**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
Факультет ***электротехнический***
Кафедра ***автоматики***
Направление подготовки ***27.03.04 «Управление в технических системах»***

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____
Голощапов С.С.
_____20___г.

# СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩЕЙ СТАНЦИИ «ТРАВНИКИ»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 27.03.04.2018.899.00 ПЗ ВКР

**Автор ВКР**
студент группы МиЭт-523

_____/ *Д.С. Горелов*
подпись ФИО
_____20____г.

**Руководитель работы**
*Инженер КИПА*
должность
_____/ *П.В. Ануфриев*
подпись ФИО
_____20____г.

**Нормоконтроль**
*Старший преподаватель*
_____/ *Елисеев В.П.*
подпись ФИО
_____20____г.

Миасс 2018 г.

# АННОТАЦИЯ

Горелов Д.С., «Система управления магистрального насосного агрегата нефтеперекачивающей станции «Травники»». – Миасс: ЮУрГУ, ЭТФ, 2018, библиографический список – 10 наим.

Целью выпускной квалификационной работы является рассмотрение основных режимов работы и аварийных защит магистрального насосного агрегата.

В течении исследования выполнена оценка существующего уровня режимов работы МНА и контроль за технологическим процессом.

Цель работы – модернизация существующей релейной автоматики которая управляет магистральными насосными агрегатами на НПС «Травники».

В итоге исследования произведен выбор микропроцессорной системы управления в замен релейной системы управления магистральным насосным агрегатом.

Как показывает практика после внедрения микропроцессорной системы управления количество аварийных остановок МНС и время простоя НПС из-за неисправности системы, сокращается.

Продуктивность проекта основывается на увеличения качества технического обслуживания насосных агрегатов за счет уменьшение времени поиска неисправности по сравнению с релейной системой.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ
ВВЕДЕНИЕ .....8
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МНА ..... 10
1.1 Технологическая характеристика НПС «Травники».....10
1.2 Технологическое описание НПС «Травники» .....11
1.2.1 Узел пропуска СОД.....13
1.2.2 Фильтры механических примесей.....13
1.2.3 Система сглаживания волн давления.....14
1.2.4 Магистральный насосный агрегат.....15
1.2.5 Камера для регулирования давления. .....19
1.2.6 Система приточно-вытяжной вентиляции насосной станции.....22
1.2.7 Маслоснабжение .....24
1.2.8 Система утечек нефти.....26
1.3 Режимы работы НПС и оборудования.....27
1.4 Требования для системы управления.....29
2 ПАТЕНТНАЯ ПРОРАБОТКА..... 31
3 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА ..... 32
3.1 Назначение системы управления .....32
3.2 Условия к системе управления нефтеперекачивающей станции.....35
3.3 Автоматизированная релейная система управления магистральным насосным агрегатом .....35
3.3.1 Шкаф БКСА 01 .....38
3.4 Система управления агрегатов (МНА) .....41
3.4.1 Схема автоматизации для магистрального насосного агрегата (МНА). .41
3.5 Аппаратура для контроля и измерения технологических параметров .....44
3.5.1 Сигнализатор уровня утечек «OMUV».....47
3.5.2 Термометры сопротивления для измерения температуры подшипников и корпуса насосного агрегата.....48
3.5.3 Система виброконтроля СВКА.....51

4 ЗАМЕНА РЕЛЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА НА ОСНОВЕ ПЛК ..... 56
4.1 Микропроцессорная система управления магистрального насосного агрегата .....56
4.1.1 Организация микропроцессорной системы. .....56
4.1.2 Требование к алгоритмам и параметрам настроек микропроцессорной системы управления МНА .....61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... 64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ..... 67
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА НПС «ТРАВНИКИ».
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ САРД.
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ МАСЛОСНАБЖЕНИЯ.
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ОТКАЧКИ УТЕЧЕК.
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ МНА.
ПРИЛОЖЕНИЕ З. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ МНА.
ПРИЛОЖЕНИЕ И. ТРЕБОВАНИЕ К АЛГОРИТМАМ И ПАРАМЕТРАМ НАСТРОЕК СА.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

НПС – нефтеперекачивающая станция

АРМ – автоматизированное рабочее место

МНА – магистральный насосный агрегат

МДП – местный диспетчерский пункт

СДКУ – система диспетчерского контроля и управления

РДП – районный диспетчерский пункт

ТОУ - технологический объект управления

МНС – магистральная насосная станция

ФГУ – фильтры-грязеуловители

САР – система автоматического регулирования

ДЭС – дизельная электростанция

ЩСУ – щит станции управления

ССВД – система сглаживания волны давления

КТП – комплектная трансформаторная подстанция

СОД – средство очистки и диагностики

МН – магистральный нефтепровод

АСУ – автоматизированная система управления

ТМ – система телемеханизации

ТДП – территориальный диспетчерский пункт

БКСА - блочно - комплексная система автоматики

ЗРУ – закрытое распределительное устройство

СЗУ - согласующий зарядовый усилитель

ПЛК – программируемый логический контроллер

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом

ПЛИС - программируемая логическая интегральная схема

ПДК - предельно допустимая концентрация

АУПТ - автоматическая установка пожаротушения

# ВВЕДЕНИЕ

Нефтеперекачивающая станция «Травники» является частью магистрального нефтепровода и представляет собой комплекс технологических объектов, осуществляющих подготовку хранение и перекачку нефти.

Основным оборудованием на НПС является магистральный насосный агрегат. Успешный процесс перекачки нефти зависит от строгого контроля и поддержания на заданном уровне параметров работы агрегата таких как: давление нефти на входе МНА, температура подшипников, вибрация, давления масла и т.д. Современное производство возможно только при оснащении технологических установок соответствующими автоматическими измерительными приборами, информационно-измерительными системами и системами автоматического управления. В настоящее время на НПС «Травники» используется релейная система автоматики которая устарела как морально так и физически. К тому же уровень автоматизации в полной мере соответствует требованиям нормативных документов, что на данный момент является актуальной проблемой. Применение микропроцессорных контролеров повышает качество автоматизации за счет гибкого программирования, возможности изменения параметров настройки регуляторов в зависимости от требований технологического процесса.

Назначением системы является автоматизация технологических процессов НПС. Она должна обеспечивать автономное поддержание режима работы насосных агрегатов и его изменение по командам с АРМ технолога из операторной и из вышестоящего уровня управления по каналам телемеханики.

Цель ВКР это модернизация системы управления магистральных насосных агрегатов на НПС «Травники».

Задачами ВКР являются:

- изучение технологии перекачки нефти на НПС «Травники»;

– описание существующей системы автоматики и определение еѐ недостатков;

– модернизация релейной системы автоматики МНА путѐм замены системой на основе ПЛК в соответствии с «Техническими требованиями на разработку системы автоматизации НПС».

Система автоматики должна обеспечивать выполнение заданных функций как автономно под наблюдением оператора из МДП, так и в составе СДКУ под наблюдением диспетчера РДП.

При работе над проектом были использованы материалы ОА «Транснефть-Урал» (руководящий документ – «Автоматизация и телемеханизация магистральных нефтепроводов основные положения», технологическая схема НПС «Травники»).

# 1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МНА

## 1.1 Технологическая характеристика НПС «Травники»

Нефтеперекачивающая станция (НПС) «Травники» входит в состав Челябинского районного нефтепроводного управления ОА «Транснефть-Урал» нефтепроводов АК «Транснефть» имени Д.А. Черняева.

НПС «Травники» состоит из двух НПС, которые обеспечивают транспорт нефти в двух направлениях:

– Нижневартовск-Курган-Куйбышев (НКК);

– Усть-Балык-Курган-Уфа-Альметьевск (УБКУА).

Назначением системы является автоматизация технологических процессов НПС «Травники». Она должна обеспечивать автономное поддержание режима работы и его изменение по командам оператора из МДП и из вышестоящего уровня управления по каналам телемеханики.

Как правило, магистральные нефтепроводы разбивают на так называемые эксплуатационные участки с протяженностью 400 – 600 км, состоящие от 3-х до 5-ти участков, разделенных НПС, работающих в режиме «из насоса в насос», и, следовательно, гидравлически связанных друг с другом. В то же время эксплуатационные участки соединяются друг с другом через резервуарные парки, так что, в течение некоторого времени, каждый эксплуатационный участок может вести перекачку независимо от соседних участков, используя для этого запас нефти своих резервуаров.

Технологический процесс перекачки нефти по трубопроводам в зависимости от принятых проектных решений и технико-экономических показателей оборудования может осуществляться по трѐм основным схемам:

– перекачка «из насоса в насос»;

– перекачка «с подключенными резервуарами»;

– перекачка из резервуара.

НПС «Травники» является промежуточной нефтеперекачивающей станцией без резервуарного парка и обеспечивает повышение напора транспортируемой нефти с целью поддержания ее дальнейшей перекачки.

## 1.2 Технологическое описание НПС «Травники»

В состав технологического объекта управления входят:

– МНС с четырьмя насосными агрегатами и регуляторами давления;

– вспомогательные системы обеспечивающие бесперебойную работу МНА.

– вспомогательные системы, обеспечивающие оптимальную работу промышленных помещений НПС (приточно-вытяжная система вентиляции, откачки утечек, станция пожаротушения).

На станции «Травники» поток нефти идѐт по объектам в такой последовательности (рисунок 1.1): Проходит через фильтра грязеуловители(1) ,потом в систему сглаживания волны давления(2) дальше сама насосная(4) после на регуляторы давления(5).

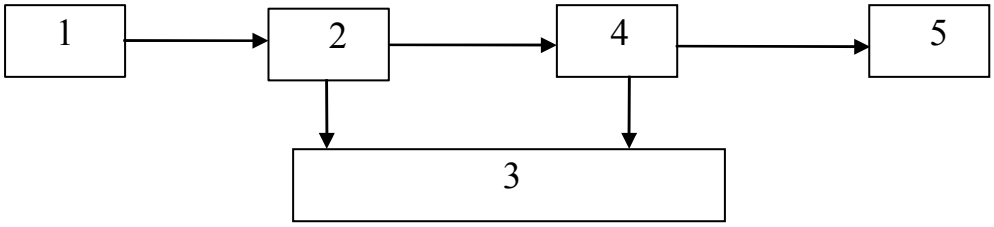



Рисунок 1.1 – Блок-схема сооружений НПС.

1 - ФГУ; 2 - гашение ударной волны; 3 - ѐмкость сбора утечек нефти; 4 – насосная станция; 5 - регуляторы давления с заслонками.

Технологическая схема НПС «Травники» приведена в приложении А.

На ней мы видим технологические объекты управления которые делятся на отдельные системы которые включают в себя объекты управления и могут содержать составные блоки, называемые подобъектами.

В таблице 1.2 приведено разделение технологических объектов на системы, объекты и подобъекты.

Таблица 1.2 – Технологическая классификация объектов управления

| Наименования системы | Технологические объекты |
|---|---|
| Фильтры грязеуловители | Задвижки ФГУ (6 шт.) |
| Регуляторы давления | – Задвижки САР (6 шт.);<br>– регулирующие заслонки (2 шт.) |
| Подключение станции к магистрали | – Задвижки узла подключения (10шт.);<br>– сигнализатор прохождения очистного устройства (1шт) |
| Система откачки утечек | – Погружной насос ЦНС (2 шт.);<br>– ѐмкость сборника утечек нефти МНС (2 шт.) |
| Система сглаживания волн давления | Задвижки ССВД (6 шт.) |
| Насосная станция | – МНА (4шт.) в составе:<br>1) насос;<br>2) электродвигатель;<br>3) входная задвижка;<br>4) выходная задвижка;<br>– входная линия МНС;<br>– выход МНС (до узла регулирования САР);<br>– выходная линия МНС (после САР); |
| Маслохозяйство | – Маслонасос (2 шт.);<br>– маслобак (2 шт.);<br>– маслофильтр;<br>– масленая линия к МНА;<br>– аккумулирующий маслобак (1шт) |

Узел пропуска СОД (средств очистки и диагностики).

В нефти всегда содержится малое количество механических примесей, растворѐнный парафин и другие вещества. Эти вещества при прокачке по трубопроводу осаждаются на внутреннюю поверхность трубы, образуя отложения.

Для чистки трубопровода используют специальные механические очистные устройства, если снизилась пропускная способность трубопровода более трѐх процентов от расчѐтной (проектной) величины.

Сама насосная подключаются к магистральному нефтепроводу в узле который называется камера пропуска средств очистки и диагностики (КПСОД) где находятся задвижки, подключающие насосную к магистральному трубопроводу.

Через узел КПСОД можно вести перекачку нефти, как через станцию, так и транзитам.

На НПС «Травники» когда едет пропуск очистного устройства, станцию останавливают согласно режиму работы трубопровода, предусматривающему пропуск очистного устройства, чтобы избежать попадания удаляемых отложений в трубопроводы технологии и насосы. Остановка станции происходит не менее чем за два часа до времени когда подходит очистное устройство.

Фильтры механических примесей.

По технологии перекачки, нефть из трубопровода попадает в узел фильтров, которые защищают насосы от содержащихся в нефти механических примесей и парафина. На фильтрах необходимо отслеживать перепад давления который установлен заводом изготовителем. Высокий перепад говорит о загрязнении фильтра, который необходимо почистить переключив на резервный фильтр.

### 1.2.3 Система сглаживания волн давления.

При резкой остановке одной из промежуточных станций возникает отрицательная волна высокого давления, которая с большой скоростью движется к предыдущей перекачивающей станции и суммируется с еѐ давлением. При этом давление в сумме в трубопроводе недалеко от предыдущей НПС может критически превысить допустимое значение. Разгерметизация трубопровода вследствие критически высокого давления в ряде случаев происходит на расстоянии 20-40 км вблизи предыдущей НПС, то есть прежде, чем волна высокого давления достигнет предыдущей станции и успеет на ней сработает система защиты по аварийному давлению, отключающая агрегаты.

Гашение волны высокого давления точно в месте ее возникновения позволяет исключить разрыв трубопровода.

Для этого необходимо снизить скорость нарастания давления у остановленной НПС до некритических пределов, что будет достигнуто при выполнении следующего условия: уменьшение расхода через остановленную НПС должно происходить медленно, за время, одинаково со временем роста ударной волны на участке между остановленной и предыдущей НПС.

На нефтеперекачивающих станциях получил распространение способ автоматического сброса избыточного давления нефти в резервуар. При этом используются клапана превышения давления – системы сглаживания волны давления. Задача такого клапана – осуществлять сброс избытка давления при отключениях данной станции и не реагировать на изменения давления, происходящие из-за отключений на соседних станциях. Исполнительный механизм, в качестве которого используется клапаны, подключается входным патрубком к трубопроводу на входе НПС. Выходной патрубок соединяется с трубопроводом, по которому нефть сбрасывается в емкость сброса при появлении волны давления.

Система должна реагировать при повышении давления в трубопроводе на величину не более 3 кгс/см2, происходящим со скоростью выше 3кгс/сек. Дальнейшее повышение давления в зависимости от настройки системы и должно происходить с небольшой скоростью от 10 до 30 кПа/с [4].

1.2.4 Насосный агрегат.

Каждый агрегат состоит из следующих объектов: насос, электродвигатель, приемная и выкидная задвижка.

Магистральные агрегаты соединяются трубопроводами-отводами изогнутой формы, которые соединяют их входные и выходные патрубки через общий коллектор наружной установки. В общем укрытии прокладывают трубопроводные коммуникации вспомогательных систем.

Обратный клапан, стоящий между входом и выходом каждого насоса, пропускает нефть только в одном направлении. При работающем насосе давление, действующее на клапан справа (давление на выходе), больше, чем давление, действующее на клапан слева (давление на входе), вследствие чего клапан закрыт, и нефть проходит через насос. При остановленном насосе давление слева от клапана больше, чем давление справа от него, вследствие чего клапан открыт, и нефть поступает через него к следующему насосу, минуя неработающий. Технологическая схема МНА представлена на рисунке 1.3.

В состав агрегата входит насос марки НМ 10000-210 и электродвигатель марки СТД-8000.

Насос – это механическое устройство для принудительного перекачивания жидкости от сечения с небольшим значением напора (вход насоса) к сечению с большим значением напора (выход насоса).

Центробежные насосы – основной вид оборудования для перекачки нефти по магистральному трубопроводу.

Они отвечают техническим характеристикам, предъявляемым к агрегатам для перекачки больших объемов нефти на большие расстояния.

Магистральным насосам необходимо иметь избыточное давление на входе. Это давление должно предотвратить такое явление – кавитацию, которая возникает внутри насоса в процессе уменьшения давления в движущейся жидкости.

Кавитация состоит в образовании пузырьков, заполненных парами перекачиваемой нефти. Когда эти пузырьки попадают в область высокого давления, они схлопываются, развивая при этом огромные точечные давления. Кавитация приводит к износу рабочей поверхности колеса насоса.

Насосы промежуточных станций МН, работающих по схеме «из насоса в насос», используют для без аварийной работы подпор, который создаѐтся предыдущей станцией, поэтому принципу работает нефтеперекачивающая станция «Травники».

