Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Институт энергетики и автоматизации

Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Выпускающая кафедра автоматизации технологических процессов и производств

Допустить к защите

Заведующий кафедрой АТПиП Суриков В.Н.

"____"_____2016 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (пояснительная записка)

на тему «Автоматизация системы диагностики конвейера на предприятии АО «Апатит»»

Исполнитель - студент учебной группы 7-551
(номер учебной группы)

Климов Александр Сергеевич
(фамилия, имя, отчество, подпись)

Руководитель выпускной квалификационной работы

Ст.преподаватель

Смирнов Владимир Борисович
(ученая степень, звание, фамилия, имя, отчество, подпись)

Консультанты:

Санкт-Петербург
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ
Институт энергетики и автоматизации
Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

Утверждаю

Заведующий кафедрой АТПиП

_____Суриков В.Н.

«____» _____ 2016г

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту Климову Александру Сергеевичу

1.Тема выпускной квалификационной работы: «Автоматизация системы диагностики конвейера на предприятии АО «Апатит»»

утверждена приказом ВШТЭ от 04.04.2016 № 821-ст

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы
22.06.2016 г

3. Исходные данные по выпускной квалификационной работе
Данные, полученные во время производственной и преддипломной практики
Литературные источники

4. Перечень задач, подлежащих разработке или исследованию
1. Описание и анализ объекта автоматизации. Анализ систем автоматической смазки
2. Разработка САУ смазки подшипников приводного и хвостового барабанов ленточного конвейера
3. Описание технических средств разработанной САУ смазки подшипников
4. Описание математической модели объекта управления
5. Расчет настроек регулятора разработанной САУ смазки подшипников
6. Исследование качества управления разработанной САУ смазки подшипников приводного и хвостового барабанов ленточного конвейера
7. Разработка функциональной схемы автоматизации САУ смазки подшипников

5. Перечень и объем графического материала

Презентация ВКР:

1. Конструкция ленточного конвейера
2. Анализ автоматической системы смазки
3. Функциональная схема автоматизации САУ смазки подшипников ленточного конвейера
4. Технические средства автоматизации
5. Схема автоматизации на основе ОВЕН ПЛК 150
6. Блок-схема комплексно-технических средств системы автоматизации на базе ПЛК ОВЕН
7. Объект управления и воздействие на него
8. Математическая модель объекта управления
9. Структурная схема математической модели объекта управления
10. Алгоритмическая структура САУ автоматической смазки подшипников для одного барабана конвейера
11. Исследование качества управления разработанной САУ

6. Дата выдачи задания _____ Руководитель ВКР_____Смирнов В.Б.

(ф.и.о.,подпись)

Задание принял к исполнению, о процедуре проверки текста выпускной квалификационной работы на основе системы «Антиплагиат» извещен.

_____ Климов А.С. _____

подпись студента *(дата)*

Реферат

Проект- 68 стр., 40 рис., 21 табл., 2 прил., 16 источников.

Автоматизация системы диагностики конвейера на предприятии АО «Апатит»

Объектом автоматизации является ленточный питатель-конвейер 1Л80У **.**

Цель работы- разработать САУ автоматической системы смазки подшипников приводного и хвостового барабанов ленточного конвейера.

Содержание

	стр.
Введение	3
1 Описание и анализ объекта автоматизации	4
1.1. Техническая характеристика объекта автоматизации	4
1.2. Описание технологического процесса и основного оборудования	4
1.3. Анализ технологического процесса конвейера как объекта автоматизации	6
1.4 Системы смазки конвейеров	7
2 Разработка САУ смазки подшипников	19
3 Описание технических средств разработанной САУ смазки подшипников	21
3.1 Датчики и исполнительные механизмы	22
3.2 Программируемый логический контроллер	28
3.3 Блок-схема комплексно-технических средств системы автоматизации	58
4 Описание математической модели как объекта управления	60
5 Расчет настроек регулятора разработанной САУ	62
5.1 Алгоритмическая схема САУ	62
5.2 Определение параметров регулятора САУ	62
6 Исследование качества управления разработанной САУ	64
Заключение	66
Список использованных источников	67
Презентация	
1-Пояснительная записка- Автоматизация системы диагностики конвейера на предприятии АО «Апатит»	
2-Конструкция ленточного конвейера	
3-Анализ автоматической системы	
4-Функциональная схема автоматизации САУ	
5-Технические средства автоматизации	
6-Схема автоматизации на основе ПЛК ОВЕН 150	
7-Блок-схема КТС системы автоматизации на базе ПЛК ОВЕН	
8-Объект управления и воздействия на него	
9-Структурная схема математической модели объекта управления	
10-Алгоритмическая структура САУ	
11-Исследование качества управления разработанной САУ	

Введение

В данной работе разработана САУ автоматической системы смазки подшипников приводного и хвостового барабанов ленточного конвейера.

Для достижения поставленной цели в работе были сформулированы и решены следующие задачи:

— Описание и анализ объекта автоматизации. Описание систем автоматической смазки.

— Разработка САУ смазки подшипников.

— Описание технических средств разработанной САУ смазки подшипников.

— Описание математической модели объекта управления.

— Расчет настроек регулятора разработанной САУ смазки подшипников.

— Исследование качества управления.

— Разработка функциональной схемы автоматизации САУ смазки подшипников.

1. Описание и анализ объекта автоматизации

1.1 Техническая характеристика объекта автоматизации

В качестве исследуемого конвейера выберем реально существующий ленточный питатель-конвейер 1Л80У. Данный конвейер является ленточным с шириной ленты 1600 мм, длиной конвейера 26 м, мощность приводного электродвигателя 25 кВт. На данном конвейере транспортируется дробленая руда после стадии среднего дробления крупностью до 110 мм. Конвейера оборудованы датчиками аварийного останова от схода ленты на сторону и от пробуксовки ленты на приводных барабанах. Для аварийного останова ленты установлены концевые выключатели и протянут трос диаметром 3мм с обеих сторон рамы конвейера.

Дополнительно о конвейере 1Л80У известно:

- тип конвейера: стационарный; назначение: транспортирование дробленной руды после стадии среднего дробления крупностью до 110 мм;
- максимальная крупность руды σ_{max} =110 мм;
- угол наклона $\beta = 0°$;
- длина конвейера $L_т = 26$ м;
- расчетная производительность конвейера Q = 1650 т/ч;
- скорость движения ленты: V=2,5 м/с;
- угол наклона боковых роликов $\beta = 20°$;
- ширина ленты B=1600 мм.

Характеристика груза:

- насыпная плотность: γ =2,1 т/м^3;
- размер наибольших кусков: $a_{мах}$ = 110 мм;
- влажность: 8%;
- температура: 25-30°С.

1.2 Описание технологического процесса и основного оборудования

На рис. (1.1) показан ленточный конвейер.

Ленточный конвейер является транспортирующим устройством непрерывного действия с объединённым грузонесущим и тяговым органом в виде замкнутой (бесконечной) гибкой ленты. Лента приводится в движение силой трения между ней и приводным барабаном; опирается по всей длине на стационарные роликоопоры.

Основные элементы конструкции ленточных конвейеров (рис.1.1): редуктор(1), приводной барабан (2), прорезиненная лента (3), хвостовой (натяжной) барабан (4), натяжное устройство для ленты (5), роликовые опоры (6), рама (7), электродвигатель (8). Кроме того, на ленточные конвейеры устанавливают ловители ленты, механизмы для её очистки, взвешивания груза и др. Привод состоит из электродвигателя, редуктора, соединительных муфт, тормоза и приводного барабана (барабанов).

Рама ленточного конвейера делается с «жёсткими» и шарнирно-подвесными роликоопорами – три или пять роликов на грузовой ветви ленты и один или два на порожняковой.

Шарнирные роликоопоры отличаются податливостью при прохождении над ними крупных кусков груза.

Натяжные устройства — барабанная электролебёдка с системой канатных блоков или как в нашем случае, винтовое натяжное устройство.

Основной расчёт ленточного конвейера заключается в определении ширины ленты, её наибольшего натяжения и мощности двигателей по требуемой производительности конвейера, длине и углу наклона установки. Производительность ленточного конвейера зависит в основном от ширины ленты и скорости её движения.

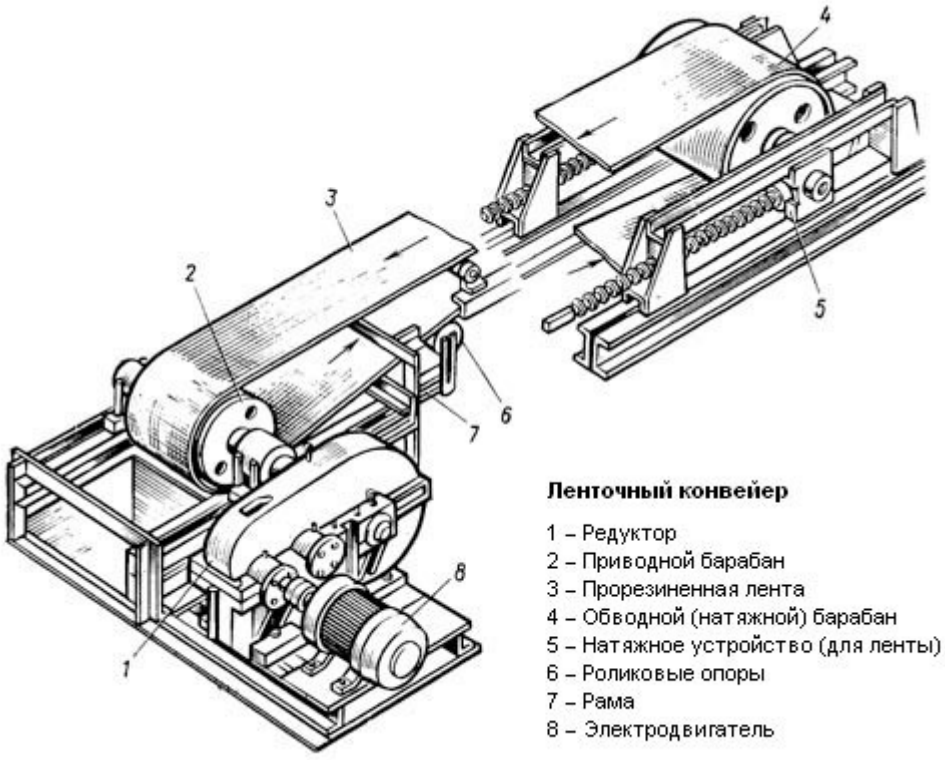

Рис. 1.1 – Ленточный конвейер

Современные ленточные конвейеры отличает небольшая трудоёмкость обслуживания, высокая надёжность работы и безопасность труда. Расширение объёмов и области применения ленточных конвейеров связывается с дальнейшим улучшением конструктивно-технологических характеристик установок. Начато применение промежуточных приводов для ленточных конвейеров, позволяющих повысить длину рамы и тем самым уменьшить количество промежуточных перегрузок (или полностью исключить их), снизить оборачиваемость ленты и повысить срок её службы. Усовершенствование погрузочных устройств, роликоопор и опорных конструкций рам, а также создание новых специальных типов ленточных конвейеров (ленточно-тележечных) даёт возможность повысить кусковатость перемещаемых конвейерами скальных грузов. Применение лент из морозостойкой резины, специальных сортов смазки и новых конструкционных материалов для зубчатых передач привода расширяет область применения ленточных конвейеров до районов Крайнего Севера.

1.3 Анализ технологического процесса как объекта автоматизации

Ленточный конвейер представляет собой сложную электромеханическую систему, находящуюся под воздействием разнообразных технологических факторов. Основными факторами, определяющими его специфику, являются:

- фрикционное взаимодействие приводной станции с тяговым органом;
- существенные упругие деформации ленты в нестационарных режимах;
- неравномерное распределение сил сопротивления вдоль става;
- большое количество распределенных вращающихся элементов.

От надежной, ритмичной и безотказной работы конвейерных линий напрямую зависит производительность и другие экономические показатели предприятия в целом. Работа узлов и деталей таких конвейерных линий сопровождается интенсивным воздействием механических нагрузок, что неизбежно приводит их в неработоспособное состояние. Степень внезапности и сложности повреждения определяет продолжительность простоя оборудования, затраты на ремонт, размер ущерба.

В этой связи рациональным образом организованная диагностика состояния эксплуатируемого оборудования является одним из условий бесперебойной работы агрегатов и предприятия в целом.

В случае применения диагностических средств к ленточным конвейерам необходимо иметь ввиду, с одной стороны, тот факт, что во многих случаях конвейерные механизмы в течение эксплуатационных периодов работают без наблюдения персонала,

либо при его малой численности. По этой причине сами аварии выявляются несвоевременно, а их характер определяется зачастую неверно, что увеличивает потери производства. С другой стороны, набор элементов в конвейере, способных выходить из строя, чрезвычайно велик и установить необходимое количество частных диагностических устройств для их контроля практически невозможно.

Одним из вариантов увеличения продолжительности безаварийной и эффективной эксплуатации ленточного конвейера является использование системы автоматической смазки подшипников приводного и хвостового барабанов. Современные системы автоматической смазки позволяют подавать требуемое количество смазки в нужные места механизмов.

1.4 Системы смазки конвейеров

Общая информация

В связи с непрерывным производством и работой конвейера в круглосуточном режиме, механизмы и детали находятся в постоянном напряжении. В результате не своевременного наблюдения или осмотра из строя могут выйти детали или узлы конвейера. Что незамедлительно приведет к его остановке. В следствии чего остановится вся технологическая цепочка и предприятие понесет убытки.

