных газов на установку получения водорода имеет три запорных угловых вентиля № 1, 2, 3 для отсечения от общего коллектора. Сброс танкопродувочных газов на сжигание производится регулятором давления PCV – 634.

Предусмотрена также подача из цеха 05А танковых и продувочных газов под давлением 35 – 40 кгс/см² на установку получения аргона ОАО «Куйбышевазот». Продувочные газы из конденсационной колонны продувочных газов под давлением не больше 319 кгс/см² и температурой 35 – 40 °С в количестве не более 8200 м³/час поступают в эжектор. Эжектор предназначен для сжатия танковых газов до давления 40 кгс/см² за счет энергии давления продувочных газов. Эжектор экономически эффективен, так как для сжатия газов не требуется затрат энергии.

После эжектора смесь танковых и продувочных газов с давлением 35 – 40 кгс/см² и температурой 10 – 35 °С в количестве не более 10400 м³/час подается в заводской коллектор и далее в цех аргона ОАО «Куйбышевазот». После эжектора постоянное давление танкопродувочных газов поддерживается автоматически с помощью регулятора давления PRCA – 634, сбросом танкопродувочных газов на сжигание в трубчатую печь или на сжигание на факельную установку.

При повышении давления в системе танковых газов после сепаратора танковых газов от регулятора PRCA – 630 подается сигнал на открытие отсекающего HCV – 622 и танковые газы сбрасываются на факел.

Количество продувочных газов контролируется прибором QR – 602, танковых газов – QR – 606. Постоянный уровень жидкого аммиака в конденсационной колонне поддерживается автоматически, регулятором LIRCAS – 606, а также предусмотрена сигнализация крайних положений уровня – максимум, минимум.

Для того, чтобы предотвратить прорыва газа в сборник жидкого аммиака из конденсационной колонны, а также переброса жидкого аммиака в линию продувочных газов из коденсационной, установлена автоматическая защита блокировка LIC5 – 606, дающая возможность отсечь линию спуска жидкого аммиака при минимальном уровне в конденсационной колонне отсекателем HCV – 603, а также открыть отсекаТЕЛЬ HCV – 604 на запасной линии выдачи жидкого аммиака в сборник при максимальном уровне в колонне.

В случае нарушения автоматического режима при разогреве и восстановлении катализатора в колонне синтеза аммиака, часть газа из теплообменника направляется в пусковой подогреватель, протекает по трубкам змеевиков, где нагревается за счет тепла, выделяемого при сгорании природного газа в межтрубном пространстве и поступает на первую полку катализатора.

Расход газа через подогреватель контролируется прибору QIRAS – 601 и регулируется электроventилем HCVIA – 610.

Для регулирования температурного режима и давления в системе синтеза, при изменении нагрузок по свежему газу, предусмотрена линия, так называемый длинный байпас, обеспечивающая подачу смеси свежего и циркуляционного газов с нагнетания на всас циркуляционного колеса компрессора, минуя колонну синтеза. Отвод газа по «длинному байпасу» осуществляется после колонны вторичной конденсации аммиака с линии циркуляционного газа, поступающего в колонну синтеза при помощи электроventиля HCVIA – 609, с последующей подачей в линию циркуляционного газа перед воздушным холодильником.

Количество газа, проходящего по линии «длинного байпаса», регистрируется прибором QI – 605. Для того, чтобы предотвратить возможность образования карбаматов и осаждении их на рабочих колесах компрессора предусмотрена подача жидкого аммиака с помощью поршневых насосов в линию нагнетания второй ступени компрессора и в линию азотоводородной смеси перед воздушным холодильником после метанирования. Образовавшиеся углеаммонийные соли отделяются в сепараторах вместе с конденсатом.

К тому же предусмотрена подача жидкого аммиака от насосов в линию циркуляционного газа перед воздушным холодильником во избежание замерзания влаги при восстановлении катализатора (в зимнее время).

На всас насоса, жидкий аммиак поступает из сборника жидкого аммиака, а также планом учтена подача жидкого аммиака со склада. Сжатый жидкий аммиак после насосов, с температурой не больше 55 °С и давлением не больше 140 кгс/см² разделяется по отдельным потокам по назначению. Количество жидкого аммиака, выдаваемого насосами, регулируется изменением хода поршня, вращением рукоятки вариатора.

Жидкий аммиак из сборника направляется в аммиачно-холодильную установку через переохладитель для захлаживания его до температуры минус 34 °С, и выделения инертных газов из продукционного аммиака в расширительных сосудах.

Жидкий аммиак, выходящий из сборника, содержит растворенные газы в количестве 138 нм³ /час. Состав растворенных газов, при давлении 20 кгс/см² и температуре 10 – 20 °С следующий:

СН₄ – 54 % об.

Н₂ – 30 % об.

Ar – 6 % об.

N₂ – 10 % об.

Захоложенный жидкий аммиак с температурой не больше минус 28 °С насосом жидкого аммиака выдается из АХУ в изотермическое хранилище.

Для дренажных сбросов из аппаратов, содержащих аммиак, освобождения фильтров от аммиака, для их чистки, была установлена промежуточная дренажная емкость, откуда выдается жидкий аммиак и аммиачная вода на склад аммиака в дренажную емкость через коллектор дренажа. Выдача аммиачной воды на склад производится под давлением азота 2,0 – 6 кгс/см², подаваемого через съемный участок в емкость, давление в которой контролируется по месту по РІ – 614. Во избежание замерзания слабых аммиачных растворов в зимнее время емкость оборудована паровым подогревателем.

Сброс аммиачной воды происходит при восстановлении катализатора (концентрация аммиака до 98 %) из сборника по специальному трубопроводу через клапан LIRCA – 605 в коллектор дренажа в дренажную емкость.

Сгущенный остаток аммиака из испарителей направляется в абсорберы АХУ.

Из межтрубного пространства газообразный аммиак испарителей поступает в абсорберы абсорбционно – холодильных установок.

Технологическая схема синтеза аммиака предоставлена в приложении А, а также спецификация к чертежу в приложении Б.

А также описание основного технологического оборудования отделения синтеза предъявлено в таблице 2.

1.3 Предохранительные устройства и описание блокировок, предусмотренных проектом.

1. Трубопроводы жидкого аммиака после регуляторов уровня сепаратора и конденсационных колонн до сборника жидкого аммиака выполнены из труб высокого давления, на случай прорыва газа по жидкостным линиям при выходе из строя системы регулирования уровня.

2. В сепараторе и конденсационной колонне предусмотрены по две параллельной линии выдачи жидкого аммиака, для того чтобы обеспечить нормальный уровень жидкого аммиака.

На каждой линии установлено по автоматическому регулируемому клапану, отсекающему с блокировкой по уровню и ручному вентилю. При обычной работе отсекающий клапан на резервной линии закрыт, а на рабочей – открыт. При снижении значения в установке до «минимума» отсекающий клапан на рабочей линии автоматически закрывается и автоматически открывается при возврате значения к «нормальному» значению. При увеличении значения до «максимума», автоматически открывается отсекающий клапан на резервной линии и закрывается при возврате значения к обычному значению.

В случае выхода из строя регулирующего клапана на рабочей линии дистанционно из ЦПУ рабочая линия переключается на режим «резервный», а «резервная» – на режим «рабочий». Предусмотрена также блокировка на остановку компрессора по сверхмаксимальному уровню жидкого аммиака в сепараторе.

3. Предохранительными клапанами на случай превышения давления оснащены: испаритель жидкого аммиака, подогреватель питательной воды, сборник жидкого аммиака и промежуточная дренажная емкость.

Для того чтобы газ не смог прорваться через полностью открытые регулируемые клапаны высокого давления, предусмотрено сечение предохранительных клапанов на сборнике для сброса всего количества газа, они установлены на перепуске жидкого аммиака из конденсационных колонн или сепаратора.

4. На линиях выдачи жидкого аммиака из сборника на склад установлены обратные клапаны для того, чтобы при резком падении давления в сборнике аммиак не мог поступать обратным ходом. Предусмотрена блокировка на открытие отсечного клапана HCV – 608 на линии выдачи аммиака в аварийное хранилище при максимальном уровне и закрытие при нормальном.