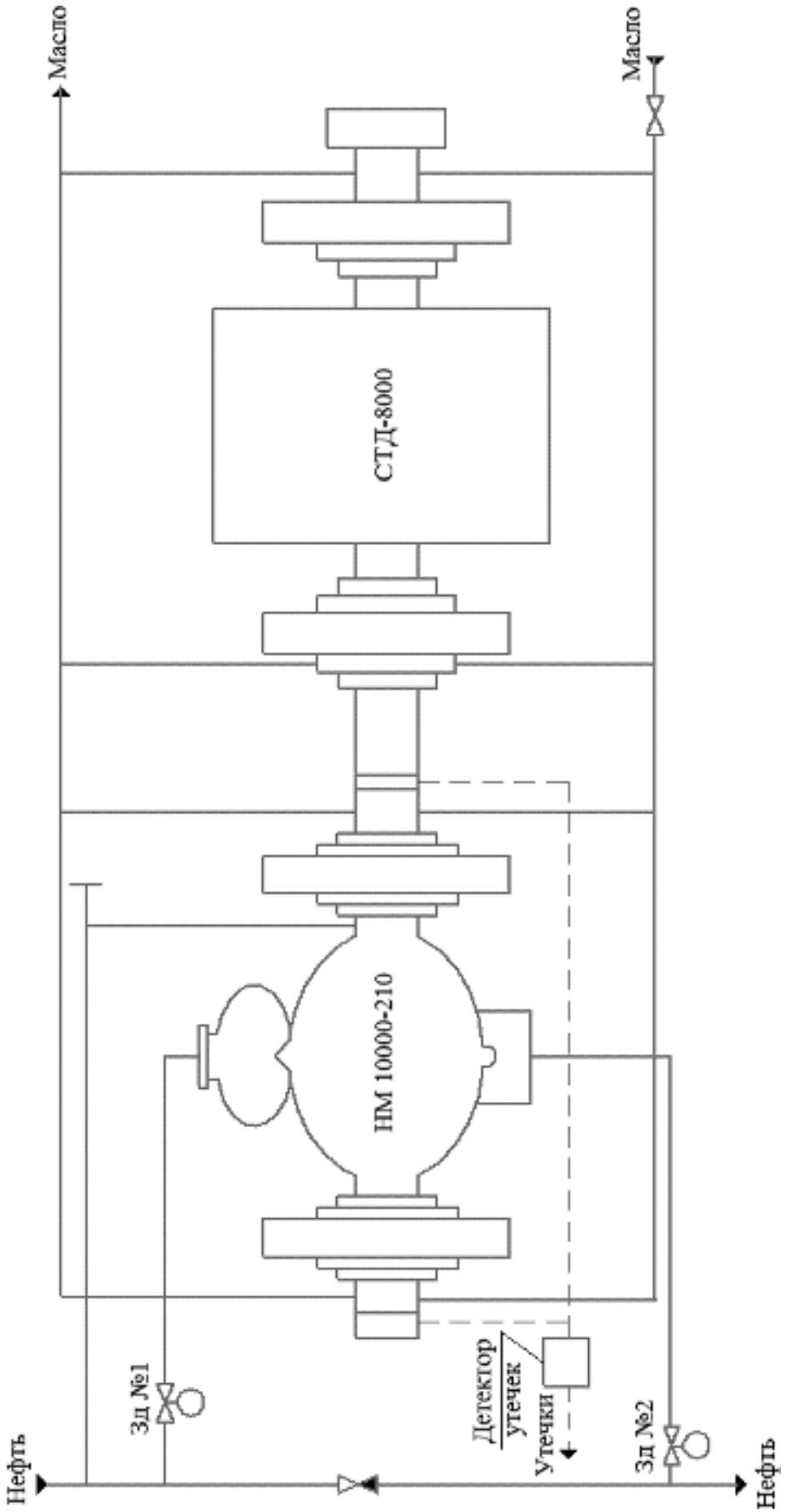



Рисунок 1.3 - Технологическая схема МНА

Параметры насосного агрегата НМ 10000-210 представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Основные технические параметры и характеристики НМ 10000-210

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| Перекачиваемая жидкость | Нефть |
| Температура перекачиваемой жидкости, °С | От - 5 до + 80 |
| Кинематическая вязкость, не более $м^2/с$ | $3x10^{-4}$ |
| Объемный вес, $кг/см^3$ | 900-830 |
| Подача, $м^3/ч$ | 10000 |
| Напор, м/вод.ст | 210 |
| Допустимый кавитационный запас, м/вод.ст | 65 |
| КПД насоса/агрегата, % | 89 |
| Внешние утечки через уплотнения вала, не более $см^3/ч$ (л/ч) | 300 (0,3) |
| Частота вращения вала, об/мин | 3000 |
| Мощность насоса, кВт (на воде) | 5550 |
| Тип присоединения к трубопроводу | приварной |
| Диаметр рабочего колеса, мм | 485 |
| Масса насоса, кг | 9791 |
| Габаритные размеры насоса, мм | 2505x2600x2125 |

Маркировка насоса НМ 10000-210 расшифровывается: насос магистральный с подачей 10000 $м^3/ч$ и напором 210 м. Кавитационный запас (на воде) составляет 87 м, КПД (на воде) – 87%.

Используемый насос типа НМ (насос магистральный) предназначен для перекачки нефти с температурой до 80 $^0$С, кинематической вязкостью не выше 3 $см^2/с$ и содержанием механических примесей не более 0,06%.

Насос НМ – центробежный, одноступенчатый, горизонтальный, спирального

типа.

Для привода насоса НМ используется электродвигатель марки СТД (синхронный трехфазный двигатель) мощностью 8000 кВт.

Технические параметры электродвигателя, используемого для работы насоса, представлена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технические параметры

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| Обозначение электродвигателя | СТД - 80000 |
| Мощность, кВт | 8000 |
| Напряжение, В | 10000 |
| Частота вращения, об/мин | 3000 |
| Масса электродвигателя, кг | 21100 |

1.2.5 Камера для регулирования давления (КРД).

Камера для регулирования давления необходима для поддержание заданного давления при различных гидравлических изменениях, предупреждающая падение этого давления на приѐме станции ниже какого-то минимального значения (в пределах 0,2 МПа), а на линии выхода насоса – не выше допустимого максимального значения (6,4 - 7,0 МПа).

Система регулирования давления (САР) служит для поддержания безопасного давления нефти в трубопроводе при максимальной нагрузке на трубопровод. Система включает в себя как объект регулирования так и электронное устройство автоматического регулирования. Функциональная схема САР представлена на рисунке 1.4

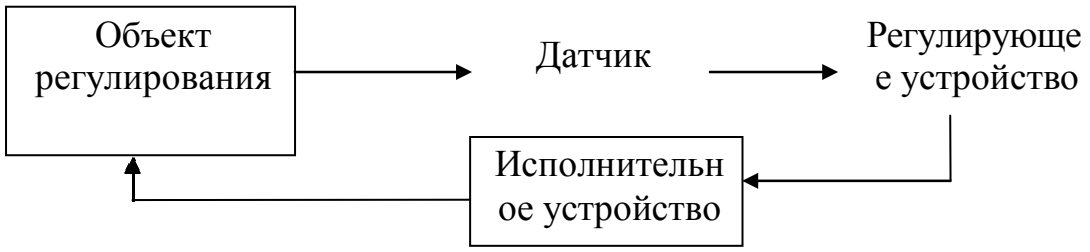


Рисунок 1.4 – Функциональная схема САР.

Регулирование давления на входе насосов на НПС производится методом дросселирования потока и осуществляется регулирующим органом на выходе насосной станции.

Рисунок 1.5 – Система автоматического регулирования давления «Вектор».

Для реализации системы автоматического регулирования давления используется комплекс средств автоматического регулирования «Вектор» (рисунок 1.5) на базе самописца ЭС–8, предназначенный для управления двумя параллельно установленными электрическими заслонками типа «BIFFI»

с регулирующим органом диаметром 700 миллиметров.

Система САР реализует работу в режиме пропорционально-интегрально-дифференциального закона регулирования (ПИД).

Посмотрим действие системы регулирования давления в насосной НПС «Травники» (рисунок 1.6).

Для преобразования давления на входе и выходе магистрально насосной используется стандартный токовый сигнал для дистанционной передачи для этого используется датчик преобразования давления фирмы «Yokogawa».

В самом регуляторе сравниваются давления на входе и выходе давления с установленными значениями, заданными задатчиками давления.

Блок селектирования, выбирает максимальный из двух сигналов, формируемых регуляторами. Потом управляющая команда поступает на силовой блок электроники, который в свою очередь управляет электрическими регулирующими заслонками.

Выдача команды на электрический орган управления заслонкой подаѐтся если сигнал превышает заданное значение на выходе станции, или же понижается ниже установленного значения на входе станции.

Электронный блок, обеспечивает быстродействие работы механизмов, электрической заслонки в пределах от 8 до 60 сек.

Система (САР) позволяет управлять электрической заслонкой, как в автоматическом так и в ручном режиме, а когда агрегат запускается, система программно изменяет размер установленного значения давления на входе и выходе станции. Функциональная схема автоматизации системы автоматического регулирования давления на НПС «Травники» представлена в приложении Б.

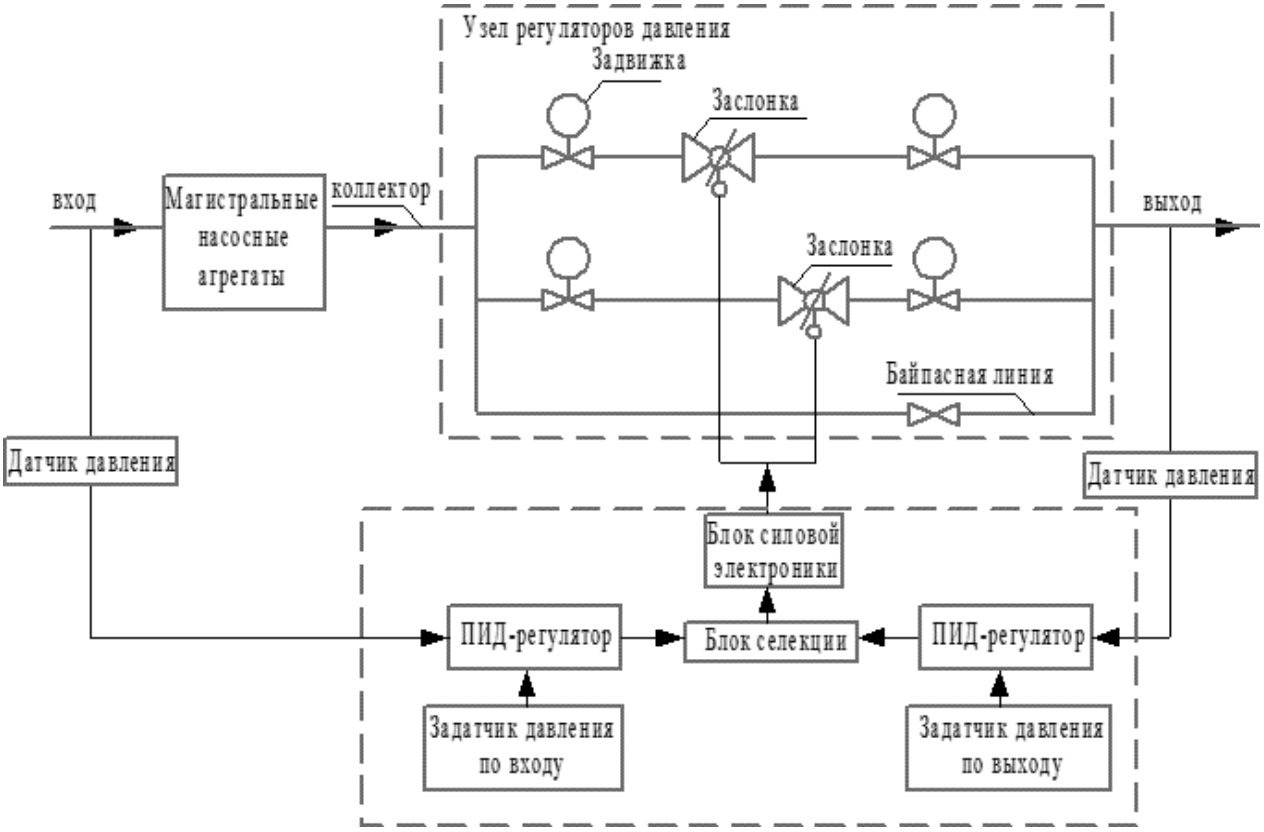



Рисунок 1.6 – Блок - схема регулирования давления на НПС.

1.2.6 Система приточно-вытяжной вентиляции насосной станции.

Система приточно-вытяжной вентиляции обеспечивает подачу воздуха с улицы в нефтеносную.

Система вентиляции предусматривает автоматическое включение резерва в случае когда основной вентилятор аварийно останавливается, а при остановке и резевного вентилятора аварийно отключается вся станция.

Технологическая схема системы вентиляции насосного зала приведена на рисунке 1.7.

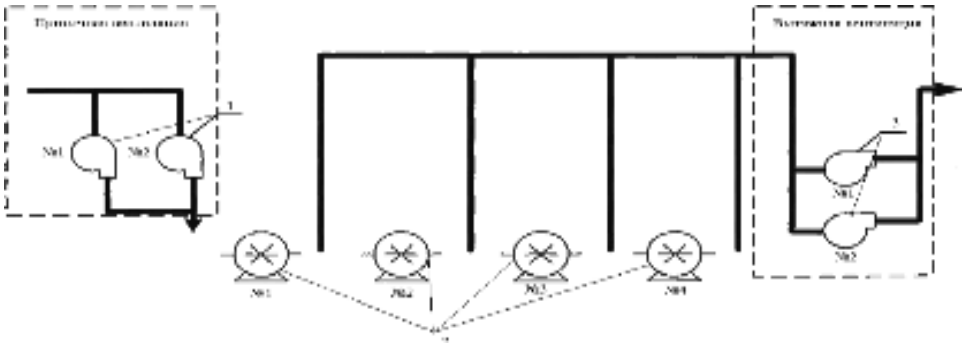


Рисунок 1.7 – Технологическая схема системы вентиляции насосного зала.

1 – приточный вентилятор; 2 – МНА; 3 – вытяжной вентилятор

Система вентиляции состоит из двух приточных вентиляторов с калорифером 1, двух вытяжных вентиляторов 3 с воздуховодоводами.

Система вентиляции автоматически поддерживает заданное значение температуры в пределах нормы по техническим условиям в насосном и электорозале, и ограничивает максимальное содержание в воздухе взрыво-пожаро опасных концентраций паров в насосном зале.

При повышении концентрации взрыво-опасных паров в насосном зале до 10% от нижнего концентрационного предела взрываемости, система приточно-вытяжной вентиляции включается и позваляет снизит концентрацию этого предела на безопасном уровне, и продолжает работать в течении 20-30мин. после его снижения. Если уровень концентрации горючих газов в воздухе не снижается, это говорит о выходе перекачиваемой жидкости из технологического оборудования и система автоматически отключает насосную станцию, и отсекает еѐ от магистрали. Для анализа воздуха, в насосного зале, стоят датчики газоанализаторы у каждого насосного агрегата которые подают сигнал на включение или выключение приточно-вытяжной вентиляции. В случае аварии электроснабжения все потребители выключаются, за исключением приточно-вытяжных вентиляторов и автоматики управляющей ими, которые остаются включѐнными. Датчики газоанализаторы так же имеют индикацию о неисправности самих приборов. [5]. Функциональная схема автоматизации системы приточно-вытяжной вентиляции на НПС «Травники» представлена в приложении В.

1.2.7 Маслоснабжение.

Маслоснабжение предназначено для смазки и охлаждения подшипников электродвигателя и насосных агрегатов. (рисунок 1.8).

Перед запуском магистральных агрегатов осуществляется подача масла на подшипники скольжения и контролируется визуально через смотровые окна, которые находятся в линии слива, для предотвращения «сухого» запуска агрегатов, что может привести к выходу из строя подшипников агрегата.

Система состоит из маслобаков 2, шестеренчатых насосов 3 нагнетающих масло через фильтр 5 и маслоохладитель 4 в маслопроводы, ведущие к подшипникам насоса 6 и электродвигателя 7. Обратно масло возвращается самотеком в маслобаки 2. Аккумулирующий бак 1 предназначен для подачи масла в аварийных ситуациях в случаях остановки маслонасосов.

Давление масла перед подшипниками насоса и электродвигателя контролируется в пределах 0,03 – 0,08 МПа. Регулировка подачи масла к каждому подшипнику происходит методом подбора дроссельных шайб, устанавливаемых на подводящих маслопроводах.