Одними из деталей конвейера, подверженные большим нагрузкам являются подшипники приводного и хвостового барабанов. Подшипники находятся в корпусах и смазываются в ручную с помощью шприца. При этом температура подшипников в рабочем состоянии ни как не измеряется ,и не контролируется. Если учесть, то что работать конвейеру приходится в запыленном помещении, попадание мелких частиц пыли в корпуса подшипников может привести к потере защитных свойств смазки. Произойдет рабочее повышение температуры подшипника до критического и дальнейшее его разрушение.

Должным образом подобранный смазочный материал должен отвечать следующим требованиям:

- уменьшение трения;
- уменьшение потребления энергии;
- легкое проникновение в труднодоступные места;
- свободное растекание по поверхностям;
- защита поверхностей от стирания;

- уменьшение коррозии;
- предотвращение зацепления;
- способность функционировать при высоких температурах;
- предотвращение чрезмерного запыления и загрязнения истирающими материалами;
- простота нанесения;
- возможность контроля количества смазки.

Недостатки ручной смазки

На рис. (1.2) показано схематичное изображение ручной смазки.



Рис. 1.2 – Схематичное изображение ручной смазки

К основным недостаткам ручной смазки можно отнести следующее:

- длительные перерывы между сериями смазки позволяют грязи образовать засоры и повредить уплотнение подшипников;
- грязь, накопившаяся на смазочном ниппеле, может вместе со смазкой попасть в подшипник;
- чрезмерная смазка – обычное явление при ручном смазывании, что приводит к сильному трению и может стать причиной повреждения уплотнения подшипника;
- недостаточная смазка появляется в процессе длительных перерывов между интервалами смазывания, что приводит к чрезмерному трению и преждевременному износу;
- многие точки смазки можно смазывать только при выключенном агрегате; это приводит к повышению простоя и снижению производительности.

Дешевизна ручной смазки не всегда оправдывается. Затраты на ремонт и на простой техники находятся в постоянной зависимости от человеческого фактора. Только автоматизированная система смазки способна выполнять процесс смазки в заданный срок и в заданной точке механизма или установки.

Автоматическая централизованная смазка

Автоматическая централизованная смазка имеет ряд преимуществ перед ручным смазыванием [4]:

- высокая выгода благодаря высокой производительности;
- увеличение срока работы машин и установок;
- снижение простоев за счет сокращения числа неисправностей из-за неправильного смазывания;
- снижение затрат на проведение ремонта, запасные детали;
- снижение затрат за счет точного дозирования смазки;
- избежание порчи напольного покрытия , благодаря точному дозированию;
- экономия смазочного материала;
- повышенная безопасность работы в связи с отсутствием опасности соскальзывания;
- тяжело-доступные точки смазывания соединяются и обеспечиваются смазкой через легкодоступное место;
- надежное обеспечение всех точек трения, т.е. каждая пара трения получает заданную порцию смазки;
- короткие интервалы смазки, что обеспечивает оптимальное количество смазки на подшипниках в течение всего времени;
- подается небольшое, точно отведенное количество смазки, что очищает подшипник от всяких загрязнений и предохраняет его уплотнения;
- критически важным точкам смазки можно уделить особое внимание, установив контрольное оборудование, которое проследит за ходом работы;
- повышается безопасность агрегата, устраняя надобность контакта с особо опасными точками смазки.

Опишем несколько систем автоматических смазок.

Однолинейная система автоматической смазки Lincoln «CentroMatic»

Однолинейные системы «CentroMatic» [4] используются в том случае, когда в значительной степени различается потребность отдельных смазываемых узлов в подаче смазки. Универсальные и работающие напрямую импульсные питатели «CentroMatic» содержат металлические посадочные места и подпружиненные рабочие и дозировочные поршни. Подача смазочного материала может происходить под высоким давлением (до 240 бар для консистентных смазок и 68 бар для масел). В результате этого могут применяться масла и консистентные смазки до класса консистентности.

Дозировочный поршень работает отдельно, вследствие чего на каждый смазываемый узел может производиться подача индивидуально настроенного количества консистентной смазки. При достаточной объемной подаче насоса и соответствуют их размерах трубы систему можно без труда дооснастить.

Промышленные системы Lincoln Centro-Matic являются лидером как по производительности, так и по качеству. Поскольку система находится под давлением, форсунки одновременно подают к каждой точке точное количество смазки или масла. Отличительной чертой однолинейных систем Centro-Matic является их гибкость, позволяющая по мере необходимости добавлять или убирать точки смазки.

Все промышленные форсунки Lincoln совместимы с новыми интегрированными насосными станциями. Форсунки серии SL испытывались по крайней мере вдвое чаще других сопоставимых форсунок. Форсунки изготавливаются либо из углеродистой стали, либо из нержавеющей стали, чтобы удовлетворять требованиям любой рабочей среды.

Для удобства, компания Lincoln Industrial объединила три основных компонента: насос, управляющий таймер и воздушный электромагнитный клапан. Такой интегрированный узел позволяет получить большую гибкость и увеличенную производительность.

Вместо подбора, приобретения, подключения и монтажа насоса, таймера/контроллера и электромагнитного клапана, по отдельности можно выбрать интегрированный насос с требуемым рабочим напряжением, производительностью и размером резервуара.

Такая встроенная система управления устраняет необходимость использования входных и выходных соединений программируемого логического управления (ПЛК).

В случае использования ПЛК возможен выбор между режимами:

- простой «режим таймера», позволяет контролировать циклы включения/выключения без мониторинга;

- контроль работы системы, с определением уровня смазки в резервуаре и/или давления в подающей линии (требуются дополнительные компоненты).

Однолинейная система автоматической смазки Lincoln «CentroMatic» имеет встроенные контакты внешней сигнализации для подачи сигналов тревоги в удаленном месте.

Интегрированные насосы Centro-Matic предусматривают монтаж меньшего количества компонентов. Время монтажа уменьшается на 70% по сравнении с насосами с раздельным управлением.

Сферы применения «CentroMatic»:

- стекольная и текстильная промышленность;
- производство цемента и стали;
- производство напитков;
- коммерческие автомобили и карьерное оборудование;
- отдельные промышленные установки и группы машин и т.д.

Особенности системы «CentroMatic»:

- индивидуально настраиваемая дозировка количества смазки на каждый смазываемый узел;
- оптический контроль срабатывания питателей;
- подача смазочного материала под высоким давлением;
- различные типоразмеры питателей;
- несложный монтаж;
- легко поддается дооснащению;
- питатель может быть выполнен из нержавеющей стали.

Система автоматической смазки Cobra

Система Cobra [4] – смазка цепной передачи (для перемещающихся пар трения) применяется для тяжёлых цепных передач в тяжёлом машиностроении.

Преимущества системы Cobra:

- одна из лучших смазывающих систем в мире (по мнению специалистов);
- тяжёлая конструкция, но очень надёжна в работе;
- дозированная подача;
- идеальна для горнодобывающей, цементной, автомобильной и пищевой промышленности;
- цикловая подача: max. 1 cm2 на ось ролика;

- для большого транспортёра применяются два агрегата Cobra: левый и правый;
- скорость перемещения зависит от модели агрегата Cobra;
- для быстроходных цепей применяются Cobra 501- 800.

Система автоматической смазки QLS

Система QLS [4] – решение для обеспечения смазкой небольшого числа узлов. Представляет собой комплектную, самостоятельно работающую систему смазки со всеми необходимыми функциями. Имеются все компоненты, включая встроенный предохранительный клапан. Непосредственно от насоса можно смазывать с оптимальными затратами места смазки консистентной смазкой до класса пенетрации 2 (станция QLS 301) или маслом (станция QLS 311).

Система QLS применяется для:

- небольших агрегатов с небольшой потребностью в смазочном материале;
- погрузочных кранов;
- смазки пошипников,цепей.

Основной элемент системы QLS – компактный насосный агрегат (рис. 1.3), также в систему входят все компоненты и реализуются функции, которые необходимы для выполнения профессиональной смазки. Компактная конструкция позволяет монтировать насос в позициях и положениях, которые недоступны для традиционных систем смазки.

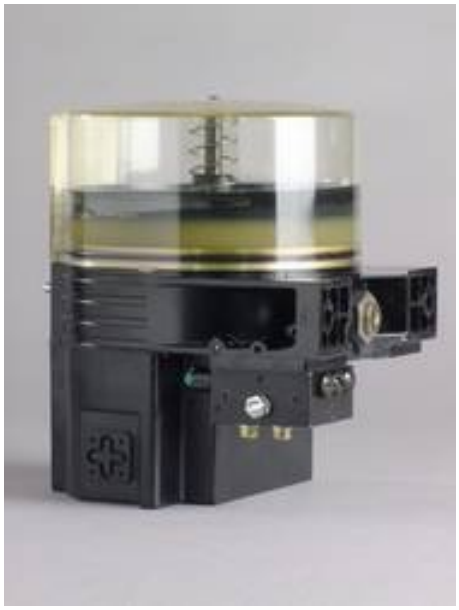

Рис. 1.3 – Компактный насосный агрегат системы QLS

Система QLS является прочной и надежной даже при использовании в экстремальных условиях, например, при температуре от -30 до +70 °C или при работе под струей воды (тип защитного исполнения IP6K9K, NEMA4).

Насос системы QLS находит универсальное применение. Интегрированная плата управления надежно контролирует продолжительность пауз и время работы насоса. Настройка продолжительности пауз происходит с помощью простых операций управления на клавиатуре – т.е. находится всегда «под рукой».

Настройки и сообщения о состоянии системы отображаются на интегрированном светодиодном дисплее.

Особенности системы QLS:

- небольшая, компактная, готовая к монтажу система;
- различные варианты для монтажа;
- интегрированное управление с контролем;
- интегрированный дисплей с клавишами управления;
- стандартная сигнализация об опорожнении;
- встроенный предохранительный клапан с интегрированной обратной связью;
- простая дозировка посредством внутренней обратной связи для смазочного материала;
- может поставляться с надстроенным распределительным блоком (от 6 до 18 выпускных отверстий) или без него;
- опциональное внешним подключением устройства сигнализации о неполадках.

Классическая двухлинейная система Lincoln «Helios»

Двухлинейные системы [4] надежно обеспечивают эксплуатационную готовность даже в экстремальных условиях работы, например, в жару, холод, при повышенной загрязненности и влажности.

Одним насосом может обеспечиваться смазкой большое число смазываемых узлов с различной потребностью в смазочном материале. В сочетании с прогрессивными питателями «Helios» достигается более высокая степень гибкости при дозировке смазочного материала.

В пользу комбинированной системы свидетельствует также ее хорошее соотношение цены и производительности.

Сферы применения системы «Helios»:

- большие заводы – экскаваторы, измельчители, дробилки, грануляторы, печи для спекания и обжига, пластинчатые транспортеры, элеваторы, шнековые транспортеры, мельницы, упаковочные машины и т.д.;
- сталелитейные – прокатные станы, сталеплавильное оборудование;
- электростанции – ветряные и теплоэлектростанции.

Особенности системы «Helios»:

- идеальный вариант для разветвленных на значительное расстояние мест смазки;
- давление системы до 400 бар позволяет использовать трубопроводы небольшого диаметра;
- оптический или электронный контроль за работой питателя;
- если какой-либо подшипник будет заблокирован, все остальные пары выпускных отверстий будут продолжать нормально работать;
- простая и индивидуальная дозировка смазочного материала – бесступенчатая регулировка на каждую пару выпускных отверстий питателя;
- легко поддается увеличению.

Во время первого полуцикла смазочный материал закачивается в магистральную линию (А), а магистральная линия (В) подключается к сливной линии. Смазочный материал, который также является регулирующей средой системы, подается дозаторам. Поршни дозаторов приводятся в конечное положение, тем самым, распределяя точно отмеренное количество смазки. После того как все дозаторы доставили смазочный материал в точку потребления, система закрывается под действием гидропривода, что приводит к повышению давления в магистральной линии (А). После этого давление измеряется датчиком давления. Блок управления выключает насос и подает многоходовому клапану сигнал к освобождению магистральной линии (А). К этому моменту смазана половина всех мест смазки системы. Во время второго полуцикла в магистральную линию (В) нагнетается давление, и цикл продолжается по описанной схеме.

Применение системы «Helios»:

- крупные системы с рассредоточенными местами смазки;
- изменяющееся количество подачи смазочного материала;
- идеально подходят для работы в сложных условиях (например, при низких температурах).

Сферы применения:

- крупные системы, в которых используется смазка до NLGI 2 (НИСМ);

- отрасли промышленности – цементные заводы, сталелитейные производства, генераторные станции, предприятия горнодобывающей промышленности, крупные машинные комплексы.

Преимущество двухлинейной системы заключается в том, что она обеспечивает доставку точно отмеренного количества смазочного материала от одной насосной станции на большие расстояния.

Работа дозаторов обеспечивается двумя магистральными линиями; следовательно, смазочный материал одновременно является регулирующей средой системы.

Двухлинейную систему можно объединить с дополнительными прогрессивными дозаторами, что позволяет увеличить общее число мест смазки, обслуживаемых двухконтурным дозатором.

Функциональные возможности двухлинейной системы «Helios»:

- благодаря высокому предельному давлению систем смазки, можно использовать трубопровод небольшого диаметра, что, в свою очередь, снижает расходы на установку и приобретение материалов. Кроме того, это позволяет сократить количество смазки находящейся в качество которой может ухудшиться при длительной эксплуатации;
- возможность визуального или электронного наблюдения за работой каждого дозатора;
- при засорении точки смазки или поломке дозатора все остальные дозаторы будут продолжать нормально функционировать;
- простота и возможность индивидуальной дозировки смазочного материала;
- простота регулировки дозируемого количества смазочного материала после установки;
- возможность оптимального контроля и наблюдения благодаря использованию магистральной системы;
- простота наращивания системы.