5. При аварийном положении в системе синтеза, с линии циркуляционного газа после сепаратора и с линии циркуляционного газа после конденсационной колонны, для сброса газа в атмосферу, предусмотрены аварийные сбросы при помощи электровентилей с дистанционным управлением HCVА – 611 и HCVА – 612, HCVА – 613 и HCVА – 614 соответственно.

6. На входе в колонну синтеза и по слоям катализатора предусмотрена автоматическая регулировка температуры газа с регистрацией и сигнализацией, дабы избежать увеличения температуры корпуса колонны синтеза и катализатора выше расчетной температуры.

7. Чтобы предотвратить повышение перепада давления и сжатия насадки колонны синтеза, установлена блокировка на переключение азотоводородного компрессора на байпасный режим. Предусмотрена сигнализация повышения перепада давлений при повышении давления до предмаксимума, а также предусмотрены пе-

репускные клапаны, установленные на линии входа циркуляционного газа в выносной теплообменник и входа газа в сепаратор.

Когда происходит перепад давления 23 кгс/см^2 перепускные клапаны SV – 22 открываются и перепускают часть газа мимо теплообменника и колонны синтеза.

8. На агрегате № 7 сброс газообразного аммиака при срабатывании предохранительных клапанов на испарителях и сборника жидкого аммиака осуществляется через сепаратор жидкого аммиака с последующим сбросом газообразного аммиака через свечу в атмосферу. Жидкий аммиак из нижней части сепаратора выдается в дренажную емкость, где выпаривается за счет подогрева в кубовой части. После выпаривания аммиака оставшаяся аммиачная вода выдается на склад жидкого аммиака в дренажную емкость. Предусмотрен контроль за уровнем жидкого аммиака с сигнализацией максимального значения.

На агрегатах № 5, 6

Сброс газообразного аммиака при срабатывании предохранительных клапанов на испарителях и сборнике жидкого аммиака осуществляется через сепаратор, где происходит отделение жидкого аммиака от газообразного. Жидкий аммиак собирается в емкость, а из нее газообразным аммиаком передавливается на склад жидкого аммиака в дренажную емкость. Газообразный аммиак из сбрасывается в атмосферу.

9. Для защиты змеевиков пускового подогревателя от перегрева предусмотрена блокировка на закрытие отсекавателя HCV – 624 на подачу топливного газа к горелкам подогревателя при минимальном расходе азотоводородной смеси через подогреватель во время разогрева и восстановления катализатора по QIRALS – 601 – 20000 $\text{нм}^3/\text{час}$.

10. Для предотвращения погасания пламени в горелках пускового подогревателя и образования в зоне горения взрывоопасных смесей предусмотрена блокировка на закрытие отсекавателя HCV – 624 на подаче топливного газа в подогреватель при минимальном давлении топливного газа перед горелками по PIALS – 609 $0,5 \text{ кгс/см}^2$.

11. Для защиты насосов предусмотрена блокировка на остановку этих насосов по минимальному давлению жидкого аммиака на всасе по PIALS – 620, 621 – 7 кгс/см².

1.4 Описание технологического процесса АХУ.

Для всех четырех установок АХУ в качестве холодильного агента, используется жидкий аммиак и газообразный, водоаммиачный раствор в качестве абсорбента (поглотителя).

Работу установок можно разделить на несколько циклов, которые аналогичны для всех установок.

1. Цикл жидкого и газообразного аммиака.

Жидкий аммиак через регулирующий клапан подается в межтрубное пространство испарителя, где кипит, снимая тепло охлаждаемого в трубном пространстве газа.

Пары аммиака, выходящие из испарителя, подогреваются в межтрубном пространстве переохладителя жидким аммиаком, поступающим по трубному пространству переохладителя из ресивера в испарители. Подогретый газообразный аммиак поступает параллельно в среднюю часть межтрубного пространства элементов абсорбера, где поглощается слабым водоаммиачным раствором.

Образовавшийся крепкий водоаммиачный раствор из ресивера насосом подается на выпаривание в генератор – ректификатор. Выпаривание происходит за счет тепла, поступающего в межтрубное пространство генератора – ректификатора. На насадке из колец Рашига и на ректификационных тарелках происходит частичное отделение водяных паров из выпаривающегося аммиака крепким водоаммиачным раствором, поступаемым после подогрева в теплообменнике, и флегмой, стекающей из дефлегматора.

Из генератора – ректификатора пары аммиака с некоторой примесью паров воды поступают в дефлегматор, где происходит окончательная конденсация водяных паров.

Тепло дефлегмации отводится холодным крепким водоаммиачным раствором, поступающим в трубное пространство дефлегматора от насоса.

Газообразный аммиак из межтрубного пространства дефлегматора очищенный до концентрации 99,8 % вес. поступает в аппарат воздушного охлаждения, где конденсируется. Секции аппарата обдуваются потоком воздуха, нагнетаемого осевыми вентиляторами. Воздух от вентилятора поступает на ребристую поверхность трубок, охлаждает и конденсирует аммиак, находящийся в трубках. Для обеспечения расчетной температуры конденсации аммиака при температуре окружающего воздуха, превышающей расчетную, аппараты снабжены узлами увлажнения воздуха.

Линия входа газообразного аммиака в аппараты воздушного охлаждения соединены между собой перемычкой с отсекающей арматурой для равномерного распределения нагрузки между системами АХУ – А и Г. Жидкий аммиак из аппарата воздушного охлаждения стекает в ресивер жидкого аммиака, уровень в котором (кроме установки «В») поддерживается регулирующим клапаном LIRCA – 921, изменяющим подачу пара в генератор – ректификатор. Из ресивера жидкий аммиак под давлением в пределах 9,2 – 17,2 кгс/см² поступает в трубное пространство переохладителя, где охлаждается за счет теплообмена с газообразным аммиаком, идущим из испарителя, и через регулирующие клапана LIRCA – 31, LIRCA – 34, LIRCA – 33, LICA – 65, при помощи которых регулируются уровни жидкого аммиака в испарителях, подается соответственно в межтрубное пространство испарителей. Часть жидкого аммиака из установок А, Б подается в сепараторы – расширители А, Б через клапаны FIC – 968, FIC – 969 и в переохладители раствора А, Б через клапаны LICA – 973, LICA – 974.

Предусмотрены перемычки по NH₃ между АХУ – Б и для подключения межступенчатого аммиачного холодильника при ремонте АХУ – В. Жидкий NH₃ при этом поступает по линии подпитки со склада. В связи с тем, что в испарители попа-

дает небольшое количество влаги с жидким аммиаком, которая ухудшает, при накоплении работу испарителей, в схеме предусмотрено периодическое дренирование флегмы из низких точек испарителей в абсорбере.

1.5 Цикл переохлаждения производного аммиака

1 Работа без рекуперации холода в переохладителях. Производный аммиак с температурой 10 – 20 °С вместе с растворенными в нем инертными газами из сборника жидкого аммиака под давлением 18 – 20 кгс/см² поступает через переохладитель и клапан LIRCA – 605 в сепаратор – расширитель, где за счет снижения давления не выше 1,96 кгс/см² происходит отделение инертных газов из производного аммиака и охлаждение его до температуры минус 10 °С. Инертные газы с испарившимся аммиаком направляются в абсорбер, где поглощаются основной частью газообразного аммиака слабым водоаммиачным раствором. Остатки непоглощенного аммиака с инертными газами направляются в скруббер, насадка из металлических колец Рашига которого орошается охлажденным до температуры не более 20 °С слабым водоаммиачным раствором.

Охлаждение слабого водоаммиачного раствора происходит в переохладителе раствора за счет испарения в межтрубном пространстве жидкого аммиака.

Уровень жидкого аммиака, поступающего из установки «А» в переохладитель раствора, поддерживается регулирующим клапаном LICA – 973, установленным на линии подачи жидкого аммиака в переохладитель. Температура аммиака в переохладителе раствора поддерживается регулирующим клапаном TIC – 964, установленным на линии выдачи газообразного аммиака из переохладила в абсорбер за счет поддержания постоянного давления в переохладителе не менее 1,96 кгс/см².

Из скруббера насыщенный водоаммиачный раствор возвращается в установку «А» на всас насоса, а инертные газы с небольшим количеством аммиака направляются через клапан PIC – 994 в атмосферу. Давление газообразного аммиака в сепараторе –

расширителе поддерживается не выше $1,96 \text{ кгс/см}^2$ регулирующим клапаном PIC – 994, установленным на линии выхода газообразного аммиака с инертами из.