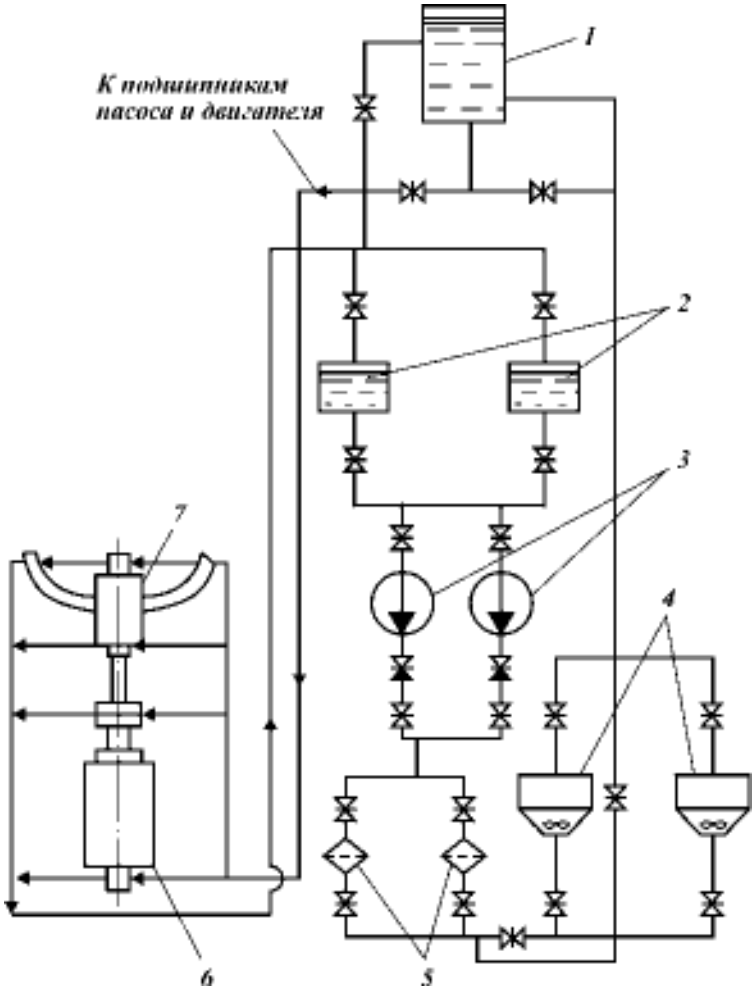



Рисунок 1.8 – Блок схема системы смазки подшипников МНА.

Маслобаки 2 это емкости, в которых находится масло, а так же имеется указатели уровня масла и предохранительные клапана.

Маслофильтры 5 состоят из двух одинаковых фильтрующих элементов с сетками, включенными в маслосистему, которые имеют технологическую возможность как одновременно так и по отдельности пропускать через себя масло, что даѐт возможность без остановки агрегата менять фильтрующий элемент. Контролируется засорѐнность фильтров с помощью манометров установленных на выходе каждого фильтра.

Подача масла к подшипникам контролируется в пределах давления 0,05 МПа. Подаѐтся одновременно на все агрегаты, и это давление рассчитано чтобы масло циркулировало в маслопроводе, и через агрегаты находящийся в режиме «резерв».

Маслоохладители 4 служат для охлаждения масла, которое подаѐтся в маслосистему после подшипников. Для охлаждения масла применяются радиаторы воздушного охлаждения. Функциональная схема автоматизации системы маслоснабжения на НПС «Травники» представлена в приложении Г.

1.2.8 Система утечек нефти.

При работе НПС нефть поступает в резервуары-сборники из различных систем. Сюда так же добавляются утечки из торцов насосных агрегатов, а также сливается излишки нефти при ремонте оборудования, чистке фильтров-грязеуловителей.

Система сбора утечек из торцевых уплотнений насоса представлена на рисунке 1.9. Утечки из торцевых уплотнений насоса 1 поступают самотеком в линию 2 и попадают в резервуар сбора утечек 5. При наполнении резервуара утечек насоса 4 закачивают во входную линию 3 [6].

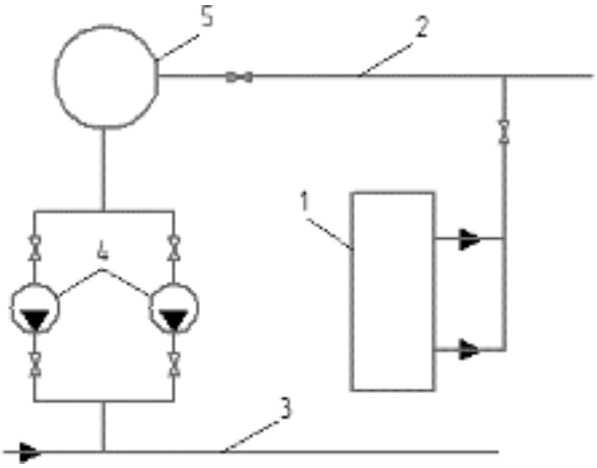



Рисунок 1.9 – Система сбора утечек из торцевых уплотнений насоса.

Система утечек имеет защиту по максимальным утечкам. Для этого установлен сигнализатор утечек у каждого МНА, который при превышении утечек срабатывает и отключает насосный агрегат. Функциональная схема автоматизации системы откачки утечек на НПС «Травники» представлена в приложении Д.

1.3 Работа НПС и оборудования

На НПС реализованно два уровня управления: «Местное» – управление из операторной НПС и «Дистанционное» – управление не всеми системами и агрегатами из диспечерского пункта по каналам телемеханики. Управления выбирается непосредственно оператором НПС.

При «Дистанционном» режиме диспетчеру может управлять всеми системами НПС в количестве, которым позволяет управлять система телемеханики.

Магистральные насосные агрегаты имеют два уровня управления: автоматическое программное из операторной и автоматическое программное из диспечерского пункта по системе телемеханики.

Для вспомогательных систем существуют три уровня управления: автоматическое управление, кнопочное управление и с клавиатуры автоматизированного рабочего места в операторной, а так же ручное управление с кнопок по месту. Выбор режимов выбирается оператором или автоматически. При выборе режимов управления соблюдается требование, выбранный уровень позволяет управление на более низком уровне и не позволяет управлять на более высоком уровне.

Для насосного агрегата существуют режимы управления:

– «основной» –оператор применяет для запуска агрегата из РДП или МДП. А задвижки управляються кнопками по месту или по команде оператора до пуска агрегата. Но после пуска агрегата управление задвижками кнопками по месту заблокировано. Управление насосом по каналам телемеханики запрещено;

– «телемехнический» – так же выбирается оператором для запуска выбранного агрегата диспетчером РДП. В таком режиме управление задвижками не возможно после пуска агрегата;

– «резервный» – так же выбирается оператором все агрегатные задвижки открыты.А управление задвижками кнопками по месту или оператором недоступно;

– «ремонтный» – так же выбирается оператором и включается при срабатывании агрегатных защит.

При установке этого режима включается автоматически остановка агрегата и закрываются задвмжки на входе и выходе насоса. В этом случаи управление задвижками и запуск агрегата невозможны;

Вспомсистемы управляются по следующим режимам:

– «основной» – пуск или остановка агрегата автоматический, по команде оператора и по месту;

– «резервный» –запуск агрегата резервного когда основной остановился. Так же разрешѐн и запуск по месту. Допускается для агрегатов которые имеют автоматический резерв;

– «ручной» – осуществляется кнопками по месту. Не предусмотренна автоматическая остановка агрегата по защитам;

– «ремонтный» - происходит автоматически по результатам работы или пуска агрегата, а также установлевается оператором. Запуск этого агрегата невозможен.

Управление по месту то есть кнопками всегда возможно от любого выбранного режима в случаи срабатывания бщестанционной защиты так же идѐт остановка работающего агрегата без разрешение на повторный пуск [5].

Запуск магистрального агрегата производится в следующем порядке:

– кнопкой ПУСК происходит открытие задвижки на входе агрегата;

– кнопкой ПУСК так же задвижки открываются на выходе агрегата;

– кнопкой ПУСК происходит включение агрегата, когда открывается задвижка на выходе насоса.

Запуск агрегата визуально контролируют по амперметру и наличие давление на выходе. Останавливают агрегат кнопкой «стоп» и закрывают задвижки кнопкой «закрыть».

1.4 Требования для системы управления

Система управления обязанна выполненять следующих функций:

– контроль технологического процесса и защита НПС;

– контроль и управление оборудованием НПС;

– регулирование технологических параметров;

– контроль и анализ заданных режимов работы;

– отображение и регистрация информации;

– составление отчетов и сводок;

– ведение архива;

– работа в составе АСУ верхнего уровня;

– связь с другими системами.

Некоторые функций, выполняемых системой автоматики НПС приведен в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Перечень функций, выполняемых системой автоматиики НПС

| Контролируемая система | Функции системы автоматики НПС |
|---|---|
| МНС | Анализ режимов работы технологического оборудования НПС;<br>контроль технологических параметров НПС;<br>управление и контроль состояния задвижек НПС;<br>контроль работы магистральной насосной;<br>обмен информацией с системой ТМ;<br>управление вспомогательными системами;<br>управление и контроль состояния секущих задвижек |
| МНА | Контроль готовности к запуску магистральных насосных агрегатов;<br>управление и контроль работы магистрального агрегата;<br>управление и контроль работы магистральных задвижек;<br>управление задвижкой последовательно-параллельного режима; контроль технологических параметров магистрального агрегата |

Таблица 1.5 – Перечень функций, выполняемых системой автоматиики НПС (продолжение)

| | |
|---|---|
| САРД | Регулирование давления на входе НПС;<br>регулирование давления на выходе НПС;<br>задание уставок регулирования;<br>корректировка уставок регулирования при пуске агрегата |
| Система пожаротушения | Управление и контроль работы насосов пенотушения;<br>управление и контроль состояния пожарных задвижек;<br>управление и контроль работы насосов водотушения |
| Система откачки утечек | Управление и контроль работы насосов откачки утечек |
| Маслосистема | Управление и контроль работы маслонасосов |
| Система приточно-вытяжной вентиляции насосной | Управление и контроль работы приточных вентиляторов магистральной насосной;<br>управление и контроль работы вытяжных вентиляторов магистральной насосной |
| Система вентиляции приямка маслосистемы | Управление и контроль работы вытяжного вентилятора приямка маслосистемы |
| Система вентиляции блок-бокса гашения ударной волны | Управление и контроль работы вытяжного вентилятора блок-бокса гашения ударной волны.. |
| Система хозяйственно-производственного водоснабжения | Управление и контроль работы насосов хозяйственно-производственного водоснабжения |

## 2 ПАТЕНТНАЯ ПРОРАБОТКА

При рассмотрении данной выпускной квалификационной работы, как говорилось ранее, является система управление магистрального насосного агрегата на НПС «Травники». В ВКР рассматривается замена релейной системы управления насосного агрегата на микропроцессорную систему управления. Приоритетом работы является внедрение программируемых логических контроллеров для контроля всех параметров насосного агрегата. Нижний уровень системы управления в данной работе детально не рассматривается. Система управления насосного агрегата среднего и верхнего уровня основывается на серийных аппаратных средствах, защищенных товарными знаками и являющихся открытыми.

Согласно действующим законодательным и нормативным актам программное обеспечение рассматривается исключительно как объект авторского права. Патентование конкретной реализации конкретного алгоритма невозможно.

Таким образом, патентная проработка является нецелесообразной в связи с отсутствием объекта патентной защиты.

# 3 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА

## 3.1 Назначение системы управления

Система управления должна осуществлять:

- автоматическое измерения всех надлежащих технологических параметров, параметров состояния оборудования;
- автоматическое отключение по аварийным и предельным установленным значениям контролируемых параметров;
- управление и поддержание заданного режима работы при нормальном эксплуатации оборудования;
- переключение и подготовка оборудование по командам оператора и диспетчера;
- регистрацию и отображения основных параметров в процессе работы насосной станции, при ремонтах и наладочных работ;
- передачу результатов обработанной информации на уровень диспетчерского пункта по телемеханик .

Система управления насосной станции обеспечивает следующие защиты и сигнализацию:

- аварийная остановка основного агрегата на местности и дистанционно;
- пожар на площадке;
- аварийная загазованность помещений;
- аварийный максимальный уровень на сборнике утечек нефти;
- затопление насосного зала ;
- неисправность вспомогательных систем;
- минимальное давление на приѐме станции;

- максимальное давление на нагнетании станции;

- максимальное давление в коллекторе насоса;

- минимальное давление на приѐме насоса;

- авария на исполнительных органах регуляторов;

При аварийном срабатывании общестанционной защиты система реагирует по следующим параметрам:

- одновременное отключение работающих магистральных агрегатов;

- поочередное отключение работающих магистральных агрегатов, начиная с первого по ходу.

Система управления предусматривает пуск и остановку по программе насосного агрегата, и вспомогательных систем.

Магистральный насосный агрегат должен управляется в следующих режимах:

- дистанционный из РДП, ТДП (телемеханический);

- программный из операторной (основной);

- резервный;

- кнопочный;

- ремонтный;

- испытательный.

Так же режимы управления и вспомогательными системами:

- автоматический основной;

- автоматический резервный;

- ремонтный;

- кнопочный.

Вспомогательные системы (смазки, охлаждения, вентиляции), которые являются необходимыми для нормальной работы всех агрегатов, и поэтому они включаются вместе с работающими магистральными агрегатами. И отключение происходит также одной командой при остановке основных агрегатов.

При подачи масла к подшипникам насосного агрегата необходимо контролировать:

- минимальный уровень в аккумулирующем баке маслоснабжения;
- минимальный и максимальный уровень в баках маслоснабжения;

Насосы входящие в систему откачки утечек должны управляется автоматически от сигналов уровнемеров установленных в резервуаре-сборнике утечек. Отключение насоса откачивающего нефть из резервуара-сборника происходит автоматически, происходит это по сигналу от минимального уровня или же по истечении определенное время после их включения.

Если уровень в сборнике утечек не снижается в течении 1,5 минут то параллельно основному работающему насосу автоматически включается резервный насос.

Должен осуществляется контроль в емкостях сборниках аварийного максимального уровня с помощью двух независимых уровнемерах.

Система автоматического регулирование давления предназначена для автоматического поддержания давления на входе станции не ниже заданного значения, чтобы не допустить кавитацию насосов, а на выходе станции не выше заданного значения исходя из прочности трубопровода.

Также присутствует функция контроля которая должна предусматривать:

- контроль над текущим состоянием основного оборудования и его параметрами

- контроль над изменением состояние основного и вспомогательного оборудования, контроль над срабатыванием защит при сопровождении световой и звуковой сигнализации.

## 3.2 Условия к системе управления нефтеперекачивающей станции

Для реализации автоматизации НПС должно обеспечиваться выполнение следующих задач [5]:

– централизованный контроль, включающий регистрацию, архивацию, документирование и отображение информации о работе технологического оборудования НПС;

– защиту технологического оборудования НПС;

– защиту линейной части магистрального;

– управление технологическим оборудованием НПС;

– автономное поддержание заданного режима работы НПС;

– изменение режима работы НПС по командам оператора НПС или диспетчера РДП (ТДП);

– связь с другими системами автоматизации и информационными системами на НПС;

– формирование и выдачу в систему автоматизации предыдущей (по потоку нефти) НПС сигналов об аварийной остановке МНА;

– прием от системы автоматизации следующей (по потоку нефти) НПС сигналов об аварийной остановке МНА.

## 3.3 Релейная система управления магистральным насосным агрегатом

Релейные системы автоматики строится на базе отдельных блоках с електромеханическими промежуточными реле, эта система показала довольно не плохую живучесть и ремонтопригодность за счѐт блочной системы при поломке какого либо блока он менялся на резервный заведомо исправный. Так как указанные системы эксплуатируются достаточно давно, примерно 32 года

и до настоящего времени уже морально и физически устарели, а так же запасные части к ней уже не поставляются. Ещѐ одним недостаткам релейной системы является еѐ привязанность к жѐсткой релейной логики, так при какой либо модернизации какой либо системы или изменения алгоритма работы защиты основного оборудования ведѐт к трудоѐмким и затратным переделкам оборудования.

Релейная система автоматизации предназначена для сигнализации, контроля, защиты и управления магистральным насосным агрегатом. Эта система автоматики обеспечивает:

- контроль о работе и отображение информации о работающем насосе;
- защиту работающего агрегата в автоматическом режиме;
- управление МНА;
- изменение режима работы МНА по командам оператора НПС или диспетчера РДП;
- связь с системой ТМ.

В приложении Е представлена структурная схема автоматизации МНА.

Система контроля и управления магистрального насосного агрегата имеет трехуровневую структуру: нижний, средний и верхний уровни.

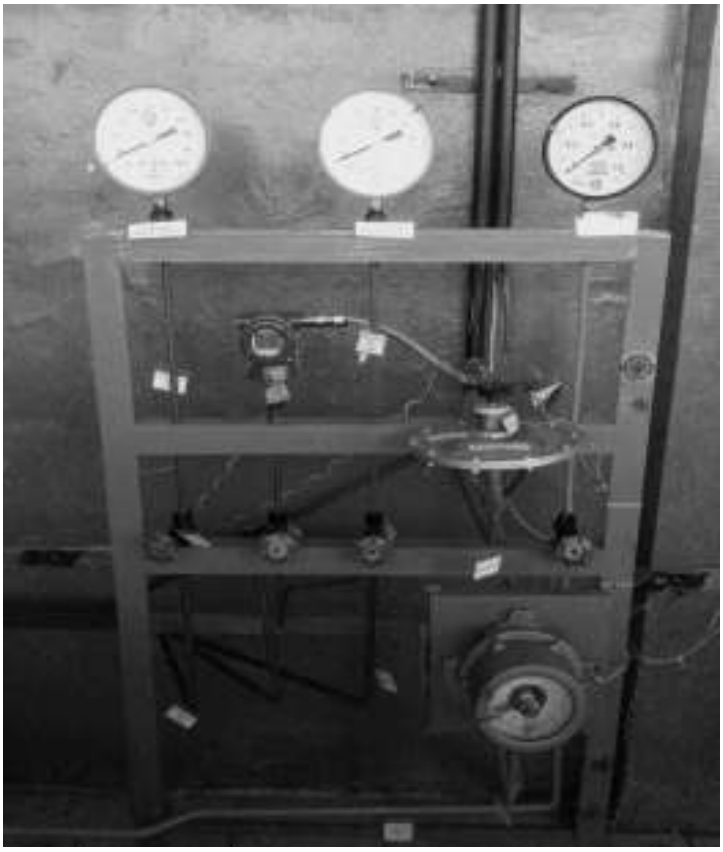


Рисунок 3.1 – Приборная стойка релейной системы контроля и управления МНА (нижний уровень).