Интеллектуальные алгоритмы двухлинейной системы Lincoln «Helios» настраивают систему в соответствии с требуемым оптимальным давлением. Обычные магистральные системы работают на принципе фиксированной разности давлений. Это означает, что процесс переключения начинается по достижении фиксированного давления на конце линий. Следовательно, подобная система всегда работает при максимальном давлении. Что касается двухлинейной «интеллектуальной» системы Lincoln «Helios», ее давление постоянно контролируется и соответствующим образом изменяется. Система автоматически регулирует давление, компенсируя колебания температур. Ручная

регулировка системы, даже при установке, не требуется. Во время каждого цикла смазки генерируется только требуемое эффективное давление, - это позволяет продлить эксплуатационный срок насоса и других элементов системы; система всегда функционирует в наиболее эффективном режиме, и смазочный материал подвергается меньшим нагрузкам.

Еще одним преимуществом системы является непосредственное отображение всех значимых параметров на контроллере, что обеспечивает всесторонний мониторинг системы и насоса.

Система нанесения жидких смазок ORSCO

Для некоторых трущихся элементов конвейеров может быть целесообразным применение системы автоматической смазки ORSCO [4].

Систему автоматического нанесения жидких смазок ORSCO от остальных технологий отличает применение непрерывной сверхтонкой подачи масла, не создающей масляного тумана. Системы ORSCO могут распылять строго дозированные количества смазки в заданные промежутки времени. Системы ORSCO наносят только необходимое количество смазки, что приводит к значительной экономии смазочных материалов, предотвращению загрязнения и недопущению чрезмерного или недостаточного смазывания.

Системы автоматической смазки ORSCO успешно применяются в пищевой, текстильной, химической, целлюлозно-бумажной, электронной и горнодобывающей промышленности, а также в разных отраслях машиностроения.

Системы ORSCO работают более эффективно, чем традиционные циклические системы автоматической смазки, и тем более , чем применение ручного метода смазки. Системы смазки ORSCO наносят только оптимальное количество смазки (рис. 1.4). Результатом этого является значительное уменьшение загрязнения продуктов. В отличии от традиционных систем, использующих «масляный туман», системы распыления ORSCO исключают загрязнение окружающего пространства.

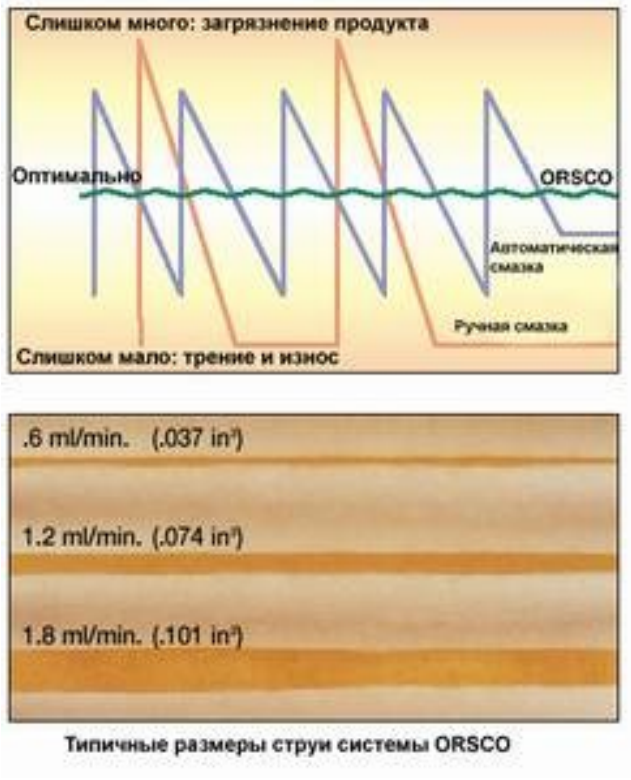

Рис. 1.4 – Нанесение требуемого количества смазки системы ORSCO

Системы автоматической смазки ORSCO имеют возможность непрерывно наносить 1 каплю смазки в течении более 4 минут. Даже после того, как в инжектор поступит вторая капля смазки, никакого изменения формы струи не происходит.

Как отмечается в рекламных материалах от производителя – в результате применения ORSCO срок службы смазываемого оборудования увеличивается от 5 до 10 раз, уменьшается расход смазки до 90% (рис. 1.5).

Рассмотрим отдельные серии систем ORSCO:

Серия 150 – стандартная легкоустанавливаемая система, обслуживает до 8 точек смазки. На выбор предлагается большое количество вариантов установки.

Особенности системы серии 150:

- обслуживает до 8 точек смазки;
- регулируемая подача смазки;
- устанавливается по 1 инжектору на каждую форсунку;
- диапазон вязкости: 100 – 200 SUS / 460 – 9200 CST;
- система может устанавливаться на расстоянии до 18 м от форсунок.

Серия 200 – конфигурируемая система, обслуживающая неограниченное количество точек смазки. Система серии 200 обеспечивает контроль основных параметров.

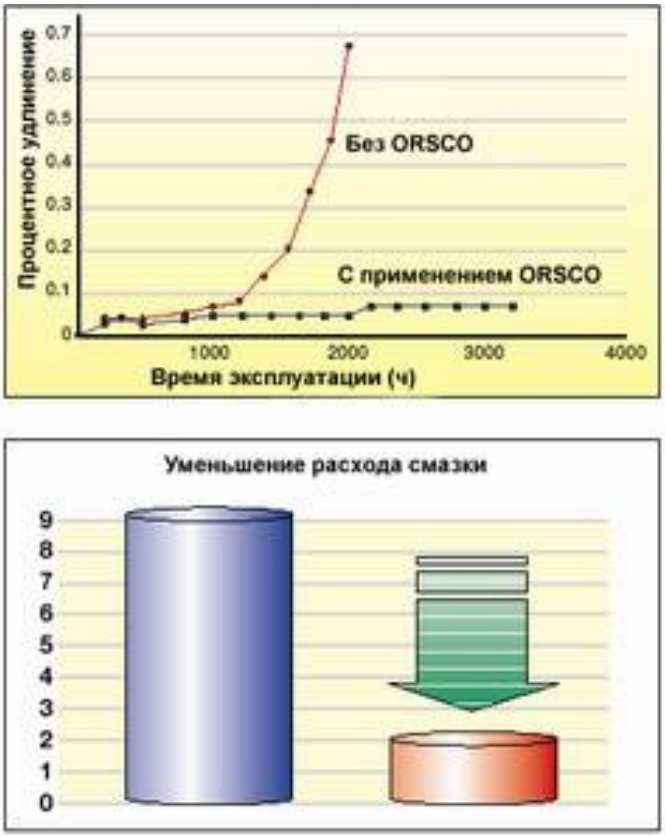

Рис. 1.5 – Эффективность системы автоматической смазки ORSCO

Серия 300 – система с наибольшими возможностями, обеспечивающая полный контроль неполадок.

Системы коаксиальной подачи – применяются для смазывания оборудования с пневматическим приводом, цилиндров, насосов, сверлильных приспособлений и моторов.

Варианты управления систем ORSCO:

- вариант C: управление производится при помощи подключаемого персонального компьютера либо другого оборудования, поставляемого заказчиком;
- вариант T: система включает в себя таймер ORSCO TDR-11, который управляет временем работы инжекторов, в результате чего производится регулирование подаваемого объема смазки;
- вариант R: встроенный таймер ORSCO TDR-11 управляет временем работы инжекторов.

2. Разработка САУ смазки подшипников

На основе информации, представленной в предыдущем разделе выполним разработку САУ смазки подшипников [1 – 4].

Функциональная схема автоматизации САУ смазки подшипников ленточного конвейера показана на рис. (2.1).

Данная САУ предназначена для автоматической смазки подшипников приводного барабана и натяжного барабана. Смазка к подшипникам подается из смазочной магистрали при открытии соответствующих электромагнитных клапанов. Открытие клапанов для подачи смазки происходит при превышении температуры подшипника допустимой величины. Включение смазочного насоса происходит при снижении давления в смазочной магистрали ниже допустимого предела. Отключение смазочного насоса – при увеличении давления в смазочной магистрали выше допустимого предела.

Обозначения на рис. (2.1):

- PT 1-1 – датчик давления № 1 (ближе к приводному барабану) в магистрали;
- PT 1-2 – датчик давления № 2 (ближе к натяжному барабану) в магистрали;
- TT 1-1 – датчик температуры подшипника приводного барабана;
- TT 1-2 – датчик температуры подшипника натяжного барабана;
- NS 1-1 – катушка пускателя насоса система смазки;
- TV 1-1 – клапан подачи смазки к подшипнику приводного барабана;
- TV 1-2 – клапан подачи смазки к подшипнику натяжного барабана.

Применение в разработанной САУ позволит увеличить срок службы подшипников приводного и натяжного барабанов конвейера.

Описание технических средств автоматизации для САУ смазки подшипников рассмотрим далее.



Рис. 2.1 – Функциональная схема автоматизации САУ смазки подшипников ленточного конвейера

3. Описание технических средств разработанной САУ смазки подшипников

3.1 Датчики и исполнительные механизмы

Термопреобразователи сопротивления медные ТСМ Метран-243

Для измерения температуры подшипников будем использовать термопреобразователь сопротивления ТСМ Метран-243 [5]. Данный термопреобразователь предназначен для измерения температуры малогабаритных подшипников и поверхности твердых тел.

В таблице 3.1 приведены основные характеристики ТСМ Метран-243.

Таблица 3.1 – Основные характеристики ТСМ Метран-243

Характеристика	Значение
Количество чувствительных элементов	1
НСХ	50М
Класс допуска	С
Схема соединений	4-х проводная
Диапазон измеряемых температур	-50 ... 120°С
Климатическое исполнение	У1.1 по ГОСТ 15150, но для значений температуры окружающего воздуха от -45° до 60°С; Т3 по ГОСТ 15150, но для значений температуры окружающего воздуха от -10° до 60°С с относительной влажностью до 98% при температуре 35°С
Периодичность поверки	не реже одного раза в 2 года
Методика поверки	в соответствии с ГОСТ 8.461
Масса	не более 0,3 кг
Средний срок службы	не менее 5 лет
Гарантийный срок эксплуатации	18 месяцев с момента ввода в эксплуатацию

Клапан электромагнитный фирмы SMART серии SA5578

Открытие масляной магистрали для подачи смазки к подшипникам будем использовать клапаны электромагнитные серии SA5578 [6]. Данные клапаны могут использоваться с различными типами смазок.

На рис. (3.1) показан внешний вид клапана SA5578. На рис.(3.2) – вид в разрезе.



Рис. 3.1 – Внешний вид клапана SA5578

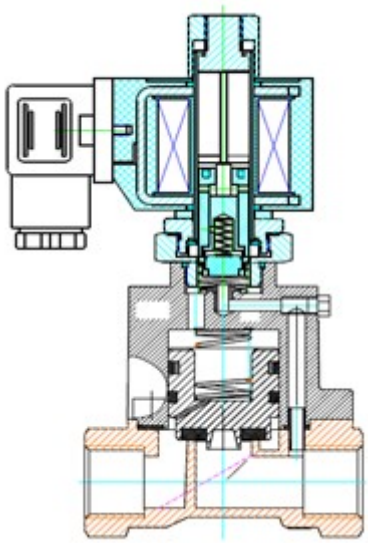

Рис. 3.2 – Вид клапана SA5578 в разрезе

Основные технические характеристики клапана серии SA5578:

- размеры – DN 15-50;
- присоединение: внутренняя резьба – G 3\8" - 2";
- корпус – латунь;
- материал уплотнения Teflon – нейтральные жидкости и газы, пар, пароводяная смесь от -30 до +185ºС;
- электромагнитные катушки класс защиты IP65 работают при напряжении переменного тока: AC220В, AC110В; AC24В или постоянного тока: DC24В; DC12В;
- рабочий перепад давления в трубопроводе: 0.5-25 бар;
- максимальный перепад давления на клапане до 25 бар;
- клапан соленоидный нормально-закрытый (без напряжения – закрыт);
- класс защиты: IP65.

Датчик давления Метран-55

Для контроля давления в системе автоматической смазки будем применять малогабаритный датчик Метран-55 [7], который обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин избыточного (ДИ), абсолютного (ДА) давления, разрежения (ДВ), давления-разрежения (ДИВ) нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал.

Внешний вид датчика Метран-55 показан на рис. (3.3).



Рис. 3.3 – Внешний вид датчика Метран-55

Основные технические характеристики датчика Метран-55:

- погрешность измерений ±0,15; ±0,25; ±0,5%;
- диапазон перенастройки 10:1;
- измеряемые среды: жидкость, пар, газ (в т.ч. газообразный кислород);
- диапазон измеряемых давлений – минимальный 0-0,06 МПа, максимальный 0-100 МПа;
- выходной сигнал: 4-20, 0-5 мА;
- температура окружающего воздуха: -40...70°С;
- исполнения – кислородное; взрывозащищенное (ExiaIICT5X, ExibIICT5X, 1ExdsIIBT4/H2X);
- межповерочный интервал – 3 года;
- степень защиты от воздействия пыли и воды – IP65;
- внесены в Госреестр средств измерений под №18375-08, сертификат №32479, ТУ 4212-009-12580824-2002 (МП).

Смазочный насос Quiclub P-203

Смазочный насос Quiclub P-203 [8] применяется в системах от 1-2 до 300 точек смазки. Насос работает циклично (работа-пауза). Подаёт смазку консистенции по классу смазки по NLGI 2 при температурах воздуха от - 40°C до +70° C или минеральных масел с минимальной вязкостью 40 mm²/s (cST).

В таблице 3.2 приведены основные технические характеристики насоса Quiclub P-203.