Из сепаратора – расширителя «А» производственный аммиак через регулирующий клапан LIRCA – 972, поддерживающий уровень в сепараторе – расширителе «А», поступает в сепаратор – расширитель «Б», в котором за счет снижения давления до значения не выше $0,3 \text{ кгс/см}^2$ происходит охлаждение аммиака до температуры минус 28 – минус 33,5 °С и отделение инертов из него.

Инерты с газообразным аммиаком поступают в абсорбер, где поглощается основная часть газообразного аммиака и затем через скруббер инжектором выбрасываются в атмосферу.

Скруббер имеет насадку из металлических колец Рашига, которая орошается захлажденным в переохладителе до температуры не более 20 °С слабым водоаммиачным раствором.

Уровень жидкого аммиака в переохладителе раствора поддерживается регулирующим клапаном LIC – 974, установленным на линии подачи жидкого аммиака из установки «Б».

Температура газообразного аммиака не выше минус 10 °С на выходе из переохладителя раствора поддерживается регулирующим клапаном TIC – 965 установленным на выходе газообразного аммиака из переохладителя в абсорбер, за счет поддержания давления в аппарате не выше $1,96 \text{ кгс/см}^2$.

Насыщенный водоаммиачный раствор возвращается на всас насоса.

Производственный аммиак из сепаратора – расширителя «Б», пройдя фильтр насосом через клапан LIRCA – 971, поддерживающим уровень в расширителе «Б», выдается в изотермическое хранилище. Расход жидкого аммиака, поступающего из установок «А» и «Б» в расширительные сосуды «А» и «Б», поддерживается регулирующими клапанами FIC – 968, FIC – 969, установленные на линиях подачи аммиака.

2 Работа с рекуперацией холода в переохладителях.

При работе агрегата аммиака с рекуперацией холода весь производственный аммиак с температурой минус 34 °С используется для рекуперации холода и выдачи теплого аммиака не более + 8 °С.

В этом случае производственный аммиак после насосов с температурой не больше минус 28 °С поступает в трубную часть переохладителя производственного аммиака «Б», где охлаждает жидкий аммиак, выходящий из сепаратора – расширителя «А» до температуры не более минус 23 °С. После переохладителя «Б» производственный жидкий аммиак с температурой не более минус 19 °С поступает в трубную часть переохладителя производственного аммиака «А», где охлаждает производственный жидкий аммиак, выходящий из сборника жидкого аммиака до температуры минус 10 °С. После этого производственный жидкий аммиак из трубной части переохладителя подается на склад жидкого аммиака с температурой не более 8 °С.

Отделение инертных веществ из производственного жидкого аммиака происходит также, как и при работе без рекуперации холода в переохладителях.

2 Программное обеспечение

2.1 Описание среды разработки

В качестве среды разработки автоматизированной системы используется TRACE MODE 6. Инструментальная система TRACE MODE 6 состоит из интегрированной среды разработки и отладочного монитора реального времени – профайлера, а также универсальное средство разработки и отладки приложений для автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и управления производством (АСУП).

Во встроенную среду разработки TRACE MODE 6 интегрировано больше десяти редакторов, открывающихся при вызове компонента проекта. Среди них:

- Редактор графических экранных форм;
- Редактор программ Techno FBD;
- Редактор программ Techno SFC;
- Редактор программ Techno LD;
- Редактор программ Techno ST;
- Редактор программ Techno IL;

2.2 Описание схемы автоматизации

Газ поступает в испаритель жидкого аммиака И1 – А, где, проходя по трубам высокого давления, охлаждается до температуры не выше плюс 3 °С за счет аммиака, кипящего в межтрубном пространстве при температуре не выше минус 12 °С регистрирующийся датчиком термопреобразователем TjR – 21.

Уровень жидкого аммиака в испарителе И1 – А поддерживается автоматически регулятором LIRCA – 31 (стрелка вниз), подачей жидкого аммиака из ресиверов АХУ – А, Г.

Предусмотрена сигнализация крайних положений уровня LIRCA – 31 (максимум, минимум). Давление в позиции И1 – А регулируется клапаном PCV – 101 в теплообменнике.

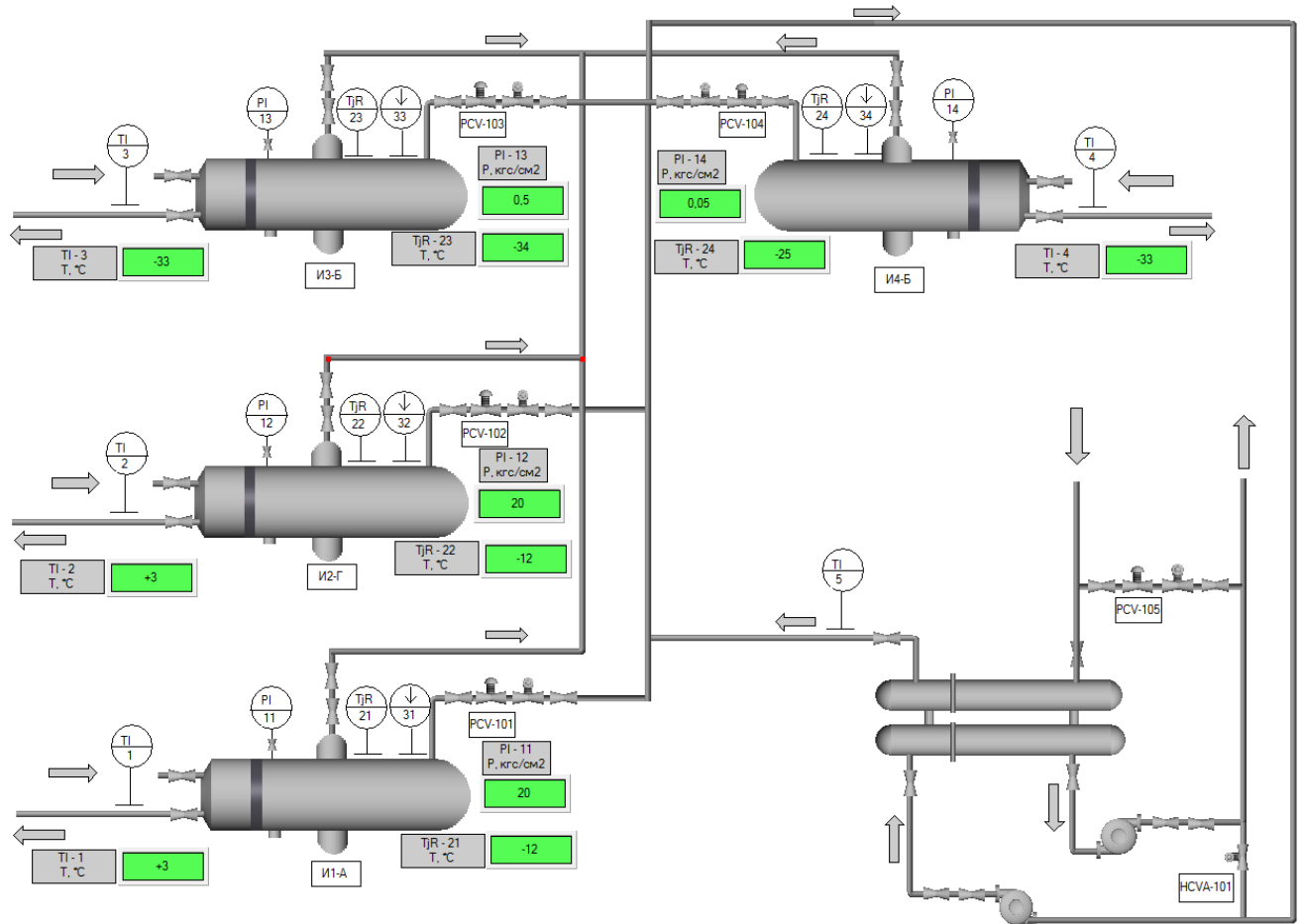


Рисунок 1 – мнемосхема процесса охлаждения аммиака

В испарителях танковых и продувочных газов И3 – Б и И4 – Б автоматически поддерживается уровень регуляторами LIRCA – 33, LIRCA – 34 (стрелка вниз). Крайние значения уровней сигнализируются.