Основные приборы системы релейной автоматики МНА нижнего уровня (рисунок 3.1) установлены на приборной стойки и представляют собой:

− датчики температуры подшипников насосов и электродвигателей магистральных насосных агрегатов и корпусов насосов;

− датчики избыточного давления нефти в трубопроводе (на входе магистральных насосов);

− сигнализаторы уровня сборнике утечек;

− технические манометры для измерения давления;

− реле давления жидкости (нефти, масла);

− реле давления воздуха в системах вентиляции;

− датчики уровня утечек;

− приборы измерения вибрации агрегата;

− преобразователи мощности электродвигателя МНА;

− датчики пожарной сигнализации;

− приборы измерения загазованности.

В качестве датчиков и измеряющих давления в трубопроводе используются приборы со стандартными токовыми сигналами 4-20 мА.

Связь между средствами автоматизации нижнего уровня и оборудованием среднего уровня осуществляется контрольным кабелем.

К среднему уровню системы автоматизации относятся:

− шкаф приборный;

− шкаф измерения загазованности;

− система управления пожаротушением;

− шкафы БКСА 01;

− щит управления оборудования ЩСУ;

− щит управления ЗРУ 10 кВ.

В состав верхнего уровня системы автоматизации входят:

− компьютеры оператора местного диспетчерского пункта (МДП);

Верхний уровень системы автоматизации обеспечивает:

− показ информации о состоянии работающего насоса;

− мониторинг технологического процесса и получение трендов измеряемых технологических параметров;

− оперативное управление технологическим процессом;

− архивацию событий нижнего уровня, действий оператора и команд РДП;

### 3.3.1 Шкаф БКСА 01.

Основным техническим средством комплекса является шкафы БКСА 01. В шкафу расположены блоки с релейными схемами по алгоритмам которых происходит управление и контроль за работой как основного так и вспомогательного оборудования. При этом система обеспечивает следующие параметры:

− прием информации от датчиков контролирующих параметры.

− автоматическое включение отключение агрегата с выдачей соответствующих команд на исполнительные механизмы;

− защиту и блокировку;

− сигнализацию о работе основного и вспомогательного оборудования;

− световую и звуковую сигнализацию и передачу еѐ в телемеханику;

Рисунок 3.3 – Шкафы релейной автоматики БКСА (средний уровень).

По конструкции шкаф БКСА выполнен в виде совместно установленных щитов (рисунок 3.3), из которые в свою очередь можно свободно извлекать блоки. Конструкция позволяет оперативно извлекать блоки что в свою очередь позволяет быстрее производить ремонт и техническое обслуживание.

Конструктивно БКСА представляет собой 13 щитов, каждый щит отвечает за свою логическую функцию:

− щит аварийной и предупредительной сигнализации;

− щиты контроля общестанционных защит;

− щит сигнализации и управления задвижками узла подключения станции;

− щиты управления магистральными насосами;

− щиты управления вспомогательными системами (система вентиляции, маслосистема, и т.д.);

− приборные щиты (система загазованности ,вибрация).

Контроль и управление за работой основного и вспомогательного оборудование осуществляется с помощью органов управления (ключи, кнопки) и световых индикаторов сигнализации расположенных на передней панели каждого щита.

Технические характеристики БКСА 01 приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики БКСА 01

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| Номинальное значение напряжения внешнего питания переменного тока, В | 220 |
| Отклонение напряжение питания переменного тока от номинального значения, В | ±44 |
| Частота питающей сети, Гц | 50 |
| Номинальное значение напряжения внутреннего питания постоянного тока, В | 24 |
| Отклонение напряжение питания постоянного тока от номинального значения | -4, +10 |
| Потребляемая мощность, Вт, не более | 460 |
| Габаритные размеры (без кабельной части), мм, не более | 6500x2000x600 |
| Вероятность безотказной работы за 10000 ч, не менее | 0,95 |
| Срок службы, лет, не менее | 10 |

## 3.4 Система управления насосных агрегатов (МНА)

### 3.4.1 Схема автоматизации для магистрального насосного агрегата (МНА).

В приложении 3 представлена общая функциональная схема автоматизации магистрального насоса с синхронным двигателем.

Контроль за утечками из торцевых уплотнений насосов (17) необходим в связи с тем, что превышение допустимого уровня утечек служит сигналом разрушения торцевых уплотнений. Утечки скапливаются в корпусе этих уплотнений, откуда отводятся по общему коллектору в емкость.

Температурный контроль осуществляется за всеми подшипниками насоса и электродвигателя (9). Кроме того, контролируется температура корпуса насоса (10). Для контроля температуры используется термопреобразователь ТСП – 100П. Также в систему температурного контроля насосного агрегата входит контроль температуры железа и меди статора электродвигателя(11-12).

Контроль вибрации осуществляется на передних и задних подшипниках насоса и передних и задних подшипниках электродвигателя (15) . Позволяет установить нарушения в работе агрегата, вызываемые некачественной сборкой, появлением дисбаланса, износом подшипников, усталостью металла.

Манометр, установленный на входном трубопроводе у входной задвижки, настраивают на давление, характеризующее кавитационный режим насоса. Кавитация снижает энергетические показатели насосного агрегата.

Образующиеся в зоне пониженного давления парогазовые пузырьки конденсируют в области высокого давления, вызывая гидравлические удары и вибрации, в результате чего разрушаются рабочие органы насосного агрегата. Защита по минимальному давлению на входе осуществляется с выдержкой времени, благодаря чему исключается реакция схемы на кратковременное снижение давления при включении насосов и прохождении по трубопроводу небольших воздушных пробок.

Минимальный контакт датчика давления (3а) на входном трубопроводе дает сигнал в схему управления агрегатом, прерывая процесс запуска в случае отсутствия требуемого давления после открытия задвижки на входном трубопроводе. Максимальный контакт датчика давления (3) на выходном трубопроводе обеспечивает автоматическую остановку агрегата, если давление на выходном трубопроводе превышает допустимое по условиям механической прочности оборудования, арматуры и трубопровода. Контроль за минимальным давлением масла осуществляется датчиком давления (4).

Отображаемый формат содержит следующую переменную информацию:

- текущее значение давления на выходе насосного агрегата, МПа;
- достижение минимального аварийного значения давления на линии подачи масла к электродвигателю агрегата;
- достижение минимального аварийного значения давления на линии подачи масла к насосу агрегата;
- достижение максимального аварийного и максимального значения вибрации агрегата;
- текущее значение температуры подшипников насоса, электродвигателя и возбудителя;
- текущее значение температуры корпуса насоса;
- текущее значение температуры обмоток и воздуха электродвигателя;
- текущее значение температуры в зоне горячего воздуха электродвигателя;
- текущее значение вибрации на переднем подшипнике вала насоса;
- текущее значение вибрации на заднем подшипнике вала электродвигателя насоса;
- текущее значение вибрации на переднем подшипнике вала электродвигателя;
- разрешение на пуск МНА с ручной панели;
- пуск МНА с ручной панели;

- текущее состояние задвижек на входе и выходе агрегата (открыта, открывается, закрыта, закрывается, в промежуточном положении, неисправна, авария);

- объем утечек из торцовых уплотнений насоса.

Контролируемым параметром по насосному агрегату, кроме рассмотренных выше, является: ток, потребляемый электродвигателем и измеряемый преобразователем переменного тока .

В таблице 3.2 указаны защиты которые приводят к аварийному отключение МНА.

Таблица 3.2 – Противоаварийные защиты

| Номер сценария | Позиционное обозначение | Условие срабатывания |
|---|---|---|
| 1 | TI | Увеличение температуры переднего подшипника насоса |
| 2 | TI | Увеличение температуры заднего подшипника насоса |
| 3 | TI | Увеличение температуры корпуса насоса |
| 4 | TI | Увеличение температуры переднего подшипника ЭД |
| 5 | TI | Увеличение температуры заднего подшипника ЭД |
| 6 | TI | Увеличение температуры обмоток статора |
| 7 | SI | Увеличение вибрации переднего подшипника насоса |
| 8 | SI | Увеличение вибрации переднего подшипника насоса |
| 9 | SI | Увеличение вибрации переднего подшипника ЭД |
| 10 | SI | Увеличение вибрации переднего подшипника ЭД |
| 11 | SI | Увеличение осевого смещения вала |
| 12 | PI | Низкое давление нефти на входе МНА |
| 13 | PI | Высокое давление нефти на выходе МНА |
| 14 | PI | Низкое давление масла перед МНА |
| 15 | LSA | Максимальные утечки через торцевые уплотнения |

Перечень средств измерения и контроля представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Наименование средств измерения и контроля

| Позиция | Наименование | Кол-во |
|---|---|---|
| 9,10 | Термосопротивление ТСП-100П, 0ExiaIICT3 | 5 |
| 3,3а,4 | Манометр МП4-У | 7 |
| 3,3а,4 | Прибор измерения давления EJX, 1EXdIICT3 | 3 |
| 17 | Измеритель уровня жидкости OMUV, | 1 |
| 15 | Измеритель вибрации АНС-066-02 | 4 |
| 15 | Вторичный прибор вибрации СВКА-1-02.05 | 1 |
| - | Контроллер температурный ТК-5.0 | 1 |

## 3.5 Аппаратура для контроля и измерения технологических параметров

Важным параметром, который необходимо контролировать у насосного агрегата это давление нефти на входе и выходе агрегата также под давлением подаѐтся масло поступающие к подшипникам этого агрегата.

Микроконтроллерный измеритель давления EJX«Yokogawa»

Серия DPharp EJX - новейшая серия интеллектуальных высокотехнологичных датчиков, использующих в качестве чувствительного элемента кремниевый резонатор.

Приборы относятся к интеллектуальной серии, поддерживающей двусторонний обмен информацией по BRAIN- или HART- протоколу. Благодаря чему имеется возможность сконфигурировать пределы измерения давления и настроить выходной токовый сигнал.

Рисунок 3.4 – Внешний вид датчика давления EJX «Yokogawa».

Возможность встроенной самодиагностики позволяет непрерывно отслеживать исправность прибора и отслеживание процесса в допустимых параметрах.

Технические характеристики прибора EJX«Yokogawa» представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Технические характеристики прибора EJX«Yokogawa»

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| Измеряемые среды | Газ, пар, жидкость |
| Температура окружающей среды, °С | –40 … +120 |
| Выходной сигнал:<br>– токовый, мА<br>– цифровой | <br>4…20<br>HART-протокол |
| Погрешность, % прибора | ±0,075 |

Схема, показывающая принцип работы кремниевого резонатора, изображена на рисунке 3.6 .

Кремниевый резонатор представляет собой параллелепипед плоской формы, защищенный герметичной капсулой и интегрированный в плоскость кремниевой мембраны. При изготовлении чувствительных элементов применяются самые современные технологи роста кристаллов, благодаря чему вся эта сложная структура получается с единой монокристаллической решеткой.

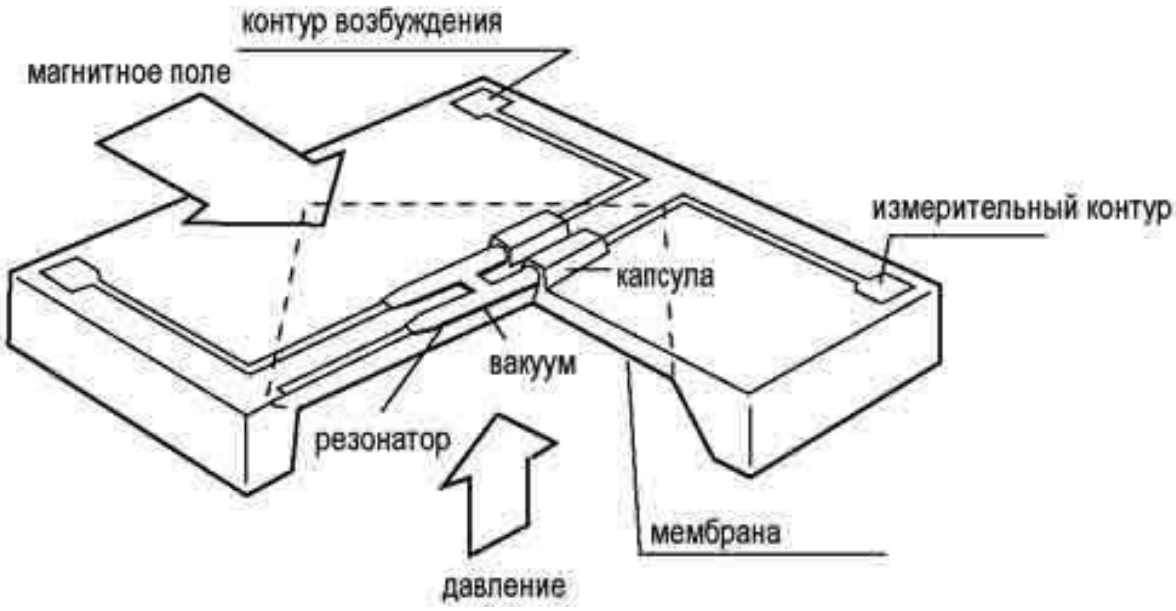



Рисунок 3.6 – Схема, поясняющая принцип действия кремниевого резонансного чувствительного элемента.

В зависимости от знака приложенного давления резонатор растягивается или сжимается, в результате чего частота его собственных механических колебаний соответственно растет или уменьшается. Колебания механического резонатора в постоянном магнитном поле преобразуются в колебания электрического контура, и, в итоге, на выходе чувствительного элемента получается цифровой (частотный) сигнал, точно отражающий величину измеряемого давления.

3.5.1 Сигнализатор уровня утечек «OMUV».

Для контроля уровня утечек используется уровнемер серии «OMUV».

При нормальной работе магистральных насосов через торцевые уплотнитнения происходят утечки нефти в небольшом количестве. При неисправностях через торцевые уплотнения насоса утечки нефти могут достигнуть значительной величины .

Сигнализаторы уровня «OMUV» используются в качестве аварийного сигнализаторов уровня для предотвращения перелива и он непрерывно отслеживает уровень в ѐмкости утечек и в случаи максимального значения этого уровня выдаѐт сигнал на остановку агрегата и аварийную сигнализацию. Конструкция уровнемера «OMUV 05-1» приведена на рисунке 3.7.

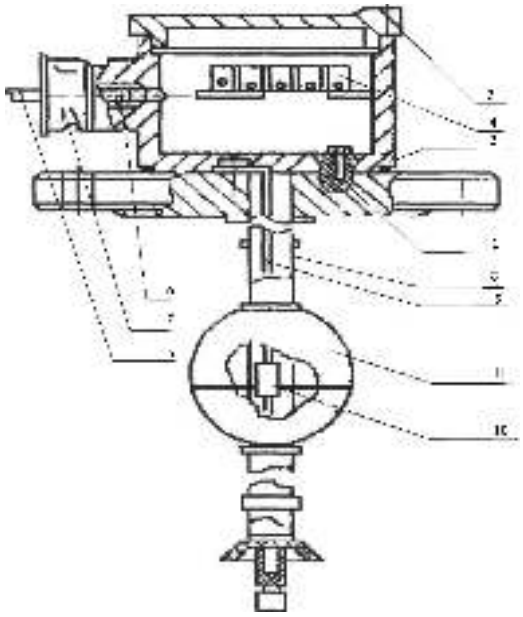


Рисунок 3.7 – Конструкция уровнемера «OMUV».

1 –фланец для крепления; 2 – корпус; 3 – крышка; 4 – клемная колодка; 5 – кабель подключения; 6 – ввод уплотнительный; 7 – фиксатор кабеля; 8 – герметичная трубка; 9 – направляющая; 10 – геркон; 11 – магнитный поплавок.

Прибор состоит из фланца для крепления 1, на котором присоединѐн корпус 2. Сверху корпуса крышка 3 Под крышкой расположен клемник 4.

Контрольный кабель 5 подводится к клемному соединению через уплотнение 6, где используется специальная резина, и фиксатором 7 внешняя оболочка кабеля крепится к уплотнительному устройству.

Внутри герметичной трубки 8, изготовленной из нержавеющего металла, помещена направляющая 9, на которой закреплѐн геркон 10.

Контакт геркона замыкается когда попадает в зону действия магнитного поплавка 11 из полой сферы. Поплавок двигается по направляющей за счет выталкивающей силы жидкости.

3.5.2 Термометры сопротивления для измерения температуры подшипников магистрального агрегата

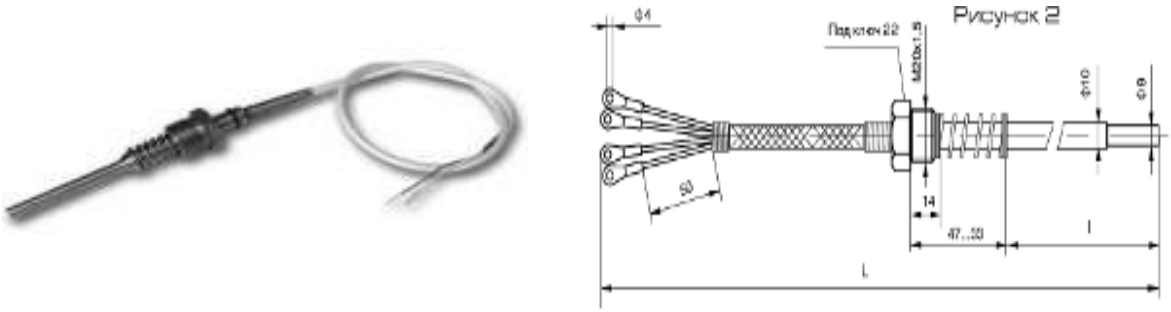



Рисунок 3.8 – Термометры сопротивления типа ТСП-100П.