Таблица 3.2 – Основные технические характеристики насоса P-203

Характеристика	Значение
Насос	
Температура окр. воздуха	-40° C до 70° C
Количество выпусков	1,2 или 3
Ёмкость	2 л, 4 л, 8 л
Заполнение	через пресс-маслёнку или сверху
Смазочное вещество	консистенция класса NLGI 2, минеральные масла с мин. вязкостью 40mm²/s (cST) при 40° C
Степень защиты	IP6K
Электроподключение	
Входное напряжение	94 - 265 VAC; 47 - 63 Hz
Входной ток	200 m A при 230 VAC
Импульс ток	< 30 A
Тип защиты	T 1,25 A/250 внтренний
Выходное напряжение	24 VDC +/- 1 %
Ограничение тока	кратковременное
Защита от перегрузки	да
Защита от холостого хода	да
Электродвигатель	
Максимальная продолжительность работы	30 минут
Рабочее напряжение	24VDC
Максимальный ток	3 A
Частота вращения	17 об/мин

На рис. (3.4) показан внешний вид насоса .

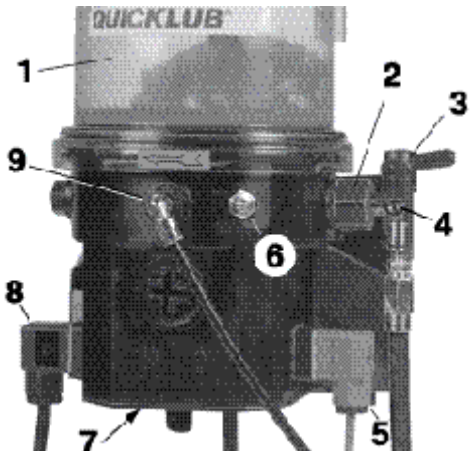

Рис. 3.4 – Детали смазочного насоса Quiclub P-203

Обозначения на рис. (3.4):

- 1 – емкость;
- 2 – насосный элемент;
- 3 – предохранительный клапан;
- 4 – маслёнка;
- 5 – колодка подключения 2A1 для контроля уровня;
- 6 – пресс-маслёнка;
- 7 – блок управления;
- 8 – колодка подключения 1A1;
- 9 – подключение обратки.

На рис. (3.5) показан вид насосного элемента насоса Quiclub P-203.

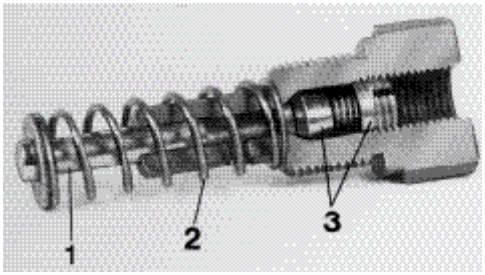

Рис. 3.5 – Насосный элемент насоса Quiclub P-203

Принцип работы насоса Quiclub 203 изображен на рис.(3.6) и рис.(3.7). Обозначения на рис.(3.6) и рис.(3.7):

- 1 – эксцентрик;
- 2 – поршень;
- 3 – пружина;
- 4 – обратный клапан.

Электрический двигатель приводит во вращение эксцентрик 1. Во время работы поршень засасывает смазку из ёмкости. Затем поршень подаёт смазку через распределители к подключенным точкам трения.

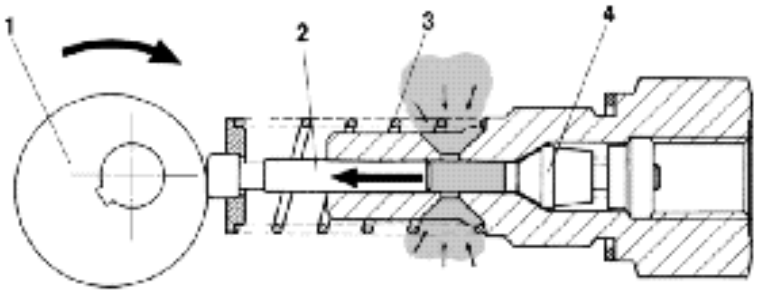

Рис. 3.6 – Фаза засасывания

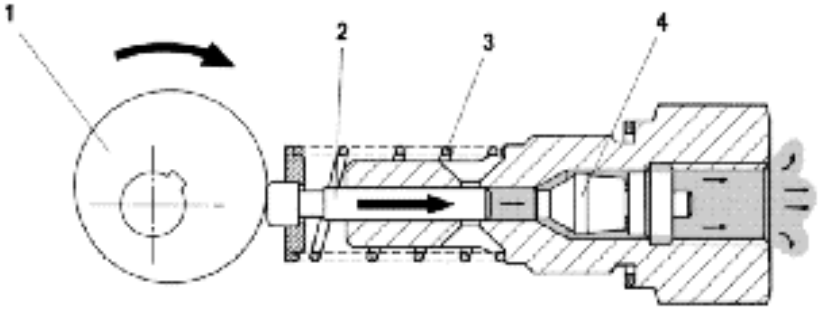

Рис. 3.7 – Фаза подачи

При диаметре рабочего поршня 5 мм величина подачи – 2 см³/мин, при диаметре рабочего поршня (стандартный) – 6 мм величина подачи 2,8 см³/мин, при диаметре рабочего поршня 7 мм величина подачи 4 см³/мин.

На рис.(3.8) показана принципиальная схема подключения насоса Quiclub P-203.

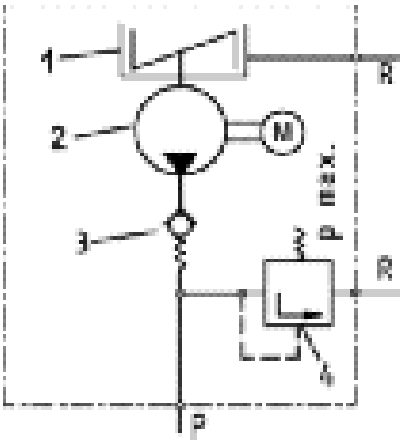

Рис. 3.8 – Принципиальная схема подключения насоса Quiclub P-203

Обозначения на рис.(3.8):

- 1 – емкость с мешалкой;
- 2 – насос;
- 3 – обратный клапан (предотвращает поступление смазки из магистрали);
- 4 – предохранительный клапан;
- P – магистраль нагнетания;
- R – обратная магистраль.

На рис.(3.9) показана схема подключения насоса Quiclub 203 без блока управления.

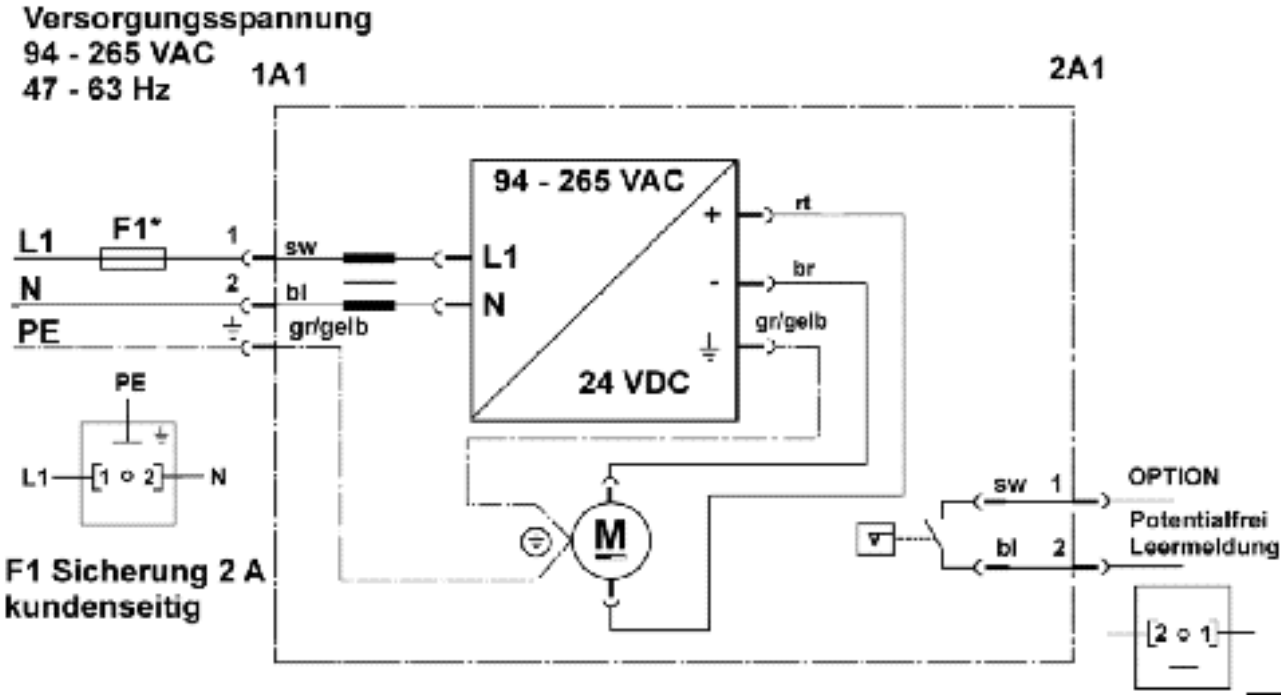

Рис. 3.9 – Схема подключения насоса Quiclub P-203 без блока управления

Спецификация технических средств автоматизации

Спецификация выбранных средств автоматизации приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Спецификация на технические средства автоматизации САУ смазки

Позиция	Наименование и техническая характеристика оборудования	Тип, марка оборудования	Код оборудования,изделия,материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Кол-во	Масса единицы оборудования,кг	Примечание
TT 1-1 TT 1-2	Термопреобразователи сопротивления медные ТСМ	Метран-243	—	ПГ «Метран», Россия, г. Челябинск	шт	2	0,3	—
TV 1-1 TV 1-2	Клапан электромагнитный латунный муфтовый двухходовой нормально открытый	SA5578	—	Smart Hydrodynamic Systems	шт	2	1,7	—
NS 1-1	Смазочный насос	Р-203	—	Quicklub	шт	1	31	—
PT 1-1 PT 1-2	Датчик давления Выход – 4-20 мА	Метран-55	—	ПГ «Метран», Россия, г. Челябинск	шт	2	0,6	—

3.2 Программируемый логический контроллер

ОВЕН ПЛК150

Для управления системой смазки подшипников приводного и хвостового барабанов ленточного конвейера будем использовать программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК150 [9].

Данный контроллер представляет из себя моноблочный контроллер с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту для автоматизации малых систем. Внешний вид ОВЕН ПЛК150 показан на рис. (3.10).



Рис. 3.10 – Внешний вид ОВЕН ПЛК150

Особенностями ОВЕН ПЛК150 являются:

- компактный DIN-реечный корпус;
- дискретные и аналоговые входы/выходы на борту;
- наличие последовательных портов (RS-485, RS-232) и Ethernet;
- расширение количества точек ввода/вывода осуществляется путем подключения внешних модулей ввода/вывода по любому из встроенных интерфейсов.

Конкурентными преимуществами ОВЕН ПЛК150 являются:

1. Отсутствие встроенной операционной системы, что повышает надежность работы контроллеров.
2. Скорость работы дискретных входов – до 10 КГц при использовании подмодулей счетчика. Большое количество интерфейсов на борту: Ethernet, последовательных порта.
3. Расширенный температурный диапазон работы: от –20 до +70 С.
4. Встроенный аккумулятор, позволяющий «пережидать» пропадание питания: выполнение программы при пропадании питания и перевод выходных элементов в «безопасное состояние».
5. Встроенные часы реального времени.
6. Контроллер поддерживает работу с нестандартными протоколами по любому из портов, что позволяет подключать такие устройства как электро-, газо-, водосчетчики, считыватели штрих-кодов и т.п.

На рис. (3.11) показана функциональная схема ОВЕН ПЛК150.

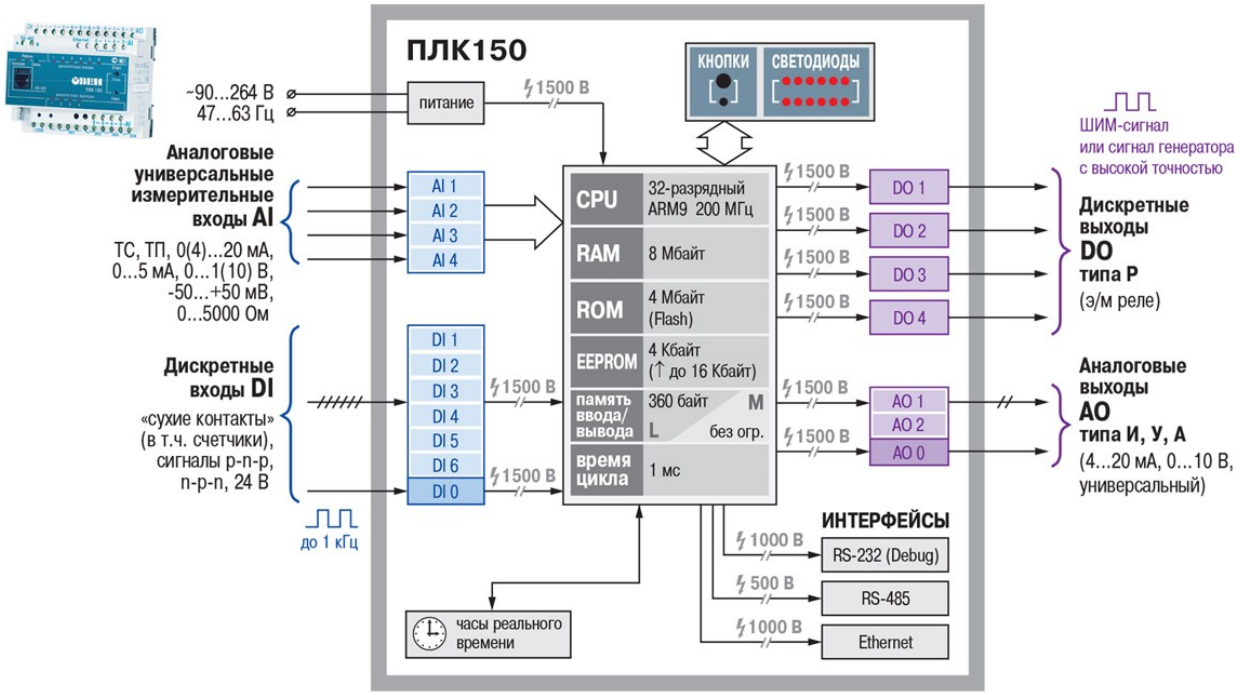

Рис. 3.11 – Функциональная схема ОВЕН ПЛК150

Общие сведения о контроллере ОВЕН ПЛК150 приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Общие сведения о контроллере ОВЕН ПЛК150

Конструктивное исполнение	Унифицированный корпус для крепления на DIN-рейку (ширина 35 мм), длина 105 мм (6U), шаг клемм 7,5 мм
Степень защиты корпуса	IP20
Напряжение питания: ПЛК150-220	90... 264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47... 63 Гц
Потребляемая мощность	6 Вт
Индикация передней панели	1 индикатор питания 6 индикаторов состояний дискретных входов 4 индикатора состояний выходов 1 индикатор наличия связи с CODESYS 1 индикатор работы программы пользователя

В таблице 3.5 приведена информация о ресурсах центрального процессора и памяти ОВЕН ПЛК150.