Подача жидкого аммиака для заполнения испарителей И1 – А, И2 – Г, И3 – Б, И4 – Б и насосов предусмотрена со склада аммиака давлением не более 18 кгс/см² и температурой до минус 40 °С через электроздвижки HCVA – 101.

На рисунке 1 предоставлен интерфейс оператора, на котором присутствуют разные показатели и средства контроля, такие как температура трубного простран-

ства (TI), температура межтрубного пространства (TjR) и давление в межтрубном пространстве (PI). В программе присутствует автоматическая система слежения за показаниями, которая сообщит при отклонении каких-либо норм.



Рисунок 2 – Показатель температуры трубного пространства с индикатором

В зависимости от нормы технологического процесса, устанавливаются цветные индикаторы состояния. На рисунке 2 параметр TI – 1 представлен в пределах нормы. В таблице 1 предьявлена цветовая индикация аварийных состояний.

Таблица 1 – Цветовая индикация состояния параметра

Состояние	Цвет
Нормально состояние	Зеленый
Недоступен	Серый
Предаварийное состояние мин/макс	Желтый
Аварийное состояние мин/макс	Красный

3 Выбор приборов и средств автоматизации

В данном разделе были рассмотрены приборы необходимое для процесса охлаждения аммиака.

Полный список оборудования представлен в приложении В.

3.1 Контроллер программируемый логический 73

Назначение контроллера ПЛК73

Контроллер предназначен для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в различных областях промышленности.

Контроллер ПЛК73 может быть применен на промышленных объектах, подконтрольных ФСЭТАН.

Логика работы ПЛК73 зависит от самого пользователя в процессе программирования контроллера. Контроллер может применяться как:

- специальное устройство управления локализованным объектом;
- устройство мониторинга отдельного объекта в сети;
- специальное устройство мониторинга и управления группой объектов в сети.

В контроллере есть такие функции, как:

- выполнение пользовательской программы работы контроллера;
- снятие показаний с интегрированных аналоговых и дискретных входов с дальнейшей передачей их в программу;
- обмен данными по интерфейсам RS – 485 и RS – 232;
- отображение других данных, создаваемых в пользовательской программе, на 6 интегрированных светодиодах;
- отсчет реального времени интегрированными часами с независимым источником питания;

– настройка характеристик функционирования интегрированных входов, выходов и остального периферийного оборудования контроллера и сохранение значений конфигурационных характеристик в энергонезависимой памяти:

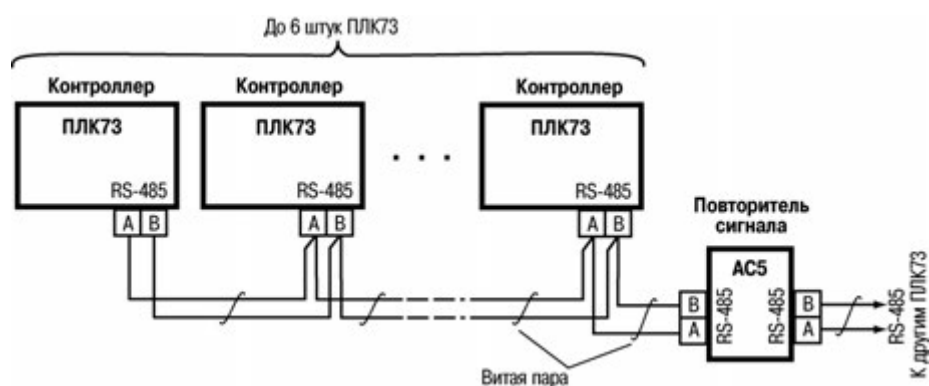


Рисунок 3 – Схема подключения в сеть более 6 ПЛК73

Интерфейсы связи

Так как в базовой комплектации интерфейсов RS – 485 и RS – 232 нету, то в контроллере ПЛК73 установлена интерфейсная плата с модулями интерфейсов RS – 485 и RS – 232 для организации работы по стандартным протоколам ОВЕН и ModBus. Интерфейс RS – 232 предназначен для связи с программой тиражирования, а также для обновления встроенного программного обеспечения контроллера.

Интерфейс RS – 232

Контроллер может иметь от нуля до двух встроенных портов RS – 232 (тип разъема: RJ12). Порт предназначен для организации связи с OPC – сервером, а также с другими устройствами по интерфейсу RS – 232 по протоколам: ОВЕН и ModBus в режимах Master или Slave. Для подключения к ПЛК различных устройств с интерфейсом RS – 232 (внешней панели оператора, расходомеров, электросчетчиков, считывателей штрих – кодов) используется кабель КС2, который необходимо подключить к прибору до включения питания ПЛК. По умолчанию порт настроен на работу в режиме Slave. Контроллер, анализируя запрос, автоматически определяет протокол, и формирует ответ по заданному протоколу.

По умолчанию порт RS – 232 имеет следующие сетевые настройки:

– скорость: 115200 бит/с;

- длина слова данных: 8 бит;
- контроль четности: отсутствует;
- адрес: 16.

Список параметров, которые можно опросить, и действия при добавлении параметров для опроса см. раздел «Конфигурирование области ввода – вывода ПЛК» в РП. Для работы с протоколом ModBus и интерфейса библиотеки функциональных блоков для работы с протоколом Овен. Если порт RS – 232 настроен для работы в режиме Master и требуется связаться по нему в режиме Slave, то необходимо при включении питания ПЛК удерживать кнопку «ПУСК/СТОП», – это останавливает запуск пользовательской программы и перевод порта в режим Master.

Интерфейс RS – 485

Контроллер может иметь от нуля до двух встроенных портов RS – 485. Контакты разъема выведены на съемные двухконтактные клеммы на задней панели корпуса прибора. Порт предназначен для организации связи с OPC – сервером, а также с другими устройствами по интерфейсу RS – 485 по протоколам: ОВЕН и ModBus в режимах Master или Slave. Для подключения к ПЛК других устройств с интерфейсом RS – 485 (внешней панели оператора, расходомеров, электросчетчиков, считывателей штрих – кодов) используется кабель «витая пара». По умолчанию порт настроен на работу в режиме Slave. Контроллер, анализируя запрос, автоматически определяет протокол, и формирует ответ по заданному протоколу. По умолчанию порт RS – 485 имеет следующие сетевые настройки:

- скорость: 115200 бит/с;
- длина слова данных: 8 бит;
- контроль четности: отсутствует;
- адрес: 16.

Список параметров, которые можно опросить, и действия при добавлении параметров для опроса см. раздел «Конфигурирование области ввода – вывода ПЛК» в РП. Настройки интерфейса задаются в функциях библиотеки. Если порт RS – 485 настроен для работы в режиме Master и требуется связаться по нему в режиме Slave,

то следует при включении питания ПЛК удерживать нажатой кнопку «ПУСК/СТОП», – это останавливает запуск пользовательской программы и перевод порта в режим Master.