Для определения температуры подшипников используются термометры сопротивления на рисунке 3.8 типа ТСП-100П. Предназначены непрерывного контроля температуры подшипников работающего электродвигателя и насоса.

Сам чувствительный элемент наматывается проволокой из платины, используется бифилярный шаг намотки.

Этот элемент помещается в тонкостенную трубку из нержавеющей стали, затем в защитный чехол из нержавеющей стали. Выводы датчика подходят к клемному соединению на плате, установленной в защитном корпусе. Измеряемая этими датчиками температура находится в пределах от минус 200 до +650°С.

Термометры сопротивления бывают одинарные и двойные. В двойных термометрах сопротивления встроены два изолированных друг от друга чувствительных элемента, они применяются для измерения температуры одной точки двумя приборами. Схема соединения внутренних проводников представлена на рисунке 3.9.

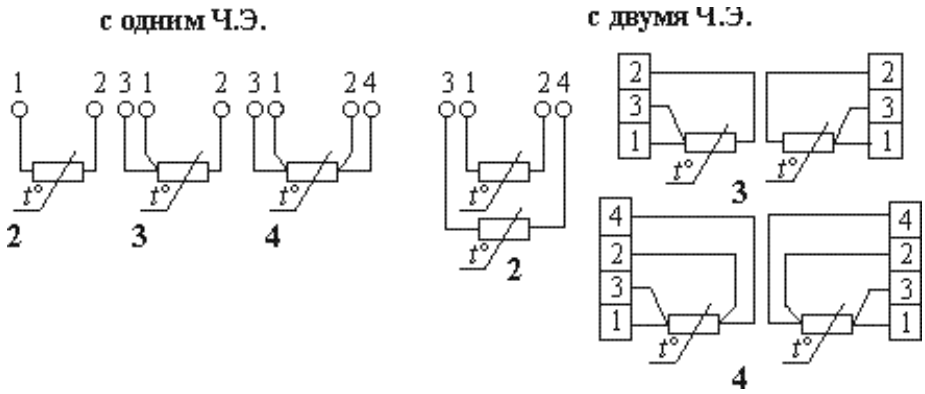



Рисунок 3.9 – Схема соединения внутренних проводников.

С помощью датчиков термосопротивление температура преобразуется в электрическое сопротивление, которое нуждается для дальнейшего преобразование в электрический сигнал, который приводит к отключению работающего агрегата и когда будет превышена максимальное значения температуры подшипников и формируется звуковая и световая сигнализация. Для этих задач используется температурный контроллер ТК-5.0М, который обладает необходимым набором характеристик.

Рисунок 3.10– Контроллер температурный ТК-5.0 М

Контроллер температурный ТК-5.0 М на рисунке 3.10 предназначен для измерения и контроля температуры подшипников насосных агрегатов, а также для регулирования в системах управления технологическими процессами. Контроллер применяется в комплекте с датчиками типа ТСП-100П или аналогичными, причем возможно одновременное использование датчиков различных типов с сопротивлением 50 Ом и 100 Ом.

**ТК-5.0 М обеспечивает:**

- одновременное измерение и цифровую индикацию текущих значений температуры по пяти каналам измерения в диапазоне от минус 40°С до 180°С с абсолютной погрешностью не более 0,6°С;
- программный выбор типов датчиков;
- автоматическую регулировку и диагностику неисправностей и компенсацию измерительной линии;
- ввод с клавиатуры четырѐх значений уставок по каждому из пяти каналов измерения с сохранением величины введенных уставок при исчезновении напряжения питающей сети;
- автоматическую фиксацию даты и времени срабатывания предварительной и аварийной уставок по каждому каналу благодаря встроенному энергонезависимому таймеру реального времени со сроком работы до 20 лет;
- возможность просмотра истории изменения параметра на глубину до 64 событий по каждому каналу;
- токовый выход стандарта 0-5 mA по каждому из 5 каналов измерения;
- два релейных переключающих выхода (сухой контакт) 220 В, 1 А по каждому из 5 каналов измерения;
- индикацию обрыва или короткого замыкания линии по каждому из 5 каналов измерения;
- максимальное удаление датчиков от контроллера 200 м.

В контроллере предусмотрена аппаратно-логическая защита от случайного срабатывания выходных реле при возможном программном сбое.

Заложена аппаратная и программная возможность обмена с ЭВМ по последовательному интерфейсу стандарта ИРПС (токовая петля 20mA) или по интерфейсу RS-485. Режим работы контроллера - круглосуточный. Потребляемая мощность не более 50 ВА. Масса контроллера не более 5 кг. Габаритные размеры, не более, мм, 120x200x400. Конструкция прибора обеспечивает искробезопасность внешних цепей ExibIIA и предусматривает настольный и щитовой вариант установки. Прибор внесен в Государственный реестр средств измерений под N 13753-96 и допущен к применению в Российской Федерации.

### 3.5.3 Система виброконтроля СВКА.

Система виброконтроля СВКА предназначена для непрерывного контроля и индикации за параметрами насоса и электродвигателя путѐм измерения механических колебаний и преобразование их в электрический сигнал поступающий в блок преобразования который в свою очередь преобразуется в унифицированный сигнал 4 – 20мА далее следует преобразования в дискретный сигнал и в случаи превышении заданных значений по вибрации идѐт отключения насосного агрегата и выдачу световой и звуковой сигнализации. [10].

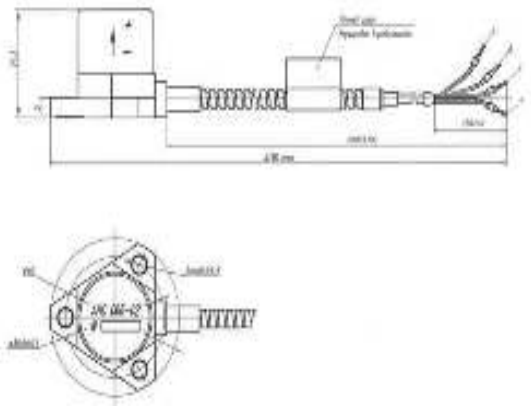


Рисунок 3.11 – Вибропреобразователь АНС-066-02

Устройство состоит из вибропреобразователей на рисунке 3.11, чувствительный элемент этого вибропреобразователя изготовлен из монолитного пьезокерамического кристалла, выполненного из керамики типа ЦТС - 83Г.

Принцип действия вибропреобразователя основан на использовании явления пьезоэффекта. При воздействии механических колебаний на пьезоэлемент он деформируется под воздействием силы инерции, пропорциональной действующему ускорению. При этом на обкладках пъезоэлемента появляется электрический заряд, пропорциональный действующему значению ускорения.

Рисунок 3.12 – Электронного блока СВКА

И электронного блока рисунок 3.12. В электронном блоке установлены двенадцать измерительных блоков с взрывозащитой, один блок контроля индикации и один блок питания. В распределительной коробке установлен согласующий усилитель. Ячейка искрозащиты для каждого канала установлена в измерительном блоке, т.е. электронный блок имеет входные искробезопасные цепи. Взрывозащита обеспечивает работу вибропреобразователей и их СЗУ во взрывоопасной зоне.

Блок- схема устройства виброконтроля СВКА приведена на рисунке 3.13

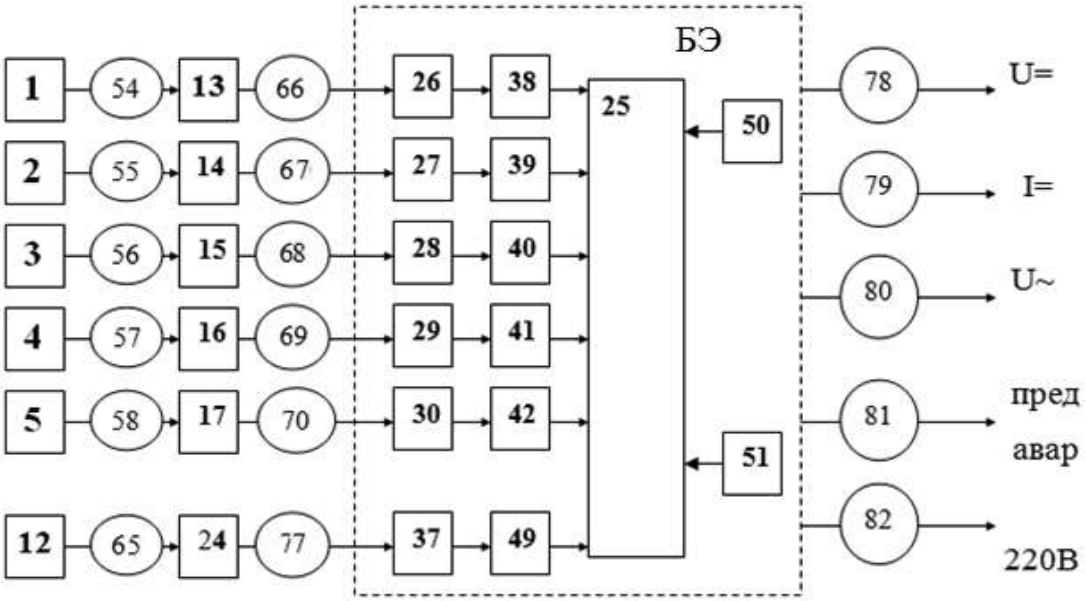



Рисунок 3.14 – Блок-схема устройства виброконтроля СВКА.
1...12 -Вибропреобразователь; 13...24 - коробка распределительная КР11; БЭ – блок электронный в котором находится; 25 - блок исполнительный; 26...37 – искробарьеры ; 38...49 – измерительные блоки; 50 - блок индикации и сигнализации; 51 - источник питания; 54...65 – удлинители кабелей; 66...77 – соединительные кабеля; 78...80 – клемник подключения «U=« («I=«. «U~»); 81 – клемник подключения «ЗАЩИТА»; 82 – клемник подключения «220 В».

Напряжение, создаваемое датчиком вибрации, поступает на вход согласующего усилителя. Согласующий усилитель (СУ) необходим для согласования выходного сопротивления вибропреобразователя с линией связи и вторичной аппаратурой. СУ расположен в корпусе распределительной коробки. Электрический сигнал с СУ поступает на вход электронного блока.

Измерительный блок включает в себя следующие функциональные устройства:

− интегратор, который производит интегрирование электрического сигнала и формирование амплитудно-частотной характеристики канала измерения (виброускорение, информация о котором в виде электрического

сигнала имеется на выходе вибропреобразователя, есть производная по времени от скорости, поэтому для получения информации о виброскорости необходимо произвести интегрирование электрического сигнала виброускорения);

− фильтры верхних и нижних частот (выполнены двухкаскадными и служат для выделения рабочей полосы сигнала);

− детектор среднеквадратичный, он выделяет среднеквадратичное значение электрического сигнала, пропорционального виброскорости;

− узел индикации, служащий для индикации превышения уровня виброскорости свыше заданного для данного контролируемого объекта;

− установленные в измерительной ячейке потенциометры R1 (авария) и R2 (предупреждение) для установки уровней срабатывания аварийного и предупредительного сигнала.

Узел индикации и контроля включает в себя исполнительные реле и плату вольтметра и выполняет следующие функции:

- временная задержка исполнительных реле;
- сигнализацию и индикацию уровней «авария», «предупреждение»;
- выдачу напряжения для контроля сигнализации «авария»;
- выдачу напряжения для контроля сигнализации «предупреждения»;
- канальный выбор.

Плата вольтметра выполняет функцию индикации уровня виброскорости в реальном времени.

Блок временной задержки исполнительных реле задерживает время срабатывания выходных реле пока происходят переходные процессы при включении агрегата

Узел канального выбора предназначен для выбора одного из измерительных каналов автоматически или вручную.

Можно выделить несколько достоинств системы виброконтроля СВКА:

- ремонтопригодность, простота в обслуживании;
- высокий ресурс эксплуатации более 50000 часов;
- замена датчиков другого типа без доработки;
- удобная цифровая индикация.

# 4 ЗАМЕНА РЕЛЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА, НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

Замена релейной система автоматики на НПС «Травники» необходимо в связи с более низким уровнем автоматизации всей станции, релейные схемы уже физически и морально устарели и конечно более низкая надѐжность и более сложное обслуживание. Поэтому необходима замена релейной системы на более современную и надѐжную микропроцессорную систему управления.

## 4.1 Микропроцессорная система управления магистрального насосного агрегата.

### 4.1.1 Организация микропроцессорной системы.

Микропроцессорная система автоматики имеет трехуровневую структуру - нижний, средний и верхний уровни.

К нижнему уровню как правило относятся:

- технические средства измерения (различные датчики);
- уровнемеры и сигнализаторы;
- механизмы выполняющие различные функции, а также звуковые и световые оповещатели.

На рисунке 4.1 приборная стойка расположенная непосредственно в насосном зале. На стойке расположены импульсная линия с запорной армотурой, датчики давления которые подключены на вход и выход магистрального насоса, а также вторичные приборы вибрации, кнопка аварийной остановки МНА и показывающие манометры.

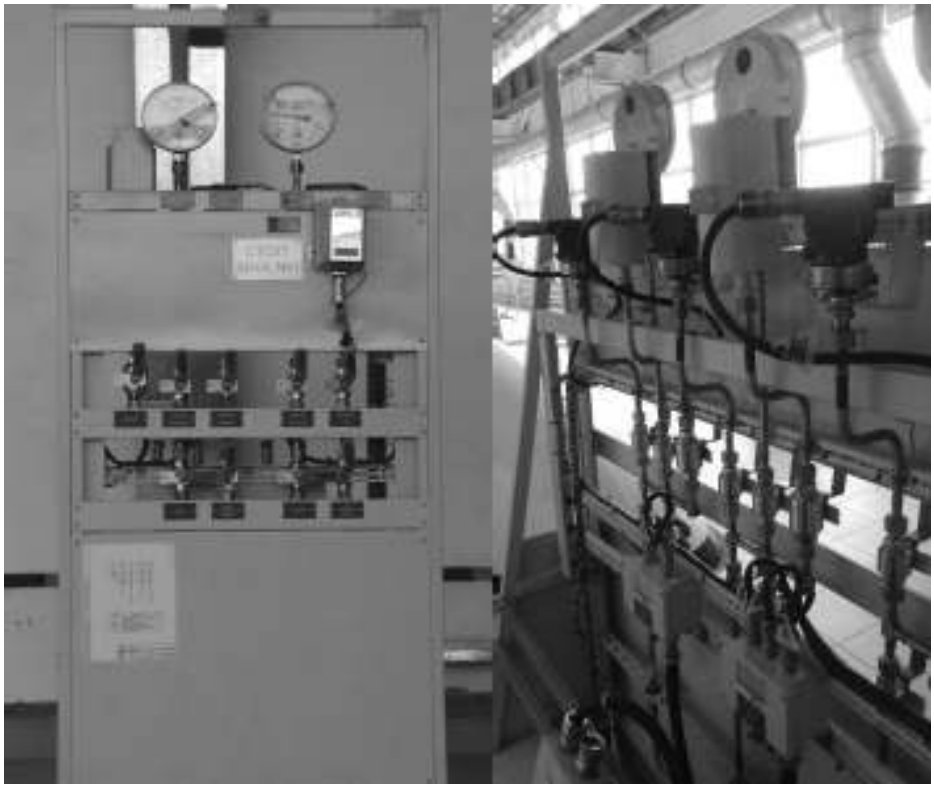


Рисунок 4.1 приборный щит.

А также к нижнему уровню относятся шкаф БРУ (блок ручного управления), и блок ручного управления системы автоматического пожаротушения который расположен так же в операторной.

Блоки ручного управления непосредственно воздействуют на магнитные пускатели вакуумных выключателей и имеют в своѐм составе звуковые и световые оповещатели.

К среднему уровню системы автоматики шкафы находящиеся в помещении кроссовых панелей и содержат модули аналогово и дискретного ввода вывода на базе ПЛК, а также промежуточные реле.

В состав среднего уровня СА входит следующее оборудование:

- ЦП - шкаф центрального процессора;
- УСО1.1 и УСО1.2 - шкаф МНА 1,3 и шкаф МНА2,4;
- УСО1.4 - шкаф вспомогательных систем МНС;
- УСО1.5 - шкаф вспомогательных систем МНС.

Оборудование обеспечивает:

- сбор информации от датчиков, устанавливаемых по месту;

- обработку и передачу информации о состоянии объектов на верхний уровень системы автоматизации НПС (центральный контроллер в операторной);

- автоматическое управление технологическим оборудованием станции и контроль его работы;

- прием информации с верхнего уровня системы автоматизации и формирование управляющих воздействий на исполнительные механизмы.

На рисунке 4.2 мы видим внутреннее расположения оборудование в одном из шкафов УСО. Где расположены блоки питания, промежуточные реле, и модули аналогово и дискретного ввода вывода.

Рисунок 4.2 внутреннее оборудование шкафа УСО (устройство сопряжение с объектом).

Средний уровень должен обеспечивать получение информации от системы контроля уровня загазованности, системы виброконтроля и системы автоматического регулирования давления, как в виде дискретных сигналов, так и по протоколу Modbus с отображением информации на АРМ оператора.