Таблица 3.5 – Ресурсы ОВЕН ПЛК150

Центральный процессор	32-разрядный RISC-процессор 200 МГц на базе ядра ARM9
Объем оперативной памяти	8 MB
Объем энергонезависимой памяти хранения ядра CODESYS, программ и архивов	4 MB
Размер Retain-памяти	4 кВ
Время выполнения цикла ПЛК	Минимальное 250 мкс (нефиксированное), типовое от 1 мс

В таблице 3.6 приведена информация о дискретных входах ОВЕН ПЛК150.

Таблица 3.6 – Информация о дискретных входах ОВЕН ПЛК150

Количество дискретных входов	6
Гальваническая изоляция дискретных входов	есть, групповая
Электрическая прочность изоляции дискретных входов	1,5 кВ
Максимальная частота сигнала, подаваемого на дискретный вход: - при программной обработке - при применении аппаратного счетчика - при применении обработчика энкодера	 1 кГц 10 кГ 1 кГц

В таблице 3.7 приведена информация о характеристиках дискретных входных сигналов ОВЕН ПЛК150.

Таблица 3.7 – Характеристики дискретных входных сигналов ОВЕН ПЛК150

Модификация контроллера	Сигнал, подаваемый на дискретный вход	Комментарий
ПЛК150-220	С помощью сухого контакта или ключа, коммутирующего общую клемму дискретных входов и клемму конкретного входа	Суммарное сопротивление контакта и линии подключения должно быть не более 100 Ом

В таблице 3.8 приведена информация о дискретных выходах ОВЕН ПЛК150.

Таблица 3.8 – Информация о дискретных выходах ОВЕН ПЛК150

Количество дискретных выходов	4 э/м рел
Характеристики дискретных выходов	Ток коммутации до 2 А при напряжении не более 220 В 50 Гц и cos j > 0,4
Гальваническая изоляция дискретных выходов	есть, индивидуальная
Электрическая прочность изоляции дискретных выходов	1,5 кВ

В таблице 3.9 приведена информация об аналоговых входах ОВЕН ПЛК150.

Таблица 3.9 – Информация об аналоговых входах ОВЕН ПЛК150

Количество аналоговых входов	4
Типы поддерживаемых унифицированных входных сигналов	Напряжение 0...1 В, 0...10 В, -50...+50 мВ Ток 0...5 мА, 0(4)...20 мА Сопротивление 0...5 кОм
Типы поддерживаемых датчиков	Термосопротивления: ТСМ50М, ТСП50П, ТСМ100М, ТСП100П, ТСН100Н, ТСМ500М, ТСП500П, ТСН500Н, ТСП1000П, ТСН1000Н Термопары: ТХК (L), ТЖК (J), ТНН (N), ТХА (K), ТПП (S), ТПП (R), ТПР (B), ТВР (A-1), ТВР (A-2)
Разрядность встроенного АЦП	16 бит
Внутреннее сопротивление аналогового входа: в режиме измерения тока в режиме измерения напряжения 0...10 В	 50 Ом Около 10 кОм
Время опроса одного аналогового входа	0,5 с
Предел основной приведенной погрешности измерения аналоговыми входами	0,5 %
Гальваническая изоляция аналоговых входов	отсутствует

В таблице 3.10 приведена информация об аналоговых входах ОВЕН ПЛК150.

Таблица 3.10 – Информация об аналоговых выходах ОВЕН ПЛК150

Количество аналоговых выходов	2
Разрядность ЦАП	10 бит
Тип выходного сигнала ПЛК 150-И ПЛК 150-У ПЛК 150-А	Ток 4...20 мА Напряжение 0...10 В Ток 4...20 мА или напряжение 0...10 В
Питание аналоговых выходов	встроенное, общее на все выходы
Гальваническая изоляция аналоговых выходов	есть, групповая
Электрическая прочность изоляции аналоговых выходов	1,5 кВ

В таблице 3.11 приведена информация о характеристиках встроенных выходных аналоговых элементов ОВЕН ПЛК150.

Таблице 3.11 – Информация о характеристиках встроенных выходных аналоговых элементов ОВЕН ПЛК150

Обозначение на модуле	Наименование	Характеристики
И	Цифроаналоговый преобразователь «параметр – ток 4...20 мА»	Сопротивление нагрузки от 0 до 900 Ом
У	Цифроаналоговый преобразователь «параметр – напряжение 0...10 В»"	Сопротивление нагрузки от 2 кОм
А	Цифроаналоговый преобразователь «параметр – ток 4...20 мА или напряжение 0...10 В»	Сопротивление нагрузки от 150 до 900 Ом для токового сигнала и свыше 10 кОм для сигнала напряжения

В таблице 3.12 приведена информация об интерфейсах связи ОВЕН ПЛК150.

Таблица 3.12 – Информация об интерфейсах связи ОВЕН ПЛК150

Интерфейсы	Ethernet 100 Base-T RS-232 RS-485
Скорость обмена по интерфейсам RS	от 4800 до 115200 bps
Протоколы	ОВЕН Modbus-RTU, Modbus-ASCII DCON Modbus-TCP GateWay (протокол CODESYS)

В таблице 3.13 приведена информация о поддерживаемых интерфейсах и протоколах связи ОВЕН ПЛК150.

Таблица 3.13 – Информация об интерфейсах и протоколах связи ОВЕН ПЛК150

Протокол	Интерфейс	Применение
ОВЕН	RS-232 RS-485	Поддержка модулей ввода/вывода линейки ОВЕН Mx110. Работа в сетях ОВЕН совместно с ТРМ2xx
Modbus RTU Modbus ASCII	RS-232 RS-485	Поддержка модулей ввода/вывода ОВЕН Mx110 и операторских панелей (ОВЕН СП307/СП310), связь со SCADA-системами.
Modbus TCP	Ethernet 10/100 Mbps	Передача данных на верхний уровень (в SCADA-системы).
DCON	RS-232 RS-485	Поддержка модулей ввода/вывода ICP DAS I-7xxx, ADAM
GateWay (протокол CODESYS)	RS-232 Ethernet 10/100 Mbps	Программирование контроллера, отладка пользовательской программы.

Программирование ОВЕН ПЛК150 осуществляется в приложении CODESYS 2.3.8.1 (и старше) с помощью интерфейса RS-232 или Ethernet.

Контроллеры ОВЕН ПЛК150 позволяют организовать шлюз между приборами с протоколом ОВЕН (RS-485) и промышленными сетями с протоколами Modbus, Modbus TCP, DCON.

Пользователь имеет возможность реализовать в среде программирования CODESYS собственный протокол, не поддерживаемый ОВЕН ПЛК150. В этом случае он может воспользоваться специальной библиотекой, которая открывает низкоуровневый доступ к последовательным портам ОВЕН ПЛК150 (библиотека входит в комплект поставки контроллера).

В таблице 3.14 показано назначение светодиодных индикаторов на лицевой панели контроллера.

Таблица 3.14 – Назначение светодиодных индикаторов на лицевой панели контроллера ОВЕН ПЛК150

	Светодиодная индикация: - наличия питания; - работы программы; - наличия связи со средой программирования CoDeSys; - состояния дискретных входов; - состояния дискретных выходов.
	Кнопка «Старт/Стоп» предназначена для запуска и остановки программы в контроллере
	Скрытая кнопка «Сброс» предназначена для перезагрузки контроллера (нажимается тонким заостренным предметом)

На рис. (3.12) показана схема подключения входов и выходов контроллера ОВЕН ПЛК150.

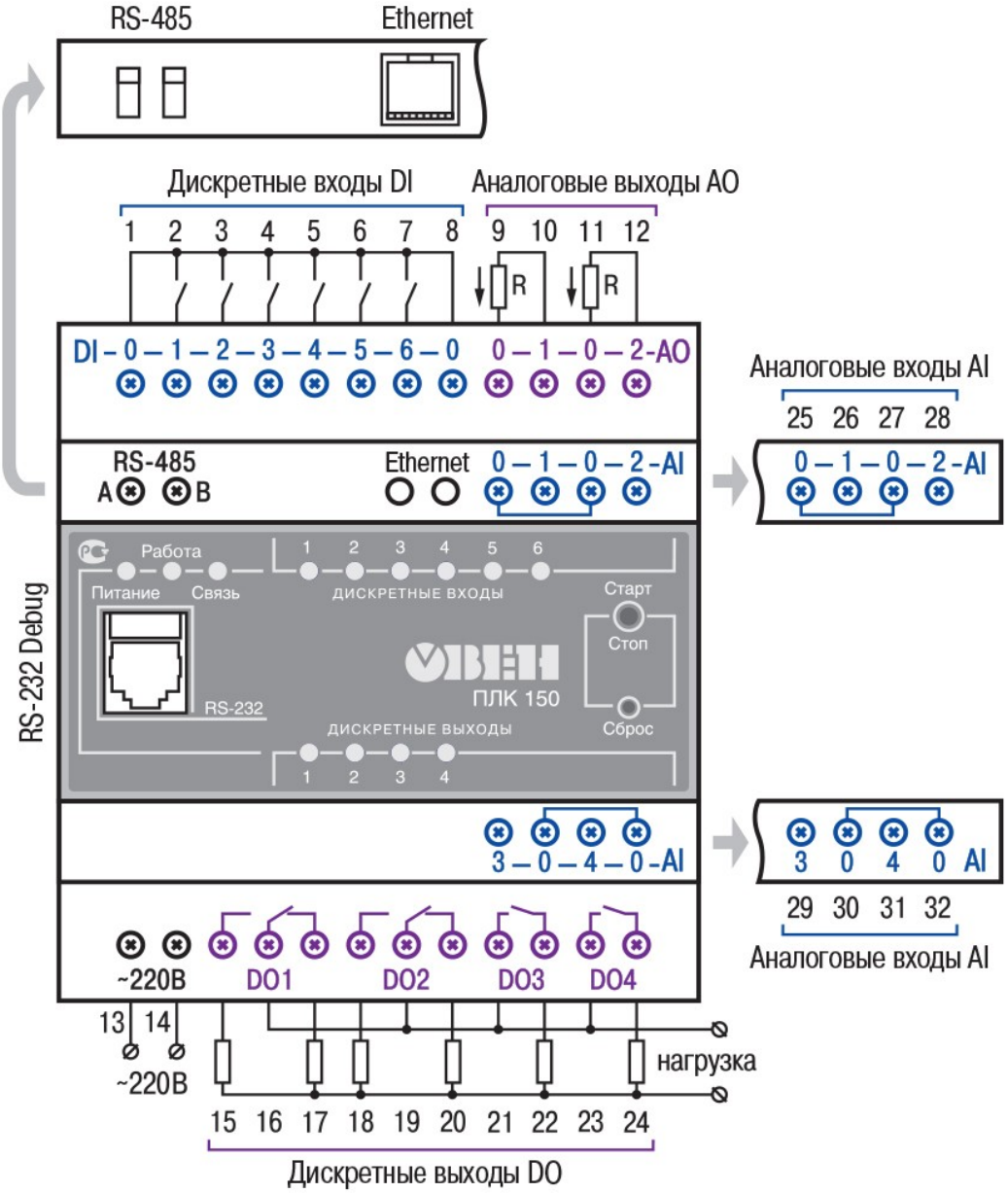

Рис. 3.12 – Схема подключения ОВЕН ПЛК150-220

При подключении аналоговых выходов ПЛК 150 необходимо учитывать, что нагрузочное сопротивление аналогового выхода:

- R ≤ 900 Ом при выходном сигнале «ток 4...20 мА»,
- R > 2 кОм при выходном сигнале «напряжение 0...10 В».

Подключение внешнего блока питания для аналоговых выходов не требуется, блок питания встроен в контроллер.

На рис.(3.13) приведена схема подключения датчиков к дискретным входам ПЛК150. Датчик с выходом типа «сухой контакт» подключается к клеммам «0» и «х» соответствующего дискретного входа DI.



Рис. 3.13 – Схема подключения датчиков к дискретным входам ПЛК150

На рис.(3.14) показана схема подключения к ПЛК150 дискретных датчиков с полупроводниковым выходным каскадом.