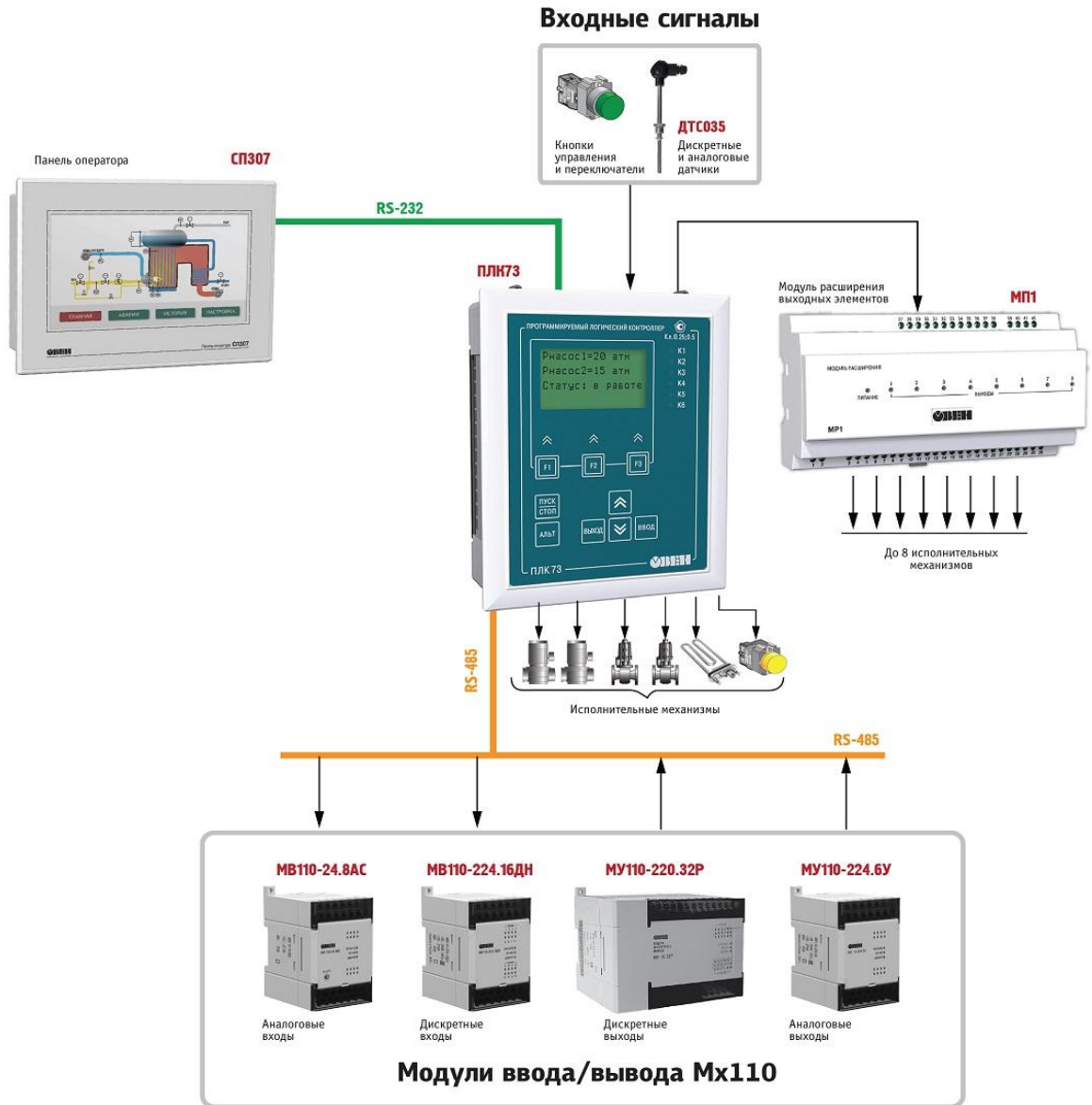


Рисунок 4 – Схема работы ПЛК73 с другими приборами

Жидкокристаллический индикатор

Контроллер имеет встроенный четырех строчный шестнадцати разрядный ЖКИ, позволяющий:

– отображать «состояние» входов и задавать значения выходов контроллера;

- отображать и редактировать значения параметров пользовательской программы;
- визуально отслеживать изменение значений параметров пользовательской программы.

В ПЛК73 реализована возможность изменения яркости подсветки и контрастности индикатора. Перед использованием ПЛК73 нужно запрограммировать, т.е. сделать пользовательскую программу. Впоследствии создания пользовательская программа может быть сохранена в энергонезависимой памяти контроллера и запускаться на выполнение впоследствии подключения питания или же перезагрузки. Для связи со средой программирования используется интерфейс RS – 232 контроллера.

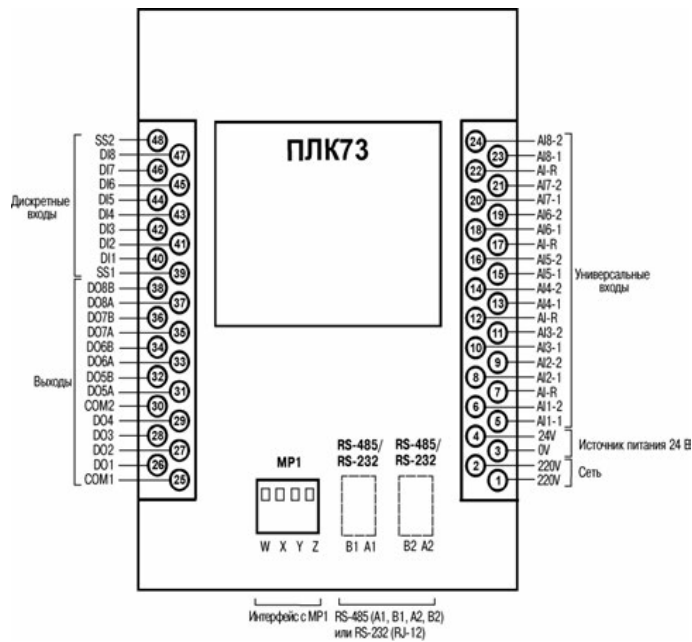


Рисунок 5 – Схема расположения и назначения клемм на ПЛК73

3.2 Преобразователь давления измерительный

Преобразователи давления измерительные ОВЕН ПД100, именуемые в дальнейшем «преобразователи», предназначены для непрерывного преобразования измеряемого давления (абсолютного, избыточного, гидростатического, дифференциального, разрежения) в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4 –

20 мА и (или) цифровой сигнал интерфейсов HART или RS – 485. Преобразователи выпускаются согласно ТУ 4212 – 002 – 46526536 – 2009. Преобразователи ОВЕН ПД100 относятся к приборам, предназначенным для контроля и регулирования технологических процессов в соответствии с ГОСТ Р 52931 – 2008. Преобразователи ОВЕН ПД100 относятся к восстанавливаемым одноканальным и однофункциональным изделиям и являются взаимозаменяемыми изделиями третьего порядка по ГОСТ Р 52931 – 2008 и соответствуют требованиям ГОСТ 22520 – 85». Преобразователи изготавливаются в различных исполнениях, отличающихся друг от друга типом и диапазоном измеряемого давления, классом точности, конструктивным исполнением и типом исполнения по взрывозащите. Преобразователи с цифровыми интерфейсами HART и RS – 485 являются многопредельными. Изделия ОВЕН ПД100 обеспечивают непрерывное преобразование измеряемого давления (абсолютного, избыточного, дифференциального, разрежения, гидростатического и избыточного – вакуумметрического) нейтральных и неагрессивных (по отношению к контактирующим с ними материалам) сред в унифицированный токовый выходной сигнал 4 – 20 мА и цифровой сигнал стандарта HART или в выходной цифровой сигнал стандарта RS – 485.

Монтаж прибора на объекте и подготовка к работе

При монтаже преобразователей на объекте необходимо соблюдать меры безопасности. Положение преобразователя при монтаже – любое, удобное для монтажа, демонтажа и обслуживания. Рекомендуется устанавливать преобразователи с ориентацией электрического разъема. Усилие затягивания при монтаже не должно превышать 50 Н. Уплотнение меж штуцером и гнездом необходимо выполнять при помощи прокладки из набора поставки преобразователя или аналогичной таких же размеров, выполненной из того же материала.

При установке преобразователя необходимо учитывать дальнейшие рекомендации:

– при применении соединительных линий в них должны учитываться особые заглушаемые отверстия для продувки (слива конденсата);

– соединительные линии (импульсные трубки) нужно прокладывать так, дабы ликвидировать образование газовых мешков (при измерении давления жидкости) или же гидравлических пробок (при измерении давления газа);

– магистрали (соединительные линии) обязаны быть тщательно продуты перед присоединением преобразователя для уменьшения загрязнения полости приемника давления преобразователя;

– впоследствии присоединения преобразователя необходимо проверить места соединений при максимальном рабочем или максимально допустимом перегрузочном давлении.

При прокладке линии связи нужно располагать ее подальше от силовых кабелей и от кабелей, создающих высокочастотные и импульсные помехи. Для защиты линии связи, необходимо экранировать преобразователя от воздействия промышленных электромагнитных помех.

В качестве экранов могут быть использованы как специальные кабели с экранирующими оплетками, так и заземленные стальные трубы подходящего диаметра.

3.3 Термопреобразователи сопротивления

Датчики предназначены для непрерывного измерения температуры жидких, парообразных и газообразных сред, сыпучих материалов и твердых тел в различных отраслях промышленности, а также в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха HVAC (от англ. Heating, Ventilation & Air Conditioning). Датчики преобразуют изменение температуры в изменение электрического сопротивления постоянному току.