Верхний уровень системы автоматики включает в себя АРМ оператора, АРМ для контроля за нормативными параметрами НПС, АРМ системы мониторинга, АРМ системы автоматического пожаротушения.

АРМ оператора реализован на базе трех персональных компьютеров (2 рабочих и резервного), работающих в режиме горячего резервирования: АРМ полностью идентичны по программно-аппаратному составу, имеют общий источник точного времени и выделенный интерфейс (независимый от сегмента сети) для организации самоконтроля.

Компьютеры из состава АРМ оператора работают независимо друг от друга и связаны с контроллерами среднего уровня по собственным независимым полевым шинам. Выполнение инженерных функций реализуется на третьем персональном компьютере- АРМ инженера.

Верхний уровень системы автоматики обеспечивает:

- прием информации о состоянии объекта;
- мониторинг технологического процесса и получение трендов измеряемых технологических параметров;
- оперативное управление технологическим процессом;
- архивацию событий нижнего уровня, действий оператора и команд из РДП;
- формирование базы данных;
- настройку, программирование, конфигурирование контроллера МПСА, редактирование экранных форм (с АРМ инженера).

На следующих рисунках мы видим информацию о состоянии контролируемых объектах которая выводится на АРМ оператора.

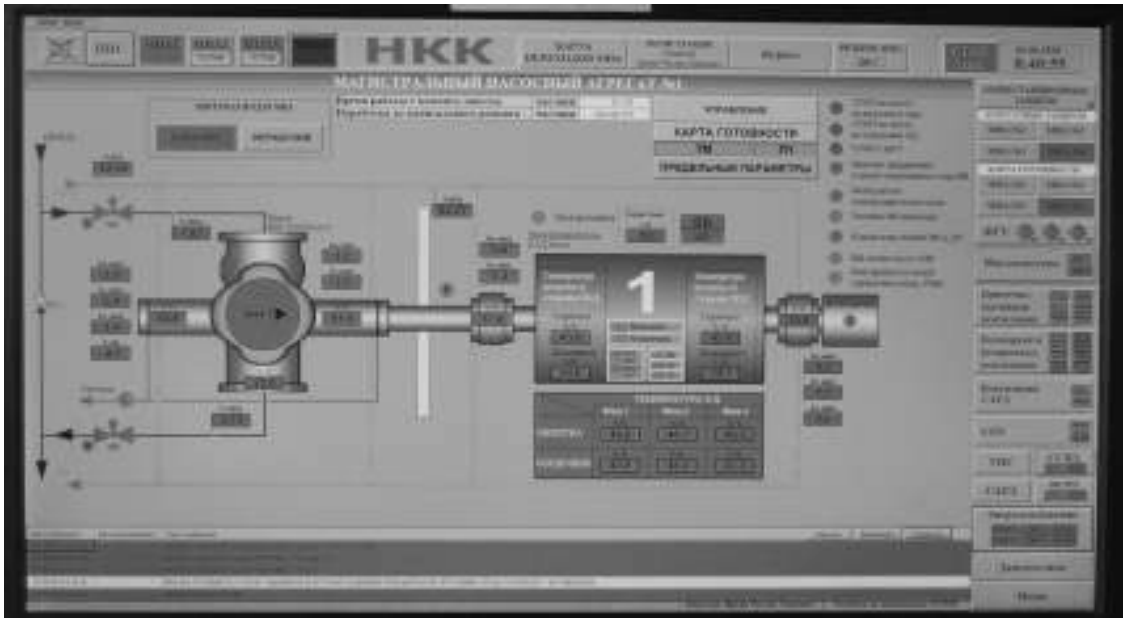



Рисунок 4.3 – Мнемосхема МНА.

На рис. 4.3 видим мнемосхему МНА и в реальном времени текущее значения физических величин контролируемых параметров. На рис. 4.4 отображены мнемосхемы вспомогательных систем которые необходимы для работы МНА соответственно это маслосистема и приточно-вытяжная вентиляция.

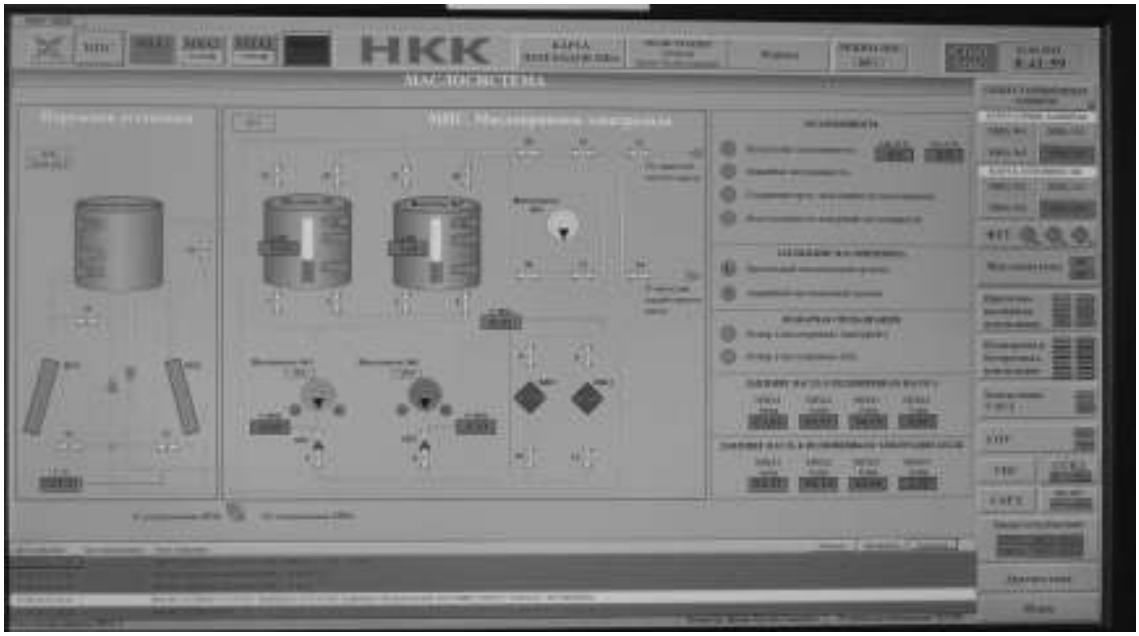



Рисунок 4.4 – Мнемосхема вспомогательных систем.

И конечно оперативному персоналу необходимо полностью контролировать всю насосную станцию где на мнемосхеме отображено состояние всего основного и вспомогательного оборудования рис. 4.5

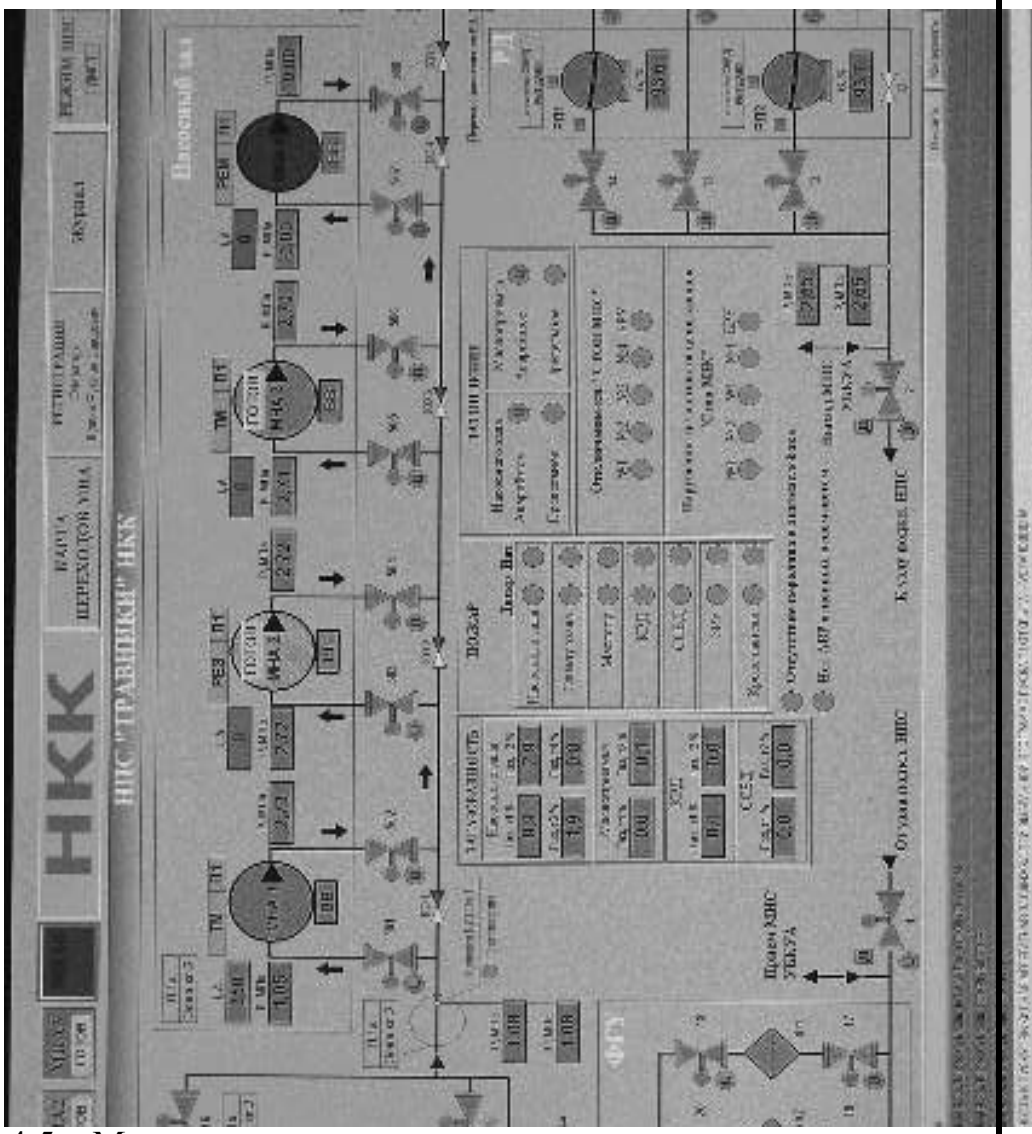



Рисунок 4.5 – Мнемосхема основного и вспомогательного оборудования.

4.1.2 Требование к алгоритмам и параметрам настроек микропроцессорной системы управления МНА.

Управление НПС осуществляться в двух режимах: местном или дистанционном (телемеханическом). Выбор режима осуществляется оператором НПС с автоматизированного рабочего места на основной мнемосхеме, где изображено всѐ технологическое оборудование станции. Основным режимом управления это режим дистанционный с возможностью управления по каналам телемеханики.

При дистанционном управлении запуска с телемеханики с начало открываются входные агрегатные задвижки, потом идѐт команда на открытие

приѐмной задвижки и через некоторую выдержку по времени поступает команда на запуск агрегата (программа пуска на открывающуюся задвижку).

Пуск агрегата система формирует так:

– контролируется наличие пусковых параметров по давлению;

– блокируются значения по вибрации насосного агрегата;

– контролируется состояние входной задвижки агрегата;

– если задвижка на входе закрыта, подаѐтся команда на открытие с подтверждением исполнения, и идѐт команда запрещающая закрытие задвижки;

– если задвижка на входе открыта, идѐт команда запрещающая закрытия входной задвижки;

– контролируется состояние выходной задвижки агрегата;

– если задвижка на выходе закрыта, подаѐтся команда на закрытие с подтверждением исполнения, и идѐт команда запрещающая открытие задвижки;

– если задвижка на входе закрыта, идѐт команда запрещающая открытия выходной задвижки;

– идѐт команда на запуск маслонасоса;

– далее поступает команда на высоковольтный выключатель с подтверждением его включения;

– после подтверждения команды на включения двигателя насоса, далее идѐт команда открытие задвижки на выходе агрегата с подтверждением команды, далее идѐт команда запрещающая закрытия входной задвижки;

– включение насосного агрегата подтверждено.

Как только произошѐл запуск агрегата, контроллер включается в непрерывное слежение за работой агрегата.

Также в работу включается слежение за системами регулирования и защит.

При работе насосного агрегата автоматика непрерывно отслеживает основные параметры агрегата и систем поддерживающих его работу и в случаи каких либо нарушений в работе останавливает агрегат и выдают световую и звуковую сигнализацию с выводом на автоматизированное место оператора и в телемеханику.

Когда произойдѐт превышение установленного значения по температуре подшипников насосного агрегата, включается аварийная сигнализация и происходит его остановка.

Когда произойдѐт превышение установленного значения по температуре обмоток статора электродвигателя, включается аварийная сигнализация и происходит его остановка.

Когда произойдѐт превышение установленного значения по температуре корпуса насосного агрегата, включается аварийная сигнализация и происходит его остановка.

Когда произойдѐт превышение установленного значения по температуре в корпусе электродвигателя, включается аварийная сигнализация и происходит его остановка.

Когда произойдѐт превышение утечек из торцов насосного агрегата более 150 мм от дна, включается аварийная сигнализация и происходит его остановка.

Когда произойдѐт превышение установленного значения по вибрации более 7.1 мм\с подшипников насосного агрегата, включается аварийная сигнализация и происходит его остановка.

Когда произойдѐт срабатывания электрозащиты, включается аварийная сигнализация и происходит его остановка.

Когда произойдѐт понижение установленного значения менее 50 кПа на маслопроводах идущих к подшипникам агрегата , включается аварийная сигнализация и происходит его остановка.

Когда произойдѐт понижение установленного значения менее 0,2 МПа на входе насосного агрегата, включается аварийная сигнализация и происходит его остановка.

Когда произойдѐт превышение установленного значения более 4,2 МПа на выходе насосного агрегата, включается аварийная сигнализация и отключается первый работающий насосный агрегат.

Чтобы не происходило отключение насосного агрегата при возмущениях давления на маслоснабжении, а так же входе и выходе агрегата идѐт задержка по времени от1 до 20 секунд.

Микропроцессорная система автоматики реализует аварийное отключение агрегатов в двух случаях:

– агрегат отключается кнопкой с местности и повторный пуск агрегата возможен после деблокировки аварийной защиты, дистанционный пуск не возможен;

– агрегат отключается непосредственно оперативным персоналом, с АРМ, и возможен дистанционный пуск агрегата.

Когда происходит алгоритм защиты, включается программа, и остановка агрегата происходит в следующей последовательности:

– происходит команда на отключение электродвигателя;

– на приѐме и выкиде насоса, идѐт команда на закрытие задвижек;

– насос системы масло снабжения останавливается.

Когда происходит остановка агрегата по причине аварии, сначала выясняются обстоятельства аварии, потом идѐт деблокировка аварийной сигнализации и микропроцессорная система автоматики возвращается в своѐ исходное состояние.

В таблице 4.2 приложения «И» представлены контролируемые параметры микропроцессорной системой управления магистрального насосного агрегата, величины предельных и аварийных значений и действие которое выдаѐт система управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе проведено исследование системы управления насосных агрегатов нефтеперекачивающей станции «Травники» АО «Транснефть-Урал».

По результатам этого исследования проведенного в данной выпускной квалификационной работе выведены следующие результаты:

- проведен анализ существующей системы автоматики магистрального насосного агрегата НПС «Травники» и выявлены еѐ основные недостатки;
- предложена система управления магистрального насосного агрегата нефтеперекачивающей станции «Травники» на основе

микропроцессорного контроллера SKOREX фирмы «ЭлеСи». Эта разработка даѐт более надежные результат по слежению за оборудованием находящимся в работе, а также более качественное слежение за техническим процессом при участии оперативного персонала с минимальным процентом.

Не высокий уровень по слежению за оборудованием находящимся в работе, присутствие схем с релейным управлением как физически так и морально устаревшем оборудованием требует необходимость внедрения в производственный процесс управление системой на базе микроконтроллерной автоматики. В связи с этим микропроцессорная автоматика управления основным и вспомогательным оборудованием позволит уменьшить количество ложных срабатываний из за которых идѐт простой оборудования НПС, а также количество аварийных остановок НПС. Что показывает высокую эффективность автоматизации технологического процесса на НПС на базе микроконтроллерной системы предложенным в данной выпускной квалификационной работе способом.

Использование микропроцессорной автоматизации управления позволит контролировать и управлять всем техническим процессом без остановки основного оборудования, также отслеживать значение всех текущих параметров и принимать оперативные меры для воздействия на это оборудование.

Данное нововведение эффективно позволит снизить аварийную работу насосного агрегата, снижение ложных срабатываний приводящие к остановки агрегата и конечно как итог продлить его срок эксплуатации.

В современных условиях развития новых технологий и процессов а также внедрения нового оборудование заставляет нас использовать более современное электронное оборудование которое позволяет качественно и детально отслеживать технологические параметры данного оборудования ,а также снижения «человеческого фактора», что ведѐт к более безопасной эксплуатации оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Антропов, А.Т. Программно-технический комплекс для автоматизации нефтеперекачивающих станций /Нефтяное хозяйство/, 2001. - № 10.

2 Статья – «Сравнительный анализ качества российской нефти» [электронный ресурс] - http://www.nge.ru/articles/st5.htm

3 Аппаратно-программные средства телемеханики и автоматики – АПСТМ и А. ГП ПО «Старт», ЗАО НПО «ВНИИЭФ-Волгогаз». /Промышленные АСУ и контроллеры/, 2001. - №6.