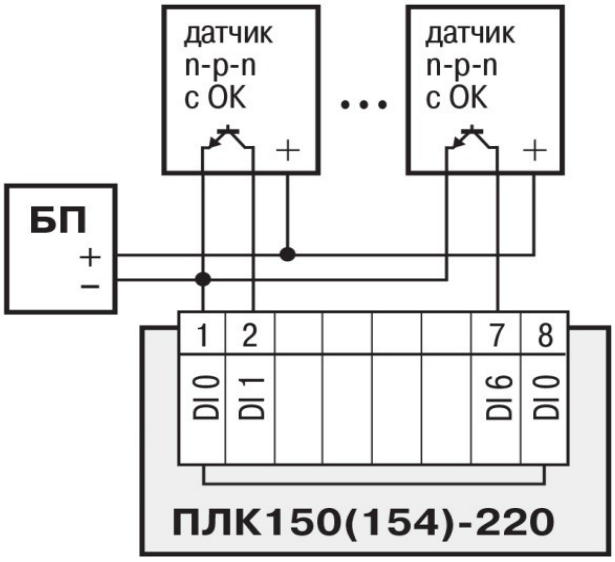

Рис. 3.14 – Схема подключения к ПЛК150 дискретных датчиков с полупроводниковым выходным каскадом

На рис.(3.15) приведена схема подключения аналоговых датчиков к аналоговым входам ПЛК150. К клеммам «0» и «x» соответствующего аналогового входа AI могут подключаться датчики с выходом «напряжение» или «ток», также возможно подключение термопары.

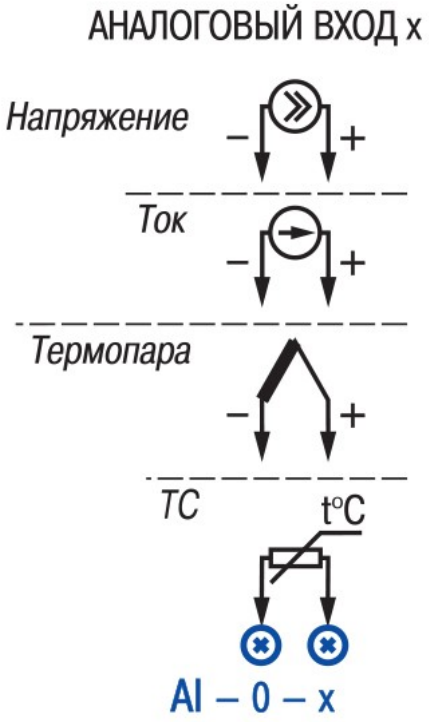

Рис. 3.15 – Схема подключения датчиков к аналоговым входам ПЛК150

Один из вариантов применения контроллера ОВЕН ПЛК 150 в системах автоматизации показан на рис.(3.16).

По сети RS232 контроллер может связываться с персональным компьютером, например, для разработки программ приложений в среде CoDeSys.

По сети Modbus контроллер может связываться с модулями ввода/вывода, различными измерителями, регистраторами и прочими устройствами, имеющими интерфейс Modbus.

По сети Ethernet контроллер может связываться через Switch с компьютером на котором установлена SCADA-система, с графическими панелями операторского интерфейса и другими устройствами, имеющими интерфейс Ethernet.

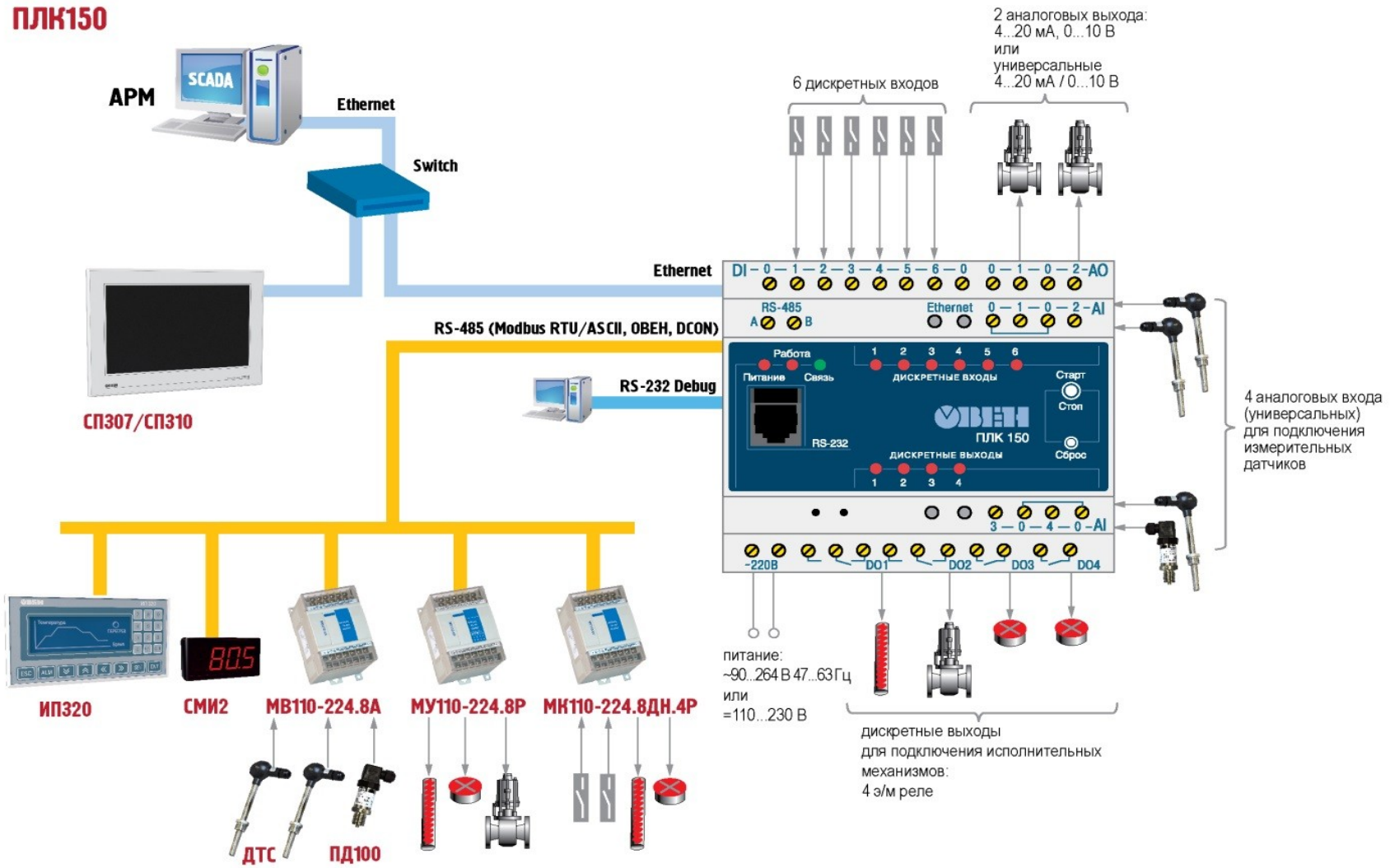

Рис. 3.16 – Схема автоматизации на основе ОВЕН ПЛК 150

Модуль ввода дискретных сигналов МВ110-16Д

В случае, кода для реализации системы автоматизации будет недостаточно встроенных дискретных входов контроллера ОВЕН ПЛК150, можно использовать модуль ввода дискретных сигналов МВ110-16Д [10].

Прибор МВ110-16Д предназначен для сбора данных со встроенных дискретных входов с передачей их в сеть RS-485.

Внешний вид модуля дискретного ввода МВ110-16Д показан на рис.(3.17).



Рис. 3.17 – Внешний вид модуля дискретного ввода МВ110-16Д

Встроенные дискретные входы могут работать в режиме счетчиков импульсов частотой до 1 кГц. Прибор МВ110-16Д работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

Прибор МВ110-16Д не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, ПК с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор.

К прибору МВ110-16Д предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование прибора МВ110-16Д осуществляется на персональном компьютере через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например ОВЕН АС3-М или АС4) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки.

Прибор МВ110-16Д отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

Прибор эксплуатируется при следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от минус 10 до +55 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха 80 % при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения В4 по ГОСТ 12997-84. По устойчивости к воздействию атмосферного давления прибор относится к группе Р1 по ГОСТ 12997-84. По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения N1 по ГОСТ 12997-84.

В таблице 3.15 приведены основные характеристики прибора МВ110-16Д. В таблице 3.16 – основные характеристики дискретных входов прибора МВ110-16Д.

На рис.(3.18) показана схема подключения прибора МВ110-16Д к датчикам с выходом типа «сухой контакт». На рис.(3.19) – схема подключения прибора МВ110-16Д к датчикам с выходом типа N-P-N с открытым коллектором.

Таблица 3.15 – Основные характеристики прибора МВ110-16Д

Наименование	Значение
Потребляемая мощность, ВА, не более	6
Количество дискретных входов	16
Интерфейс связи с компьютером	RS-485
Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/сек	115200
Протокол связи, используемый для передачи информации	ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON
Степень защиты корпуса	IP20
Габаритные размеры прибора, мм	(63x110x73)±1
Масса прибора, кг, не более	0,5
Средний срок службы, лет	8

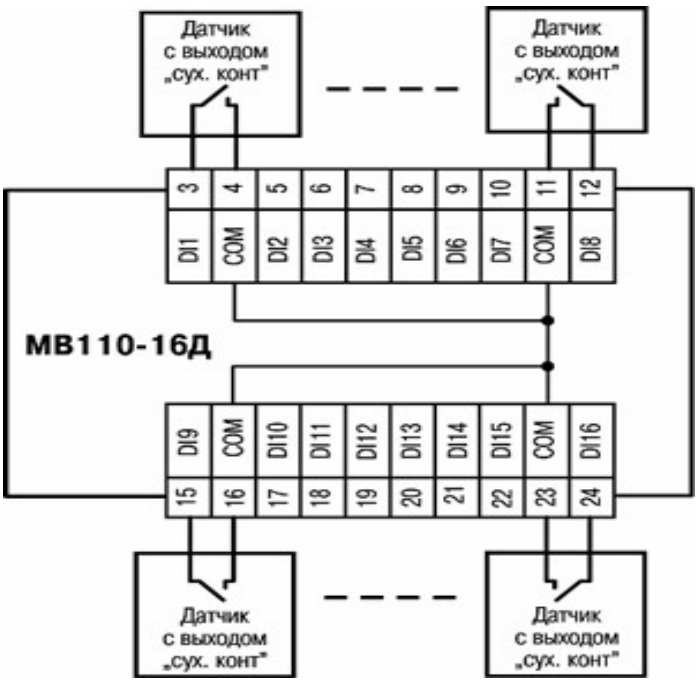

Рис. 3.18 – Схема подключения прибора МВ110-16Д к датчикам с выходом типа «сухой контакт»

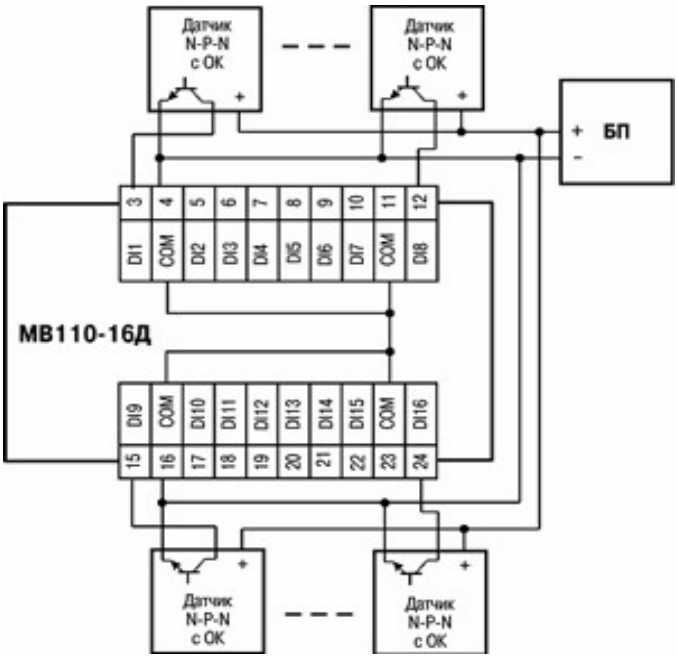

Рис. 3.19 – Схема подключения прибора МВ110-16Д к датчикам с выходом типа N-P-N с открытым коллектором

Таблица 3.16 – Основные характеристики дискретных входов прибора МВ110-16Д

Наименование параметра	Дискретный вход (Д)	Дискретный двунаправленный вход (изолированный) (ДН)
Гальваническая развязка дискретных входов	-	Групповая
Электрическая прочность изоляции дискретных входов, В	-	1500
Максимальная частота сигнала, подаваемого на дискретный вход, кГц	1	
Минимальная длительность импульса, воспринимаемого дискретным входом, мс	0.5 (скважность 2 для частоты 1 кГц)	
Напряжение питания дискретных входов, В	-	24±3
Максимальный входной ток дискретного входа, мА, не более	7	8,5 (при напряжении питания входа 27В)
Ток «логической единицы», мА, не менее	-	4,5
Ток «логического нуля», мА, не более	-	1,5
Сопротивление контакта (ключа) и соединительных проводов, подключаемых к дискретному входу, Ом, не более	100	-
Тип датчика дискретного входа	Коммутационные устройства (контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т.п.). Датчики, имеющие на выходе транзисторный ключ n-p-n- типа (открытый коллектор).	Коммутационные устройства (контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т.п.). Датчики, имеющие на выходе транзисторный ключ n-p-n- типа (открытый коллектор) или p-n-p- типа.

Модуль ввода аналоговых сигналов МВ110-8А

В основу модуля ввода аналоговых сигналов МВ110-8А [11] положен широко распространенный стандарт проводной связи RS-485. Все модули используют для коммуникации простые протоколы, основанные на принципе «запрос-ответ».

Внешне модуль МВ110-8А похож на модуль МВ110-16Д (рис. 3.17).

Модуль расширения МВ110-8А работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Тип протокола определяется прибором МВ110-8А автоматически.