Различают общепромышленные и специализированные термопреобразователи.

Датчики могут быть с кабельным выводом или с коммутационной головкой, в различных конструктивных исполнениях, которые позволяют устанавливать их на трубе, на стене, погружать в среду и т.д.

При эксплуатации датчиков во взрывоопасных зонах необходимо использовать взрывозащищенное конструктивное исполнение (в обозначении добавляется Ex) и для подключения ко вторичным приборам необходимо использовать барьер искрозащиты (ОВЕН ИСКРА).

Устройство и работа

Датчики состоят из одного или двух ЧЭ, соединенных с коммутационной головкой или кабельным выводом и помещенных в защитную арматуру. ЧЭ в зависимости от диапазона измеряемых температур может быть: платиновый проволочный 100 П или платиновый пленочный Pt 100 (Pt 500, Pt 1000), медный проволочный 50 М или 100 М.

Принцип работы датчика основан на свойстве ЧЭ изменять электрическое среды. На датчиках или прикрепленных к ним ярлыках указаны:

- товарный знак предприятия – изготовителя;
- исполнение датчика;
- условное обозначение НСХ;
- рабочий диапазон измерений;
- класс допуска;
- заводской номер;
- год и месяц выпуска;
- знак утверждения типа средств измерения;
- маркировка взрывозащиты 0ExiaIIС Т1...Т6GaX (для датчиков во взрывозащищенном исполнении).

3.4 Датчик уровня поплавковый ПДУ – И

Датчики могут быть использованы в составе систем контроля и регулирования уровня жидкости (воды, водных растворов и иных жидких сред, в том числе и агрессивных, за исключением коррозионноактивных по отношению к материалу датчиков) в различных резервуарах. Датчики изготавливаются из коррозионностойкой

стали 12Х18Н10Т и выпускаются в различных модификациях, отличающихся диапазоном измерения уровня (от 250 до 2000 мм).

Условия эксплуатации:

- Температура окружающей среды от минус 40 до плюс 85 °С;
- Температура рабочей среды от минус 60 до плюс 125 °С;
- Давление рабочей среды не больше 4 МПа;
- Плотность рабочей среды не меньше 0,65 г/см³;
- Рабочая среда должна быть неагрессивна по отношению к контактирующим с ней материалам датчика.

Конструкция принцип действия

Датчик состоит из полого загерметизированного с обеих сторон металлического стержня, внутри которого расположен измерительный узел – печатная плата с установленными на ней последовательно соединенными резисторами и коммутирующими их магнитоуправляемыми контактами (герконами). По стержню свободно перемещается в пределах диапазона измерения уровня магнитный поплавок. Стержень с поплавком погружается в резервуар с жидкостью. При изменении уровня жидкости поплавок перемещается по стержню, замыкая те или иные герконы. Измерительный сигнал в виде электрического сопротивления, пропорционального высоте подъема поплавка, поступает на нормирующий преобразователь, расположенный в соединительной коробке в верхней части датчика, и преобразуется в унифицированный сигнал постоянного тока 4 – 20 мА, пропорциональный уровню жидкости (высоте подъема поплавка).