4 Шаммазов, А.М. Основы трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов / А.М. Шаммазов, А.А. Коршак, К.Р. Ахмадуллин и др.– Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2000. – 160 с.

5 Певзнер В.Б. Основы автоматизации нефтегазопроводов и нефтебаз. – М.: Недра, 1975, - 240 с.

6 Васильев, Г.Г. Трубопроводный транспорт нефти / Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков, А.А. Коршак. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – Т.1. – 407 с.

7 Исакович, Р. Я. Технологические измерения и приборы // Измерение расхода. – М.: Недра, 1986. – 344 с.

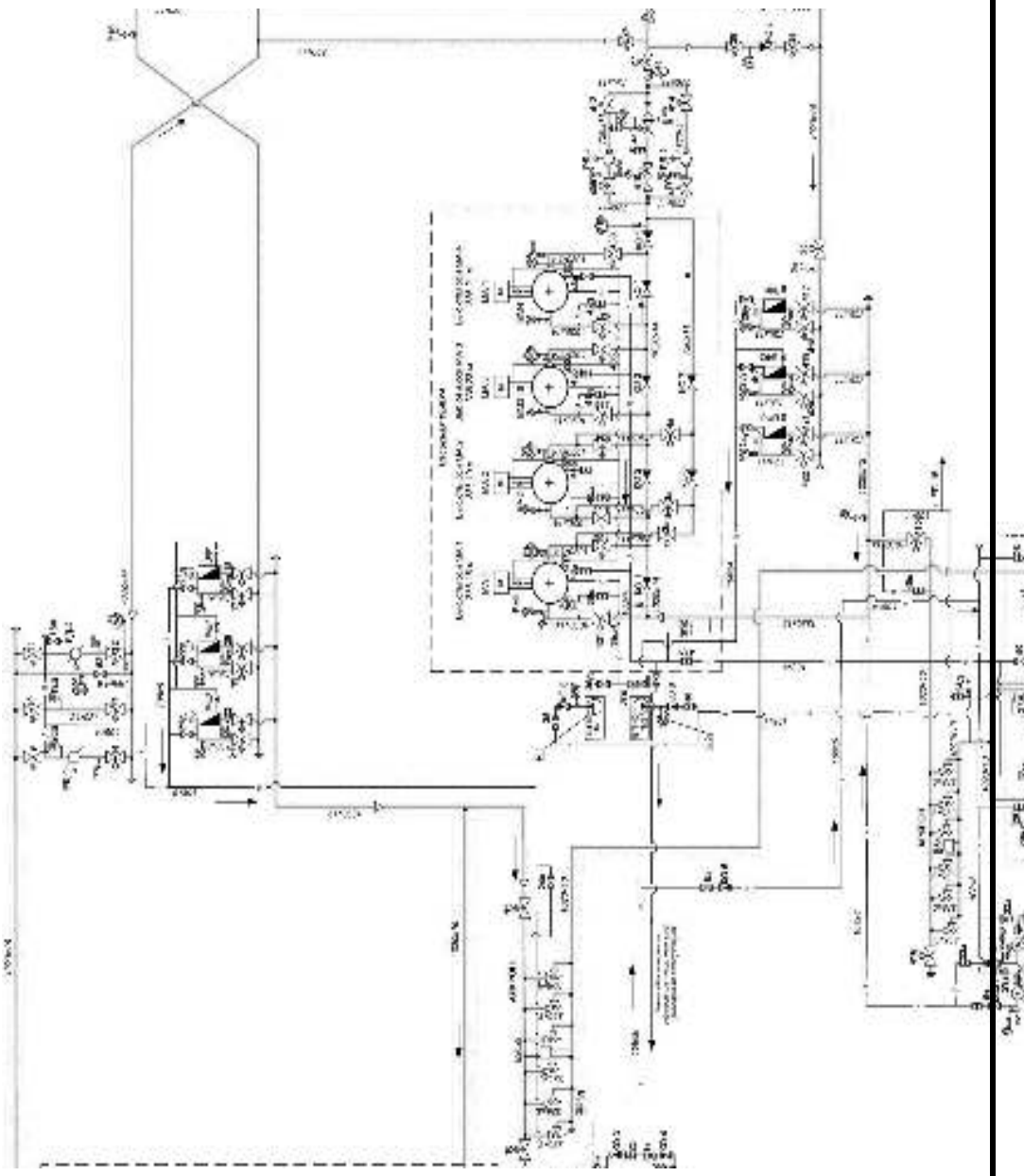
8 Мастобаев, Б. Н. Эксплуатация насосных станций: Учеб.пособие. – Уфа: Издательство УГНТУ, 2000. – 135 с.

9 Автоматизированный учет нефти и нефтепродуктов при добыче, транспорте и переработке / А.Ш. Фатхутдинов, М.А. Слепян, Н.И. Ханов и др. – М.: Недра, 2002. – 417 с.

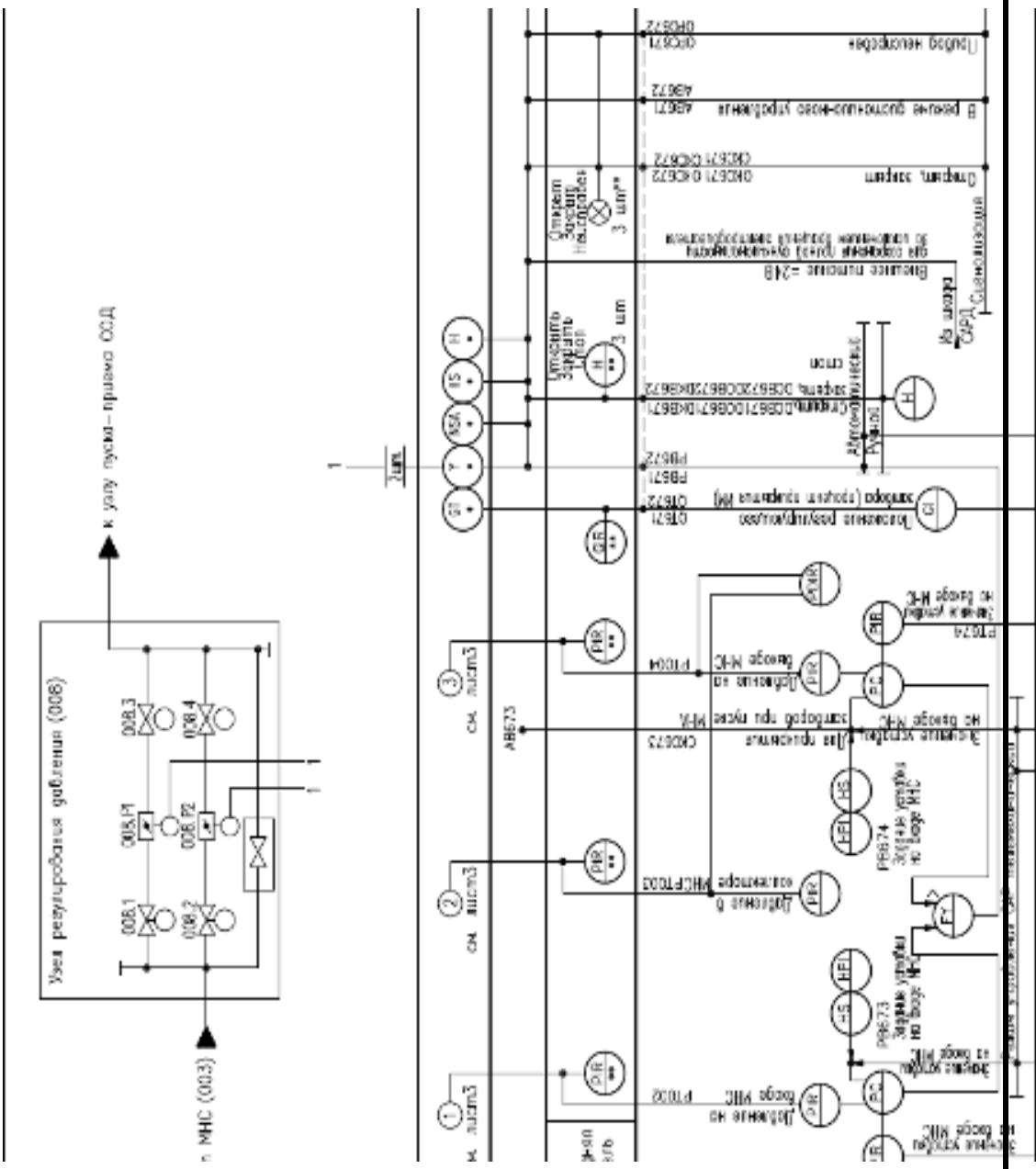
10 Фарзане, Н.Г. Технологические измерения и приборы. – М.: ВШ, 1989. – 456 с.

11 ГОСТ 12.4.011-89 (2001) ССБТ «Средства защиты»М.,1999г.

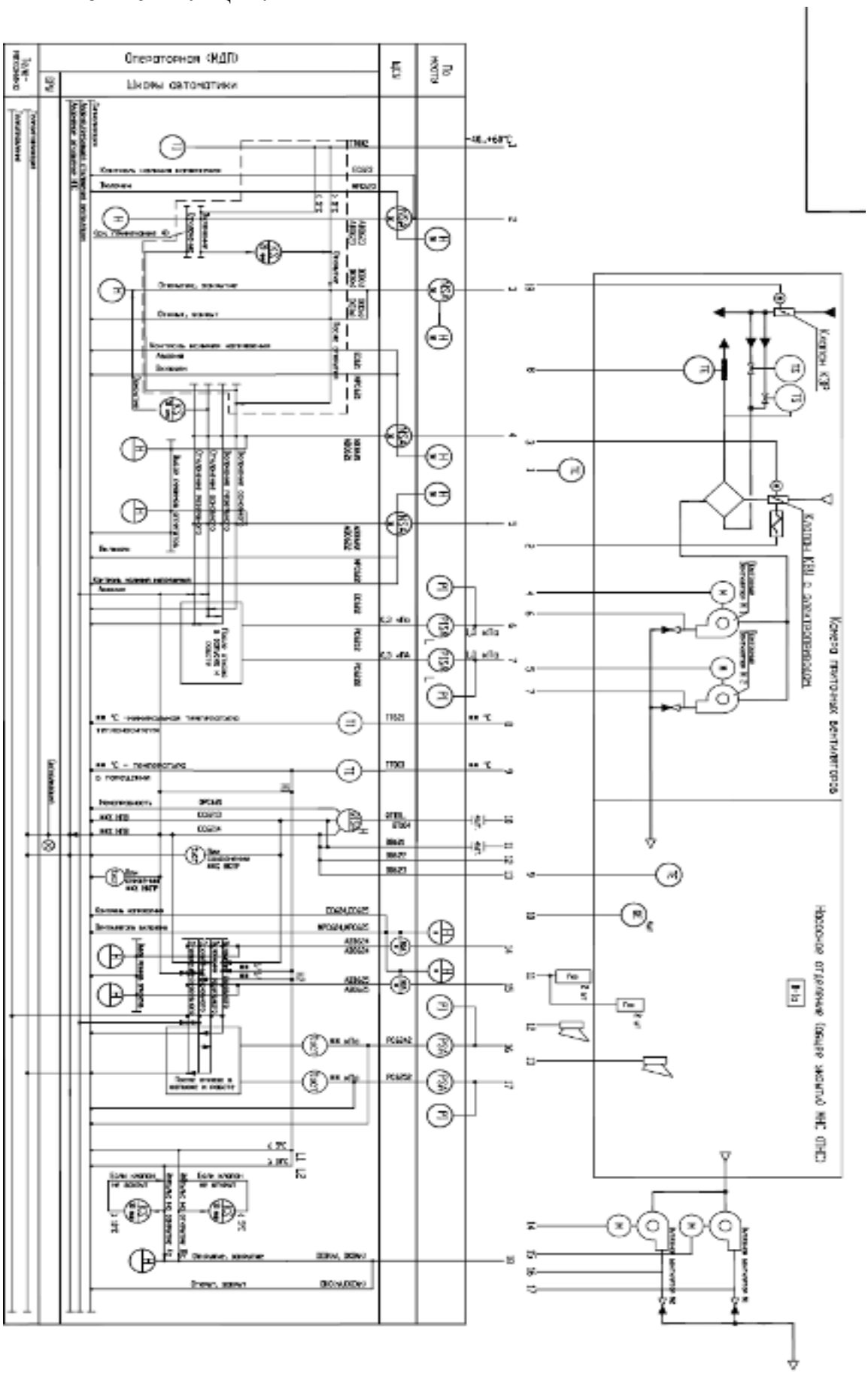
Приложение А технологическая схема НПС «Травники



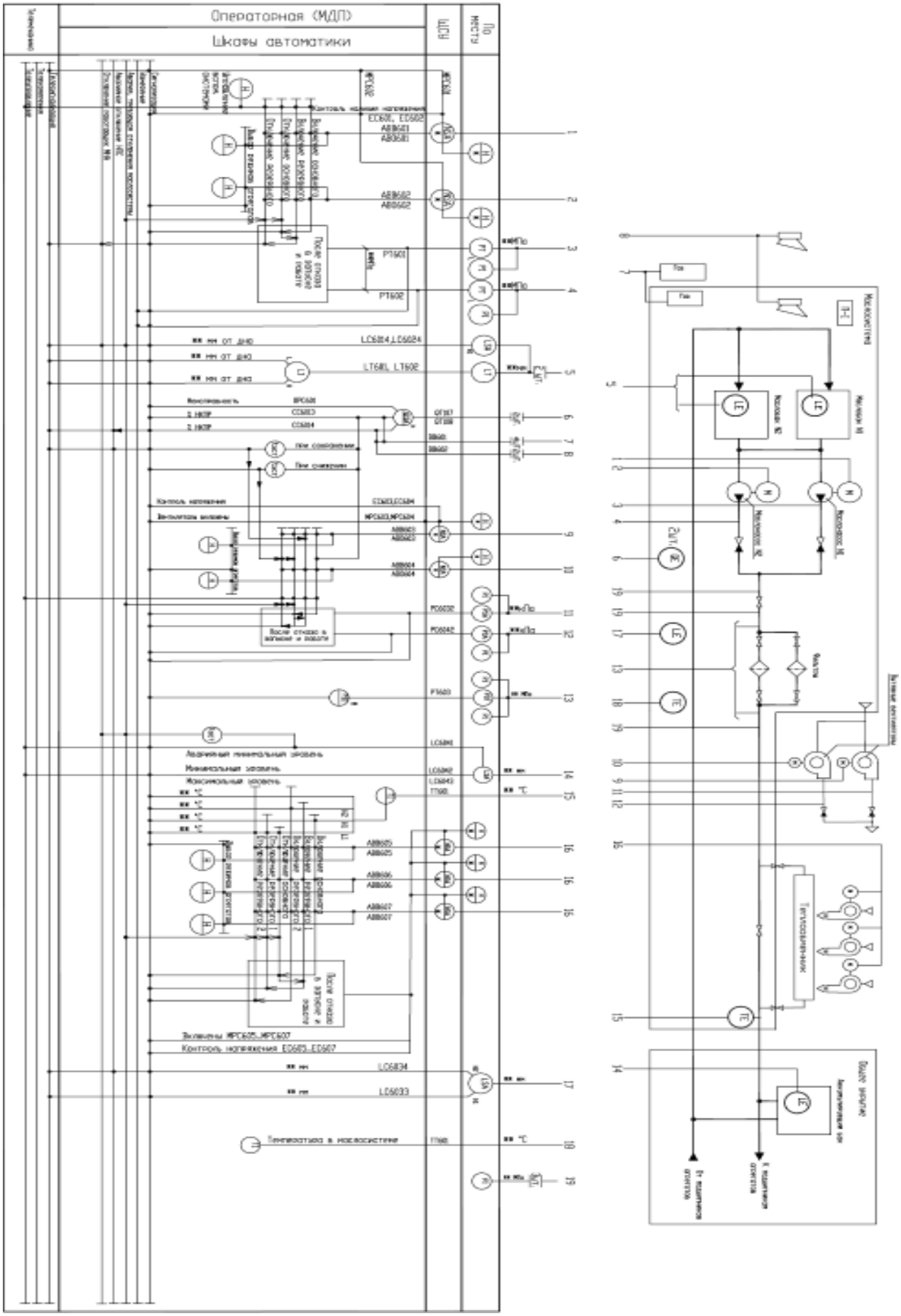
Приложение Б функциональная схема автоматизации САРД.