Прибор МВ110-8А не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, персональный компьютер с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор. В качестве Мастера сети могут использоваться контроллеры ОВЕН ПЛК и т.п.

К прибору МВ110-8А предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование прибора МВ110-8А осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3-М или АС4, соответственно) с помощью программы «Конфигуратор М110»**,** входящей в комплект поставки.

Опрос входов происходит последовательно, т.е. опрос восьми входов займет время, равное сумме опросов входов с 1 по 8.

Прибор МВ110-8А эксплуатируется при следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от минус 10 до +55 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха 80 % при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения В4 по ГОСТ Р 52931-2008. По устойчивости к воздействию атмосферного давления прибор относится к группе Р1 по ГОСТ Р 52931-2008. По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения N1 по ГОСТ Р 52931-2008. По электромагнитной совместимости модули относятся к оборудованию класса А по ГОСТ Р 51522-99.

В таблице 3.17 приведены характеристики модуля расширения ОВЕН МВ110-8А.

Таблица 3.17 – Характеристики модуля расширения ОВЕН МВ110-8А

Наименование	Значение
Напряжение питания	от 90 до 264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой от 47 до 63Гц или от 20 до 375 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В)
Потребляемая мощность, ВА	не более 6
Количество аналоговых входов	8
Время опроса одного входа	
термометры сопротивления, с	не более 0,9
термоэлектрические преобразователи и унифицированные сигналы постоянного напряжения и тока, с	не более 0,6
Предел основной приведенной погрешности при измерении: термоэлектрическими преобразователями, % термометрами сопротивления и унифицированными сигналами постоянного напряжения и тока, %	 ±0,5 ±0,25
Электрическая прочность изоляции цепей, В	1500
Интерфейс связи с компьютером	RS-485
Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/сек	115200
Протокол связи, используемый для передачи информации	ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON
Степень защиты корпуса	IP20 со стороны передней панели, IP00 со стороны клеммной колодки
Габаритные размеры прибора, мм, не более	63x110x73
Масса прибора, кг	не более 0,5
Средний срок службы, лет	10
Средняя наработка на отказ, ч	не менее 50 000

В таблице 3.18 приведены характеристики используемых на входе сигналов постоянного тока, напряжения и сопротивления.

Таблица 3.18 – Используемые на входе ОВЕН МВ110-8А сигналы постоянного тока, напряжения и сопротивления

Наименование	Диапазон измерений,%	Значение единицы младшего разряда, ед. изм.	Предел основной приведенной погрешности, %
Дискретные датчики с выходом типа «сухой контакт»			
Датчики контактные («сухие»)	0 и 100	Не устанавливается	±0,25
Сигнал постоянного напряжения			
от минус 50 до 50 мВ	0…100	0,1	±0,25
Унифицированные сигналы по ГОСТ 26.011-80			
от 0 до 1 В	0...100	0,1	±0,25
от 0 до 5 мА	0...100	0,1	±0,25
от 0 до 20 мА	0...100	0,1	
от 4 до 20 мА	0...100	0,1	
Датчики положения задвижек			
Резистивный (от 25 до 900 Ом)	от 2,8* до 100	1	±0,25
Резистивный (от 25 до 2000 Ом)	от 1,26* до 100	1	
Токовый от 0 (4) до 20 мА	от 0 до 100	1	±0,25
Токовый от 0 до 5 мА	от 0 до 100	1	

На рис. (3.20) показано обозначение клемм прибора ОВЕН МВ110-8А.

К прибору ОВЕН МВ110-8А можно подключать датчики температуры (термометр сопротивления) как показано на рис.(3.21).

Также возможно подключение ко входам ОВЕН МВ110-8А дискретных датчиков с выходом типа «сухой контакт» (рис. 3.22).

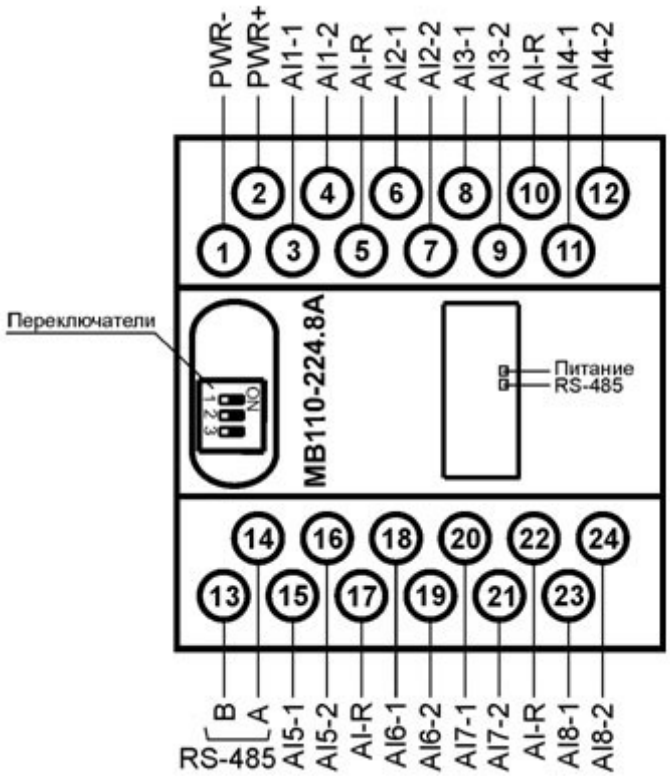

Рис. 3.20 – Обозначение клемм прибора ОВЕН MB110-8A

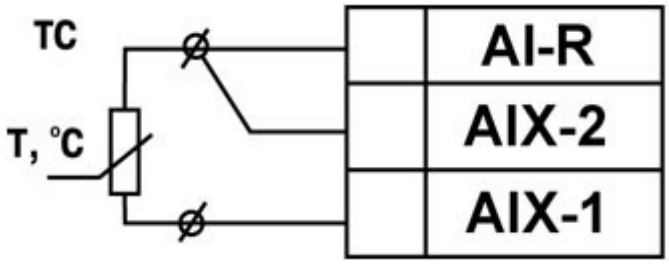

Рис. 3.21 – Схема подключения термометра сопротивления

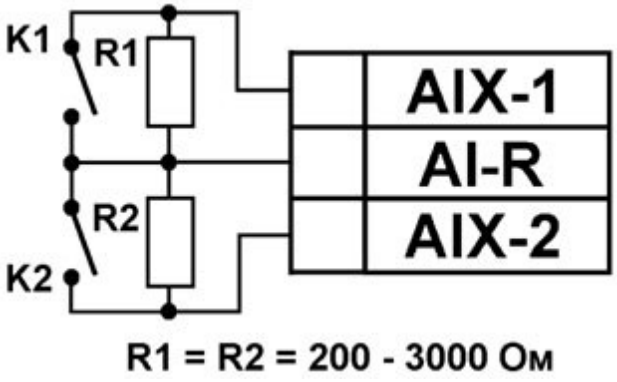

Рис. 3.22 – Схема подключения дискретных датчиков с выходом типа «сухой контакт»

Модуль дискретного вывода МУ110-16Р

Прибор МУ110-16Р [12] предназначен для управления по сигналам из сети RS-485 встроенными дискретными выходными элементами, используемыми для подключения исполнительных механизмов с дискретным управлением.

Внешне модуль дискретного вывода МУ110-16Р похож на модуль МВ110-16Д (рис. 3.15).

Встроенные выходные элементы могут работать в режиме ШИМ.

Прибор МУ110-16Р работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Прибор МУ110 не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, ПК с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор.

К прибору МУ110-16Р предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование прибора МУ110-16Р осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например ОВЕН АС3-М или АС4) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки.

Прибор МУ110-16Р отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

Прибор МУ110-16Р эксплуатируется при следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от минус 10 до +55 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха 80 % при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения В4 по ГОСТ 12997-84. По устойчивости к воздействию атмосферного давления прибор относится к группе Р1 по ГОСТ 12997-84. По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения N1 по ГОСТ 12997-84.

Основные особенности модуля дискретного вывода ОВЕН МУ110-16Р:

- 16 каналов дискретного вывода, групповая развязка;
- типы выходных элементов: Р – э/м реле 3 А ~250 В или =30 В;
- возможность выдачи ШИМ-сигнала с любого выхода;

- напряжение питания: ~220 В или =24 В (в зависимости от модификации);
- МУ110 работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

В таблице 3.19 приведены основные характеристики прибора МУ110-16Р.

На рис.(3.23) показана схема подключения клемм прибора МУ110-16Р.

Таблица 3.19 – Основные характеристики прибора МУ110-16Р

Наименование	Значение
Напряжение питания: МУ110-220.16Р МУ110-24.16Р МУ110-224.16Р	90...264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47…63Гц 18...29 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В) 90...264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47…63Гц или 20...375 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В)
Потребляемая мощность, ВА, не более МУ110-220(224).16Р(К) МУ110-24.16Р(К)	 12 6
Количество дискретных выходных элементов	16
Интерфейс связи с компьютером	RS-485
Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/сек	115200
Протокол связи, используемый для передачи информации	ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON
Степень защиты корпуса	IP20
Габаритные размеры прибора, мм	63x110x73
Масса прибора, кг, не более	0,5
Средний срок службы, лет	8

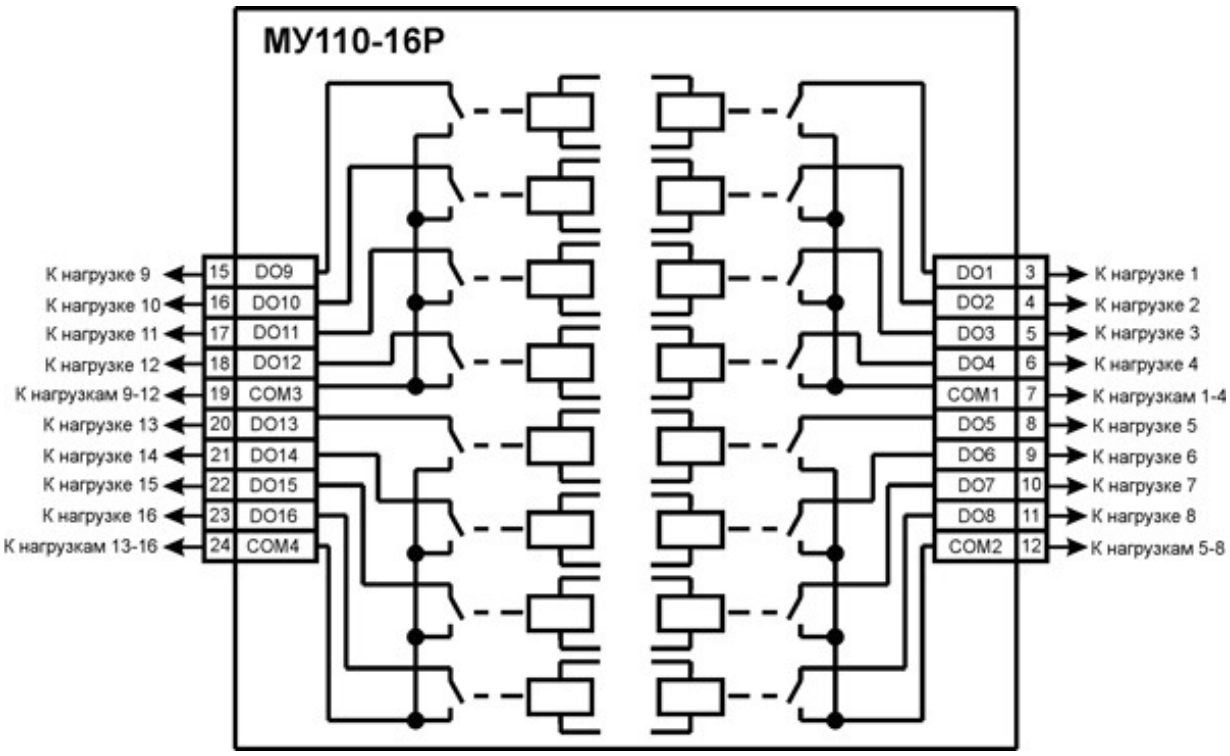

Рис. 3.23 – Схема подключения клемм прибора МУ110-16Р

Модуль аналогового вывода МУ110-6У

Прибор МУ110-6У [13] предназначен для преобразования цифровых сигналов, передаваемых по сети RS-485, в аналоговые сигналы диапазоном от 0 до 10 В для управления исполнительными механизмами или для передачи сигналов приборам регистрации и самописцам.

Внешне модуль аналогового вывода МУ110-6У похож на модуль МВ110-16Д (рис.3.15).

Прибор МУ110-6У работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

Прибор МУ110-6У не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, ПК с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор. В качестве мастера сети могут использоваться приборы ОВЕН ТРМ151, ТРМ133, контроллеры ОВЕН ПЛК и т.п.

К МУ110-6У предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование МУ110-6У осуществляется с помощью ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3-М или АС4,

соответственно) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки.

Прибор отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

Прибор эксплуатируется при следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от минус 10 до +55 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха 80 % при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения В4 по ГОСТ 12997-84. По устойчивости к воздействию атмосферного давления прибор относится к группе Р1 по ГОСТ 12997-84. По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения N1 по ГОСТ 12997-84.

В таблице 3.20 приведены характеристики модуля аналогового вывода МУ110-6У.

На рис.(3.24) приведен общий чертеж МУ110-6У.

На рис.(3.25) – схема подключения к ВЭ типа ЦАП 0…10 В.