Таблица 2 – Основное технологическое оборудование отделения синтеза

Номер позиции по схеме	Наименование оборудования	Количество	Техническая характеристика
1	2	3	4
1	Пусковой подогреватель с огневым обогревом	1	<p>Вертикальный аппарат с внутренней футеровкой и дымовой трубкой. $D_{\text{вн}} = 3280$ мм $H_{\text{общ}} = 24400$ мм (с дымовой трубкой) Змеевики – трубки 102x16; 2 штуки. F нагрева 137м^2 В корпусе установлены 4 горелки. Трубное пространство: Режимы работы змеевиков I режим II режим III режим $T = 538$ °С 510 °С 427 °С $P = 140$ кгс/см² 218 кгс/см² 320 кгс/см² Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь. Межтрубное пространство: $P_{\text{раб}} =$ разрежение 50 мм вод. ст. $T_{\text{раб}} = 30 - 850$ °С Рабочая среда – дымовые газы.</p>
2	Колонна синтеза аммиака	1	<p>Вертикальный аппарат высокого давления с обжатой горловиной. В корпусе высокого давления располагается насадка, состоящая из катализаторной коробки, теплообменника, расположенного на обжатой горловине (агрегат 5) и встроенного межполочного теплообменника (агрегат 6,7). $D_{\text{вн}} \text{ корпуса} = 2400$ мм $H_{\text{общ. корпуса}} = 31430$ мм $P_{\text{раб. корпуса}} = 320$ кгс/см² $T_{\text{раб. корпуса}} = 200$ °С $T_{\text{раб. насадки}} = 500 - 530$ °С Катализаторная коробка состоит из 4-х полок (агр. 5) и 3-х полок (агрегат 6,7) загруженных железным промотированным катализатором. Встроенный межполочный теплообменник $D = 1000$ мм $P_{\text{раб.}} = 300$ кгс/см² $H_{\text{раб.}} = 6000$ мм $T_{\text{раб.}} = 500 - 530$ °С Рабочая среда – азотоводородная смесь. Теплообменник встроенный $D_{\text{вн корп.}} = 1000$ мм $H_{\text{общ. корп.}} = 6585$ мм</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
3	Подогреватель питательной воды	1	<p>Вертикальный аппарат высокого давления. $D_{\text{вн.}} = 1600$ мм $H_{\text{общ.}} = 16854$ мм T трубки $22 \times 3,5 \times 10190$ мм; $n = 1722$ шт. $F = 925$ м² Трубное пространство: $P_{\text{раб.}} = 320$ кгс/см² изб. $T_{\text{раб.вх.}} = 300 - 335$ °С $T_{\text{раб.вых.}} =$ не выше 240 °С Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь Межтрубное пространство: $P_{\text{раб.}} =$ не больше 140 кгс/см² изб. $T_{\text{раб.вх.}} = 102 - 104$ °С $T_{\text{раб.вых.}} = 280 - 300$ °С Рабочая среда – питательная вода</p>
4	Выносной теплообменник	1	<p>Трубки $12 \times 1,5 \times 7664$; $n = 1920$ шт. $P = 475$ м² Трубное пространство: $P_{\text{раб.}} = 300$ кгс/см² изб. $T_{\text{раб.}} = 500 - 530$ °С Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь Вертикальный кожухотрубчатый аппарат высокого давления. $D_{\text{вн.}} = 1600$ мм $H_{\text{общ.}} = 19365$ мм Трубки $12 \times 1,5 \times 14000$; $n = 7112$ шт. $F = 3200$ м² Трубное пространство: $P_{\text{раб.}} =$ не выше 320 кгс/см² изб. $T_{\text{раб.}} = 220 - 80$ °С $T_{\text{раб.вх.}} =$ не больше 240 °С $T_{\text{раб.вых.}} = 65 - 75$ °С Рабочая среда - азотоводородоаммиачная смесь Межтрубное пространство: $P_{\text{раб.}} = 320$ кгс/см² изб. $T_{\text{раб.вх.}} =$ не выше 500 °С $T_{\text{раб.вых.}} =$ не выше 195 °С Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь.</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
7	Аппарат воздушного охлаждения	1	<p>ТИП АВГУ – 320 горизонтальный. Состоит из 15 секций. Трубки 25x4,5x12000 мм. Количество труб в секции – 126 Общая поверхность по оребренным трубам: 29300 м² Трубное пространство: $P_{\text{раб.}} = P_{\text{расч}} = 320 \text{ кгс/см}^2$ изб. $T_{\text{раб.вх.}} = 65 - 75 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{раб.вых.}} = 21 - 43 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь. Производительность вентилятора 250000 м³/час Количество вентиляторов – 15 шт. Привод от электродвигателя мощностью 40 кВт во взрывозащищённом исполнении с маркировкой ВЗГ.</p>
8	Колонна конденсационная	1	<p>Вертикальный аппарат высокого давления $D_{\text{вн.}} = 2000 \text{ мм}$ $H_{\text{общ.}} = 21560 \text{ мм}$ Насадка состоит из теплообменника, сепарирующего устройства и корзины с кольцами Рашига 25x25x2 мм $P_{\text{раб.}} = P_{\text{расч.}} = 320 \text{ кгс/см}^2$ изб. $T_{\text{раб.}} = \text{минус } 5 - 40 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{раб.вх.смеси}} \text{ не выше } 3 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{раб.вх.ц.г.}} = 21 - 50 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь, жидкий аммиак. Теплообменник кожухотрубчатого типа $D_{\text{вн.}} = 1950 \text{ мм}$ $H_{\text{общ.}} = 7414 \text{ мм}$ Трубки 14x2x7414; n = 7808 шт. $F = 2120 \text{ м}^2$ Трубное пространство: $P_{\text{раб.}} = 320 \text{ кгс/см}^2$ изб. $T_{\text{раб.вых.}} \text{ не выше } 50 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь. Межтрубное пространство: $P_{\text{раб.}} \text{ не выше } 310 \text{ кгс/см}^2$ $T_{\text{раб.вх.}} \text{ не выше } 55 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{раб.вых.}} = 18 - 25 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь.</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
9	Конденсационная колонна продувочных газов.	1	<p>Вертикальный аппарат высокого давления. $D_{\text{вн.}} = 400 \text{ мм}$ $H_{\text{общ.}} = 8430 \text{ мм}$ Насадка состоит из теплообменника, сепарирующего устройства и корзины с полуфарфоровыми кольцами Рашига 25x25x3. Рабочая среда – жидкий аммиак, азотоводородоаммиачная смесь. $P_{\text{раб.}} = P_{\text{расч}} = 320 \text{ кгс/см}^2 \text{ изб.}$ Перепад давления по внутреннему устройству 8 кгс/см² $T_{\text{раб.}} = \text{минус } 30 - 40 \text{ }^\circ\text{C}$ Теплообменник кожухотрубчатого типа. $D_{\text{вн.}} = 388 \text{ мм}$ $H = 2594 \text{ мм}$ Трубки 9x1,5x2594; n = 678 шт. $F = 40,3 \text{ м}^2$ Трубное пространство: $P_{\text{раб.}} = 312 \text{ кгс/см}^2 \text{ изб.}$</p>
10	Испаритель жидкого аммиака на продувочных газах	1	<p>Горизонтальный сварной аппарат. $D_{\text{вн.}} = 1000 \text{ мм}$ $L_{\text{общ.}} = 6770 \text{ мм}$ U – образные трубки 22x3,5x12300, n = 30 шт. $F = 18 \text{ м}^2$ Трубное пространство: $P_{\text{раб.}} = 265 - 295 \text{ кгс/см}^2 \text{ изб.}$ $T_{\text{раб.}} = 40 - \text{минус } 25 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь. Межтрубное пространство: $P_{\text{раб.}} = 0,5 \text{ кгс/см}^2 \text{ изб.}$ $T_{\text{раб.}} = \text{минус } 28 - \text{минус } 34 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – жидкий и газообразный аммиак.</p>
11	Сборник жидкого аммиака	1	<p>Вертикальный сварной аппарат $D_{\text{вн.}} = 2000 \text{ мм}$ $H_{\text{общ.}} = 5950 \text{ мм}$ $P_{\text{раб.}} = 18 - 20 \text{ кгс/см}^2 \text{ изб.}$ $T_{\text{раб.}} = \text{минус } 5 - \text{плюс } 35 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – жидкий аммиак, азотоводородоаммиачная смесь.</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
12	Испаритель жидкого аммиака на танковых газах	1	Горизонтальный сварной аппарат. $D_{\text{вн.}} = 600 \text{ мм}$ $L_{\text{общ.}} = 5222 \text{ мм}$ Трубки 25x2x4000 $n = 174 \text{ шт.}$, 6 ходов по трубкам, $F = 55 \text{ м}^2$ Трубное пространство: $P_{\text{раб.}} = 18 - 20 \text{ кгс/см}^2$ $T_{\text{раб.вх.}} = 10 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{раб.вых.}} = \text{минус } 25 - \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{раб.}} = \text{минус } 30 - \text{плюс } 40 \text{ }^\circ\text{C}$ Минимальная температура при расчетном давлении – минус $40 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь. Межтрубное пространство: $P_{\text{раб.}} \text{ не выше } 0,05 \text{ кгс/см}^2 \text{ изб.}$ $T_{\text{раб.}} = \text{минус } 28 - \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – жидкий и газообразный аммиак.
13	Сепаратор танковых газов	1	Вертикальный сварной аппарат. $D_{\text{вн.}} = 600 \text{ мм}$ $H_{\text{общ.}} = 1560 \text{ мм}$ $P_{\text{раб.}} = 18 - 20 \text{ кгс/см}^2 \text{ изб.}$ $T_{\text{раб.}} = \text{минус } 28 - \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь.
14	Промежуточная дренажная емкость	1	Вертикальный сварной аппарат. $D_{\text{вн.}} = 1200 \text{ мм}$ $H_{\text{общ.}} = 5330 \text{ мм}$ $P_{\text{раб.}} = 16 \text{ кгс/см}^2 \text{ изб.}$ $T_{\text{раб.}} = \text{минус } 10 - \text{плюс } 35 \text{ }^\circ\text{C}$ Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь, аммиак, аммиачная вода.

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
15	Испаритель жидкого аммиака	1	<p>Горизонтальный аппарат с камерой высокого давления. $D_{\text{вн.}} = 3200$ мм $L_{\text{общ.}} = 14230$ мм U – образные трубки 22x3,5x19000; $n = 900$ шт. $F = 940$ м² Трубное пространство: $P_{\text{раб.}} = P_{\text{расч}} = 320$ кгс/см² изб. $T_{\text{раб.вх.}} = 18 - 25$ °С $T_{\text{раб.вых.}}$ не выше 3 °С Рабочая среда – азотоводородоаммиачная смесь. Межтрубное пространство: $P_{\text{раб.}} = 20$ кгс/см² изб. $T_{\text{раб.}}$ не выше минус 10 °С Рабочая среда – газообразный и жидкий аммиак.</p>
18	Фильтр жидкого аммиака	2	<p>Вертикальный аппарат высокого давления. $D_{\text{вн.}} = 250$ мм $H_{\text{общ.}} = 2010$ мм Внутри корпуса находится насадка из магнитных элементов. $P_{\text{раб.}} = P_{\text{расч}} = 320$ кгс/см² изб. $T_{\text{раб.}} =$ минус 20 – 35 °С Рабочая среда – жидкий аммиак.</p>

Заключение

Целью данной выпускной квалификационной работы являлось создание автоматизированной системы контроля технологического процесса охлаждения аммиака на предприятии ПАО «ТольяттиАзот».