Узел регулирования давления (008)
008.1
008.2
008.3
008.4
008.P1
008.P2
к узлу пуска – прямо ССД
Линия
AB673
PIR
PSR
PS
PI
PY
GI
GR
H
HS
HFL
Давление на выходе МНС
Давление в коллекторе
Давление на выходе М-С
Давление на выходе М-А
Давление хладагента на выходе МНС
Давление хладагента на выходе М-С
Давление хладагента на выходе М-А
Давление пара на выходе М-С
Давление пара на выходе М-А
Давление пара на выходе МНС
Давление пара на выходе М-А
Давление пара на выходе М-С

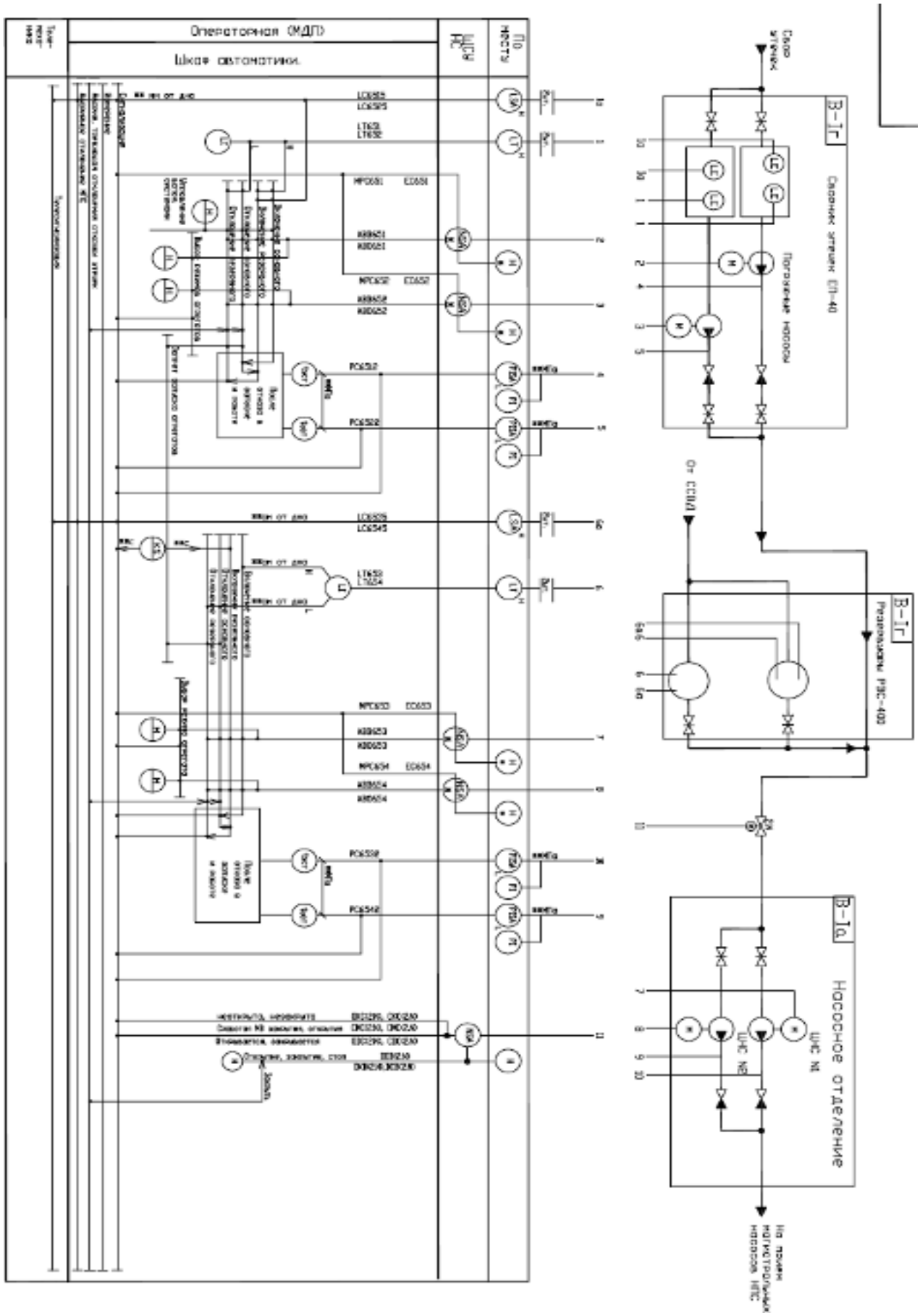
Приложение В функциональная схема автоматизации приточно-вытяжной вентиляции.



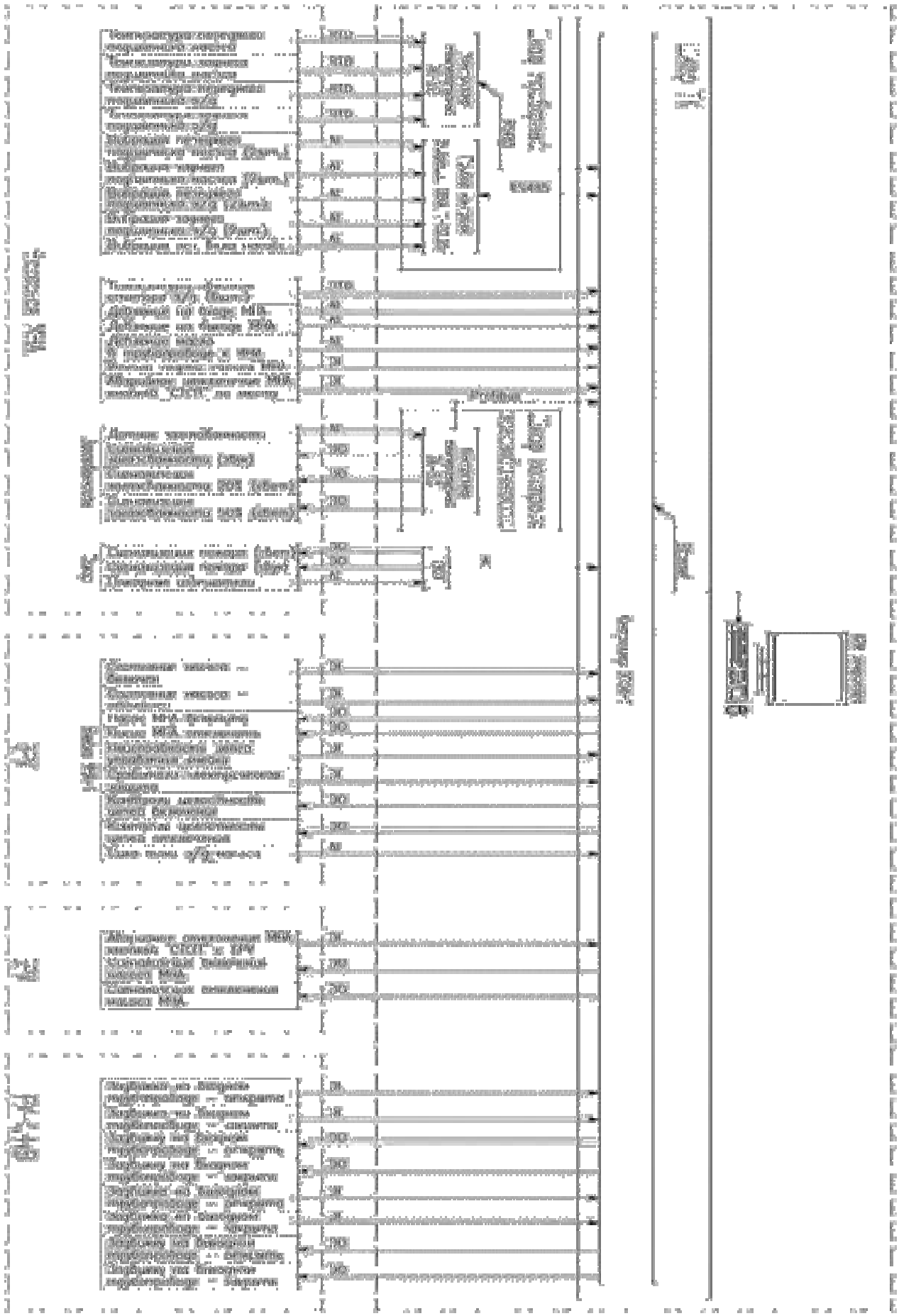
Приложение Г функциональная схема автоматизации маслоснабжения.



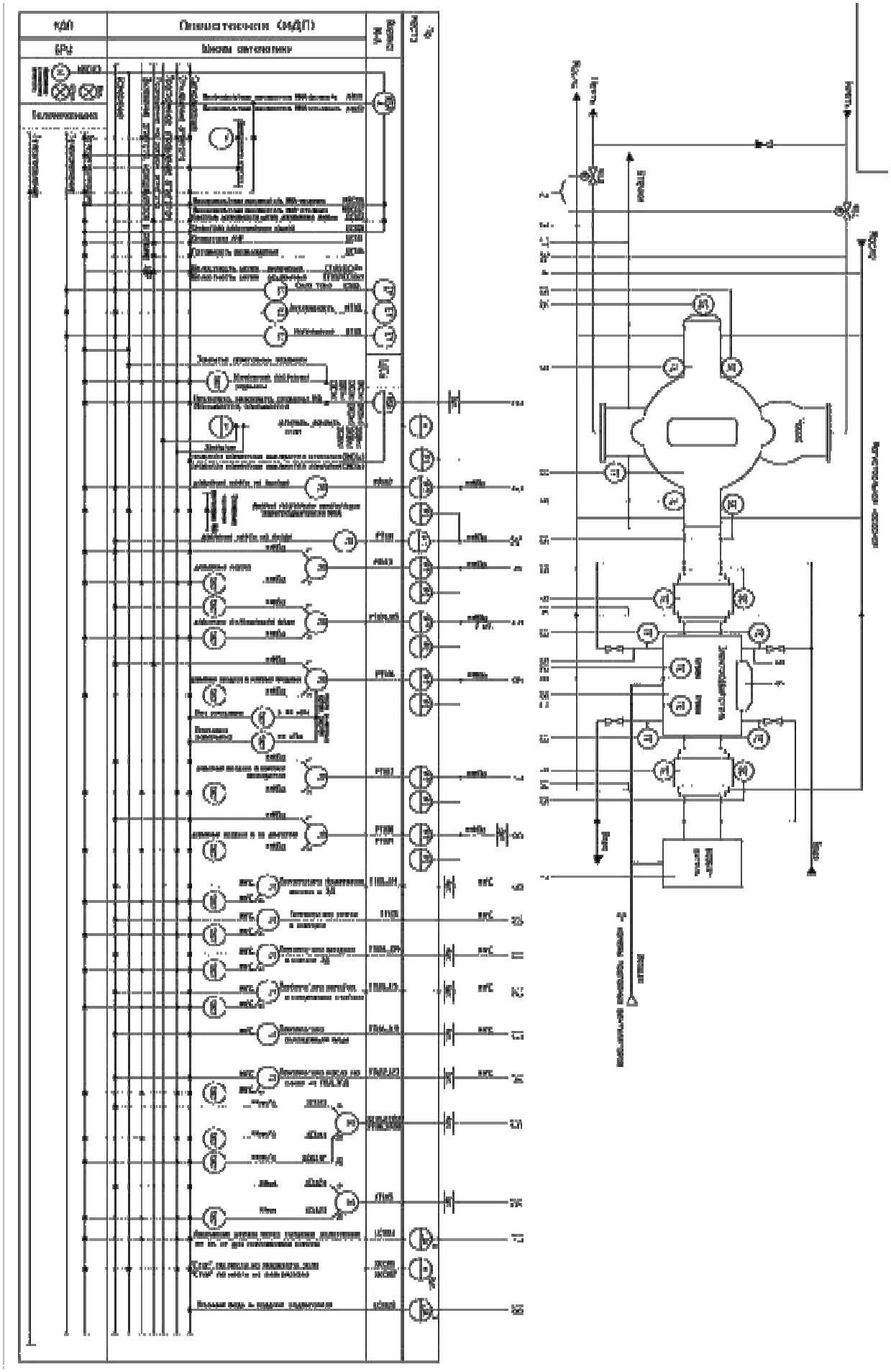
Приложение Д функциональная схема автоматизации системы откачки утечек



Приложение Е структурная схема автоматизации МНА



Приложение 3 функциональная схема автоматизации МНА



Приложение И требования к алгоритмам и параметрам настроек СА.

Таблица 4.2– перечень параметров контроля и алгоритмы защиты МНА

| Параметры контроля и защиты | Величины установленного значения | Действия технологического оборудования и сигнализация при срабатывании защит |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Повышенная температура:<br>- корпуса насоса (нефти на выходе из насоса);<br>- подшипников ЭД;<br>- подшипников насоса;<br>- масла на сливе из подшипников электродвигателя;<br>- обмоток статора ЭД;<br>- горячего воздуха ЭД на выходе из статора;<br>- в зоне холодного воздуха в корпусе ЭД;<br>- воды на входе охладителя;<br>- воды на выходе из охладителя. | 50°С<br><br>На 15°С меньше максимальной температуры, установленной заводом – изготовителем. | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП. |
| 2. Аварийная максимальная температура:<br>- корпуса насоса (нефти на выходе из насоса);<br>- подшипников электродвигателя;<br>- подшипников насоса;<br>- масла на сливе из подшипников электродвигателя;<br>- обмоток статора электродвигателя;<br>- горячего воздуха электродвигателя на выходе из статора. | 60°С<br><br>На 5°С меньше максимальной температуры, установленной заводом – изготовителем. | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 1 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени:**<br>- АВР МНА. |

Приложение И требования к алгоритмам и параметрам настроек СА (продолжение).

Таблица 4.2– перечень параметров контроля и алгоритмы защиты МНА (продлжение)

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 3.Аварийные утечки нефти через торцевое уплотнение насоса. | Величина, соответствующая значению максимально допустимой утечки, установленная заводом-изготовителем. | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 1 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени**:<br>- Закрытие задвижек на входе и выходе МНА;<br>АВР отсутствует. |
| 4.Повышенная вибрация агрегата:<br>- электродвигателя;<br>- насоса. | 6,0 мм/сек.<br>6,0 мм/сек.<br>(5,6 мм/сек).<br>(8,9 мм/сек). | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП. |
| 5.Аварийная максимальная вибрация, порог 1.<br>Для МНА, работающих в стационарном режиме (через 30 секунд (через 300 секунд) с момента включения ВВ привода):<br>- электродвигатель;<br>- насос. | 7,1 мм/сек.<br>7,1 мм/сек.<br>(11,2 мм/сек) | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 5 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>- АВР МНА. |

Приложение И требования к алгоритмам и параметрам настроек СА (продолжение).

Таблица 4.2– перечень параметров контроля и алгоритмы защиты МНА

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 1. Аварийное осевое смещение ротора насоса. | 1,0 мм. | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 1 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени:**<br>- Закрытие задвижек на входе и выходе МНА;<br>- АВР МНА. |
| 2. Аварийное минимальное давление масла (принудительной системы смазки) перед подшипниками:<br>- электродвигателя;<br>- насоса. | 25 кПа.<br>25 кПа. | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 3 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени:**<br>- АВР МНА. |

Приложение И требования к алгоритмам и параметрам настроек СА (продолжение).

Таблица 4.2– перечень параметров контроля и алгоритмы защиты МНА (продолжение)

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 6. Аварийное минимальное давление охлаждающей воды электродвигателя. | Минимальное давление охлаждающей воды электродвига-теля, установленное заводом-изготовителем. | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 60 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени:**<br>- АВР МНА. |
| 7. Аварийное максимальное давление охлаждающей воды электродвигателя. | Максимальное давление охлаждающей воды электродвигате ля, установленное заводом-изготовителем. | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 3 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени:**<br>- АВР МНА. |
| 8. Минимальное избыточное давление воздуха в корпусе:<br>- электродвигателя;<br>- возбудителя. | На 20 % выше величины минимального давления, установленного заводом-изготовителем. | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП. |

Приложение И требования к алгоритмам и параметрам настроек СА (продолжение).

Таблица 4.2– перечень параметров контроля и алгоритмы защиты МНА (продолжение)

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 8. Аварийное минимальное избыточное давление воздуха в корпусе:<br>- электродвигателя;<br>- возбудителя. | Минимальное давление, установленное заводом-изготовителем. | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 20 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени:**<br>- АВР МНА. |
| 9. Авария подпорной вентиляции электродвигателя (для систем индивидуальной вентиляции ЭД). | Все агрегаты системы неисправны или в режиме "ремонт". | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 20 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени:**<br>- АВР МНА. |

Приложение И требования к алгоритмам и параметрам настроек СА (продолжение).

Таблица 4.2– перечень параметров контроля и алгоритмы защиты МНА (продолжение)

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 10. Электрическая защита электродвигателя (кроме АЧР). | Формирование сигнала "электрозащита электродвигателя МНА" и отключение ВВ выполняется тех. средствами системы энергоспабжения. | **Без выдержки времени:**<br>- Контроль отключения ВВ привода МНА системами защит ЗРУ;<br>**С выдержкой времени до 3 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Визуальная и звуковая сигнализация в операторной, МДП;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени:**<br>- АВР МНА. |
| 11. Наличие воды в поддоне корпуса электродвигателя (для электродвигателей с водяным охлаждением). | --- | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП. |

Приложение И требования к алгоритмам и параметрам настроек СА (продолжение).

Таблица 4.2– перечень параметров контроля и алгоритмы защиты МНА (продолжение)

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 12. Несанкционированное изменение состояния агрегатных задвижек работающего агрегата. | При наличии подтверждения перемещения задвижки | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП.<br>**С выдержкой времени 60 сек.:**<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП.<br>**После подтверждения отключения ВВ привода останавливаемого МНА без выдержки времени:**<br>- АВР МНА. |
| 13. Отсутствие напряжения в цепи управления агрегатной задвижкой. | --- | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация, оперативное сообщение в операторной, МДП. |
| 14. Невыполнение программы пуска агрегата. | --- | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация в операторной, МДП;<br>- Остановка МНА;<br>- Оперативное сообщение о срабатывании защиты в операторной, МДП, РДП, ТДП;<br>АВР отсутствует. |
| 15. Невыполнение команды отключения ВВ привода МНА. | --- | **Без выдержки времени:**<br>- Визуальная и звуковая сигнализация в операторной, МДП;<br>- Команда на повторное отключение ВВ привода;<br>- АВР отсутствует;<br>- Оперативное сообщение . |