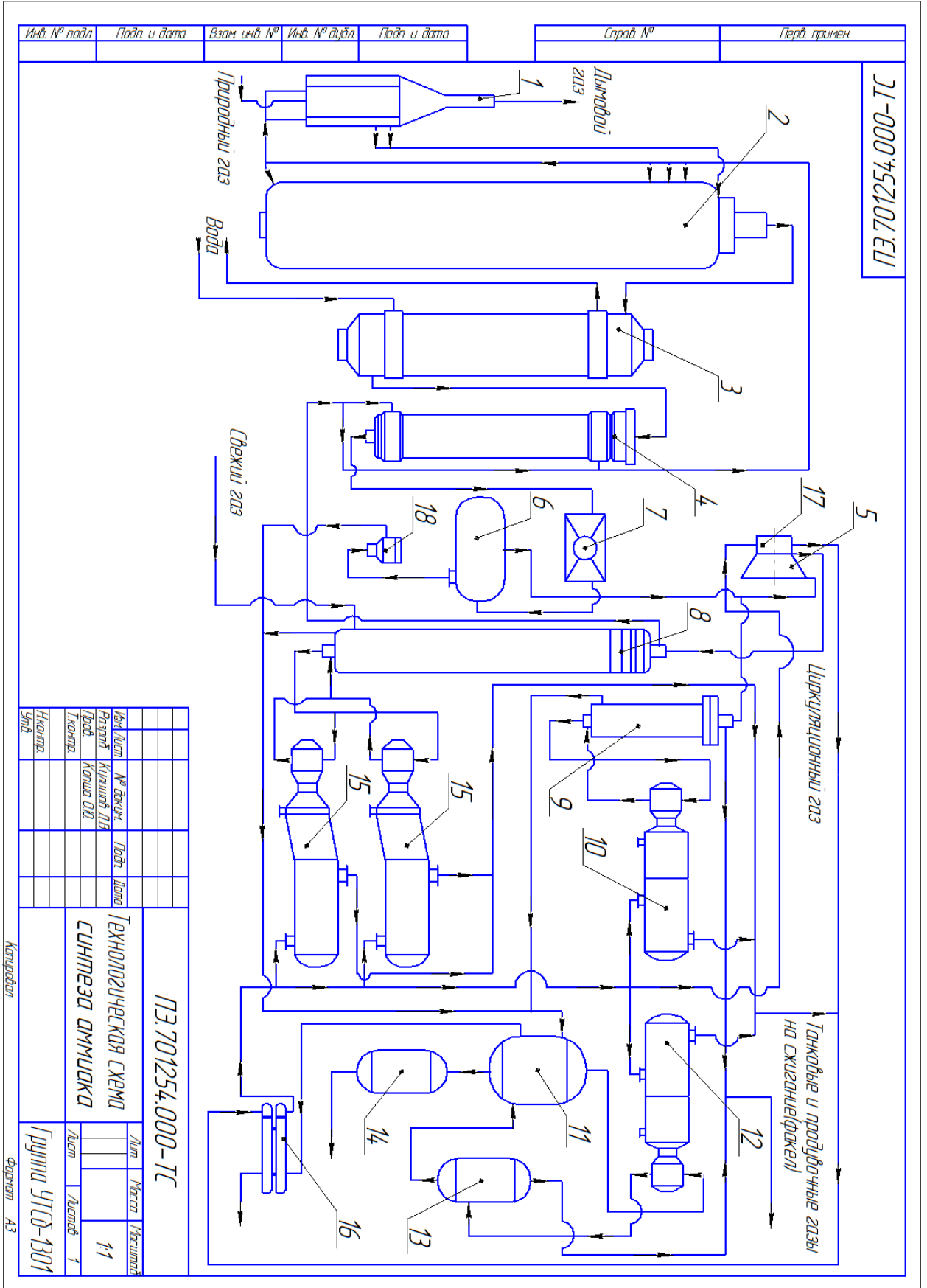
При выполнении бакалаврской работы было выполнено ряд задач, такие как обеспечение контроля за процессом охлаждения аммиака при помощи подбора современного оборудования, визуальный интерфейс с расположением датчиков, отображение контрольно – измерительных приборов в реальном времени, моментальное реагирование при отклонениях показателей от нормы.

Список используемых источников.

1. Аммиак. Вопросы технологии / Демиденко И.М., Янковский Н.А., Степанов В.А. и др.; Ред. Н.А. Янковского. – Донецк: ГИК «Новая печать», ООО «Лебедь». – 2001. – 497 с.
2. Кузнецов Л.Д., Дмитриенко Л.М., Рабина П.Д. Синтез аммиака. М.: Химия. 1982.
3. Производство аммиака / Семенов В.П., Киселев Г.Ф., Орлов А.А. и др.; Ред. В.П. Семенова. – М.: Химия, 1985. – 368 с.
4. Ужанский В. С. Автоматизация холодильных машин и установок. М., Пищевая промышленность, 1973, – 296 с.
5. Производство аммиака / Под ред. В.П. Семенова. – М., Химия, 1985. – 385с.
6. Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации. – М.: Химия, 1982. – 296 с.
7. Брюханов, В.Н. Автоматизация производства. / В.Н. Брюханов. - М.: Высшая школа, 2005. – 367 с.
8. Полевой, А.А. Автоматизация холодильных установок и систем кондиционирования воздуха / А.А. Полевой. - СПб.: Профессия, 2013. – 244 с.
9. Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2014. – 352 с.
10. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. – М.: Форум, 2012. – 224 с.
11. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ) / И.Ф. Бородин. – М.: КолосС, 2006. – 352 с.

12. Клюев, А.С. Автоматизация настройки систем управления / А.С. Клюев, В.Я. Ротач, В.Ф. Кузицин. – М.: Альянс, 2015. – 272 с.
13. Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов. Издание 3-е / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2014. – 352 с.
14. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Г. Хомченко. – М.: Абрис, 2012. – 565 с.
15. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов: Учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, С.В. Бочкарев, А.Н. Лыков. – Ст. Оскол: ТНТ, 2013. – 524 с.
16. Кангин, В.В. Промышленные контроллеры в системах автоматизации технологических процессов: Учебное пособие / В.В. Кангин. – Ст. Оскол: ТНТ, 2013. – 408 с.
17. Дастин, Э. Тестирование программного обеспечения. Внедрение, управление и автоматизация / Э. Дастин, Д. Рэшка, Д. Пол; Пер. с англ. М. Павлов. – М.: Лори, 2013. – 567 с.
18. ГОСТ 34.003 – 90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения»
19. ГОСТ 24.104 – 85 «Автоматизированные системы управления. Общие требования».
20. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства. Лабораторные работы: Учебное пособие для начального профессионального образования / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин. – М.: ИЦ Академия, 2012. – 192 с.
21. ГОСТ 34.602 – 89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание АС».

Приложение А



Приложение Б

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Подп. и дата		
				Изм.	Лист	
Перв. примен.	1	Подогреватель газа	1			
	2	Колонна синтеза газа	1			
	3	Подогреватель воды	1			
	4	Выносной теплообменник	1			
	5	Циркуляционное колесо компрессора	1			
	6	Сепаратор Жидкого аммиака	1			
Станд. №	7	Блок аппаратов воздушного охлаждения	1			
	8	Конденсационная колонна	1			
	9	Конденсационная колонна продувочных газов	1			
	10	Испаритель жидкого аммиака на линии продувочных газов Б	1			
	11	Сборник жидкого аммиака	1			
	12	Испаритель жидкого аммиака на линии танковых газов Б	1			
	13	Сепаратор танковых газов	1			
	14	Промежуточная дренажная ёмкость	1			
	15	Испаритель жидкого аммиака А Г	2			
	16	Переохладитель	1			
	Подп. и дата	17	Межступенчатый аммиачный холодильник	1		
		18	Магнитный фильтр	1		
Инв. № подл.	ПЗ. 701254.000-ТС					
	Разраб.	Кулишов Д.В.				
Инв. № подл.	Проб.	Копша О.Ю.				
	Н.контр.					
Утв.						
		Синтез аммиака			Лит.	
		обозначение позиций			Лист	
		Группа УТСД-1301			Листов	
		1				

Приложение В

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам инв. №		Согласовано														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип марка	объемные документа опросного листа	Код оборудова- ния, заводия, номероло	Завод-изготовитель	Единица измерения	Колл- чество	Масса единица кг	Примечания											
1	2	3	4	5	6	7	8	9												
	Контроллер программируемый логический	ПЛК73-4			ОВЕН 2, Москва	шт	2													
	Термопреобразователь сопротивления	ДТС 035-Р1100В360ЕХ			ОВЕН2, Москва	шт	5													
	Датчик давления поплавокный (4-20mA)	ДПУ-И400			ОВЕН 2, Москва	шт	4													
	Пилотный регулятор высокого давления Ду 50	ЭГОА			Fisher (Emerson)	шт	4													
	Вентиль запорный Ду 10	1с-14-1			АРТЖ 2, Челябинск	шт	8													
	Нераждающая регулирующий клапан односедельный	25ч94, Гнж			Абзагард абзагард	шт	5													
	Электродрифт	ST 0.1			Regard, Словения	шт	5													
	Манометр стальной 25МПа	МПА4-ЧФ			ЗАО "ПО Физтех"	шт	4													
	Термометр коррозионностойкий -30..50	ТБФ-221 ЧШ			ЗАО "ПО Физтех"	шт	2													
	Термометр диметаллический -40..0	БТ-52220			ЗАО "Роста"	шт	3													
	Преобразователь давления ультразвуковой	ПД100-ДГ-2-1-Ехd			ОВЕН 2, Москва	шт	4													

Иван	Колес	Лист	Маяк	Табл	Листа	1	Перечень приборов для автоматизации	Специал	Лист	Листов	1

Копирован
Формат А3