Таблица 3.20 – Характеристики модуля МУ110-6У

Наименование	Значение
Напряжение питания: МУ110-220. 6У МУ110-24.6У МУ110-224.6У	 90...264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47…63Гц 18...29 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В) 90...264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47…63Гц или 20...375 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В)
Потребляемая мощность, ВА, не более	6
Количество аналоговых выходных элементов	6
Тип аналоговых выходных элементов	ЦАП «параметр – напряжение 0… 10 В»
Основная приведенная погрешность ЦАП, %, не более	± 0,5
Сопротивление нагрузки, подключаемое к выходу, кОм, не менее	2
Диапазон напряжений питания выхода , В	12...36
Интерфейс связи с компьютером	RS-485
Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/сек	115200
Протокол связи, используемый для передачи информации	ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON
Степень защиты корпуса	IP20
Габаритные размеры прибора, мм	63x110x73
Температура окружающего воздуха	От минус 10 до +55 °С;
Гарантийный срок, лет	2

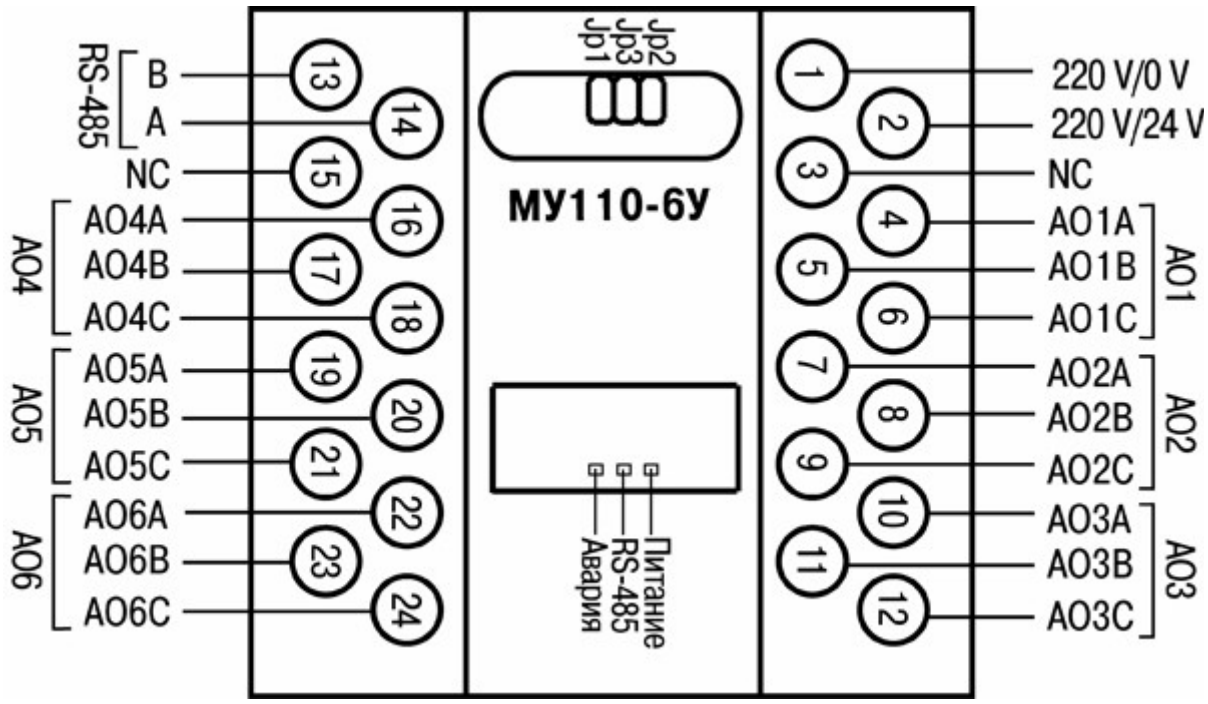

Рис. 3.24 – Общий чертеж МУ110-6У

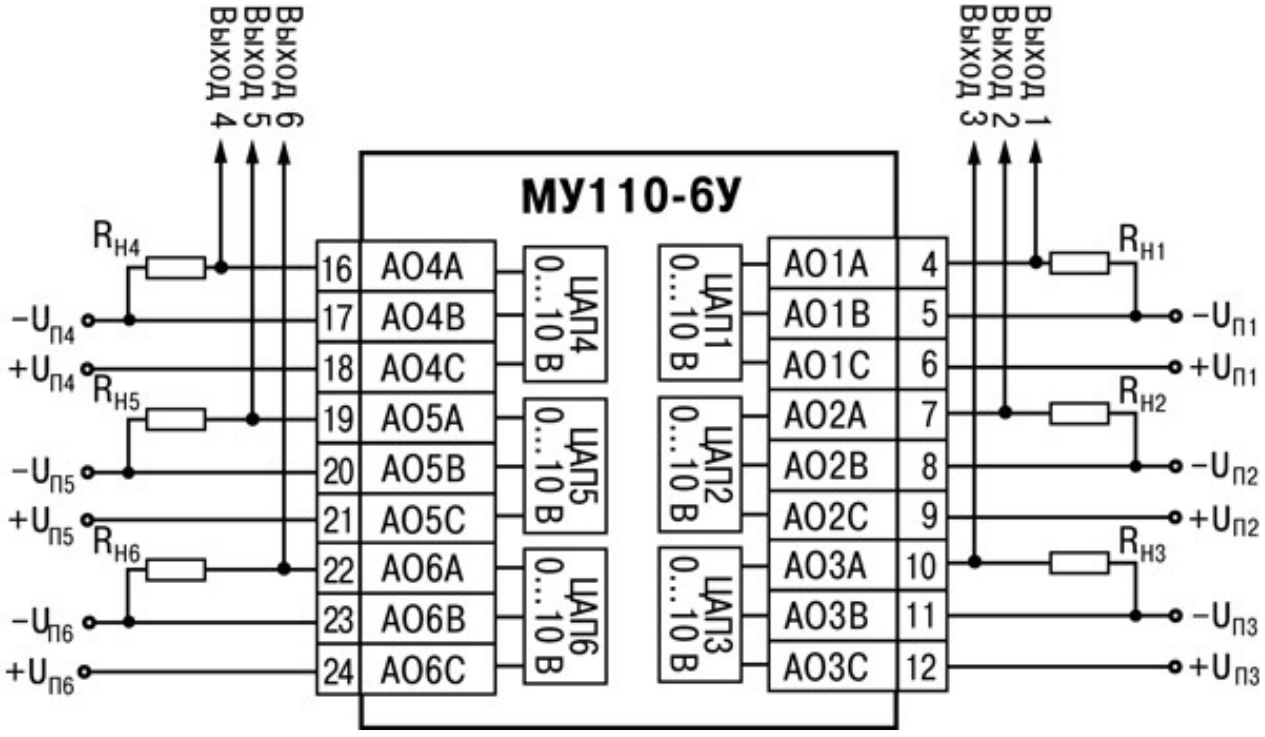

Рис. 3.25 – Схема подключения к ВЭ типа ЦАП 0…10 В

Сенсорная панель ОВЕН СП307

Для отображения необходимой информации о функционировании системы автоматизации и диалога с обслуживающим персоналом можно использовать сенсорную панель ОВЕН СП307 [14]. Данная панель может применяться совместно с ОВЕН ПЛК 150.

Данная сенсорная панель кроме наглядного отображения значений параметров и оперативного управления может вести архив событий или значений. Конфигурирование панели СП307 осуществляется в среде «Конфигуратор СП300».

Данная панель имеет графический сенсорный экран размером 7 дюймов. Также панель оснащена двумя последовательными интерфейсами RS-485/RS-232 для обмена с ПЛК и порт USB-B для подключения к компьютеру. В расширенной модификации (СП307-Р) присутствует Ethernet-порт для обмена данными с контроллером и порт USB для подключения USB-flash-накопителей.

Корпус панели СП307 с лицевой стороны защищен от пыли и влаги, степень защиты – IP65. Глянцевая поверхность лицевой стороны легко очищается.

На рис.(3.26) показана схема использования панелей СП3ХХ в сетях Ethernet и RS-485 (Modbus).

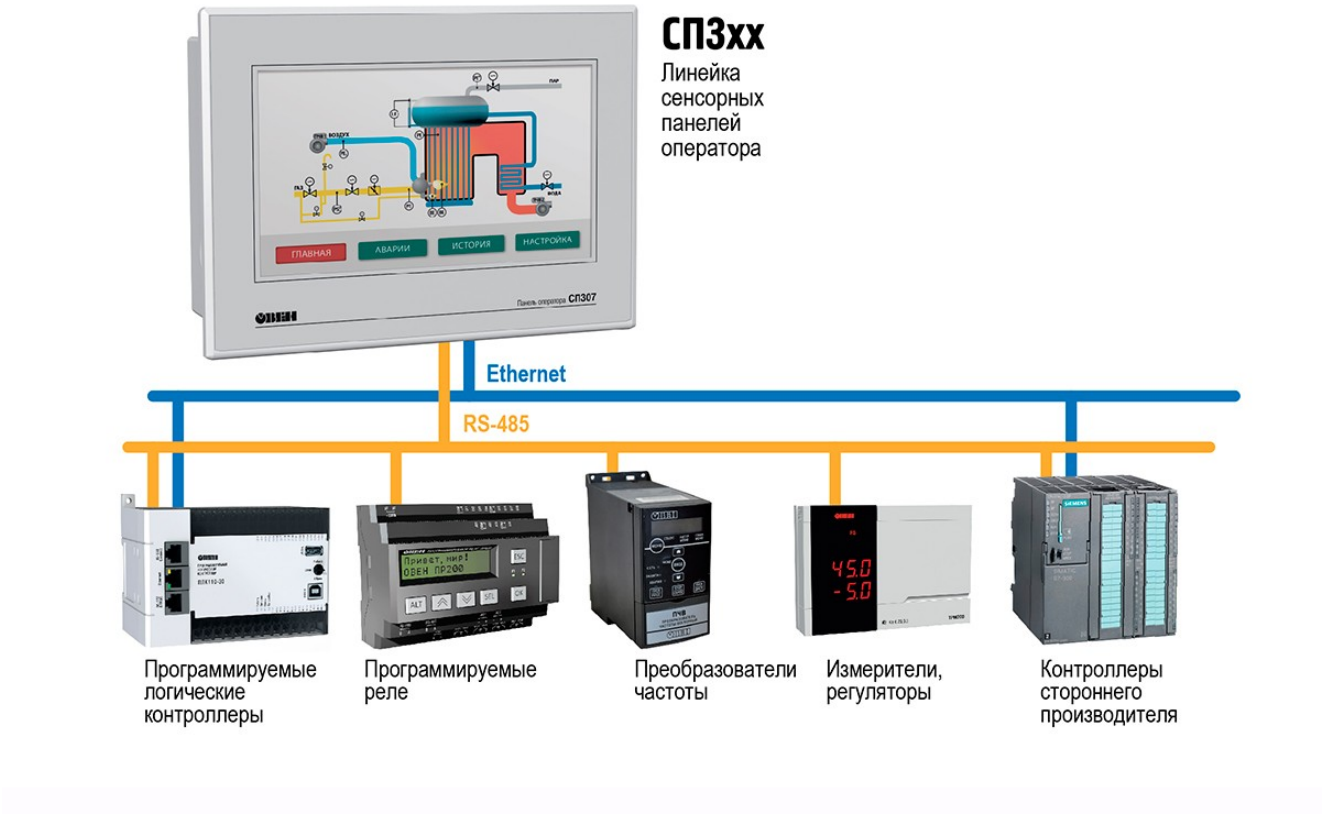

Рис. 3.26 – Схема использования панелей СП3ХХ в сетях Ethernet и RS-485

В таблице 3.21 приведена информация о технических характеристиках панели СП307.

Таблица 3.21 – Информация о технических характеристиках панели СП307

Наименование	Значение
Процессор	
Модель	AT91SAM9G35-CU
Частота, МГц	400
Человеко-машинный интерфейс	
Тип дисплея, диагональ, мм (в дюймах)	16,7 млн цветов TFT (7,0)
Разрешение дисплея, пиксел	800×480
Рабочая зона дисплея (ширина × высота), мм	154,1 × 85,9
Встроенные часы реального времени	есть
Память	
Память программ (Flash-RAM), Мб	128
Питание	
Тип питающего напряжения	постоянное
Диапазон питающего напряжения, В	23…27
Номинальное напряжение питания, В	24
Потребляемый ток, А, не более	0,25
Потребляемая мощность, Вт, не более	8
Корпус панели	
Конструктивное исполнение	для щитового крепления
Габаритные размеры (ширина × высота × глубина), мм	200,4×146,9×49
Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254: - с лицевой стороны - со стороны разъемов	 IP65 IP20
Масса (с элементами крепления), кг, не более	1,2
Количество (тип) портов	1 × PLC(DB9M) – RS-485, RS-232 1 × Download(DB9M) – RS-485, RS-232 1 × USB-Device (USB-B)
Протокол (тип связи и особенности работы)	Modbus RTU, Modbus ASCII
Скорость обмена по интерфейсам RS, бод	от 4800 до 187500

GSM/GPRS модем ОВЕН ПМ01

В том случае, если возникает необходимость информирования обслуживающего персонала и ответственных лиц о каких-то нештатных ситуациях или авариях на объекте с помощью SMS-сообщений, то актуально применение GSM/GPRS модем ОВЕН ПМ01 [15].

В случае системы автоматического смазывания подшипников ленточного конвейера можно предусмотреть информирование с помощью SMS-сообщений о превышении температуры допустимого предела.

Внешний вид модуля ОВЕН ПМ01 показан на рис.(3.27).

Основное предназначение GSM/GPRS модема ОВЕН ПМ01 – удаленный обмен данными через беспроводные системы связи стандарта GSM с оборудованием, оснащенным последовательными интерфейсами связи RS232 или RS485.

Данный модем имеет следующие особенности:

- защита от зависания – автоматическая перезагрузка модема;
- интерфейс RS-232 или RS-485;
- два варианта напряжения питания: 24В постоянного и 220В переменного тока;
- широкий диапазон температур: -30..+70

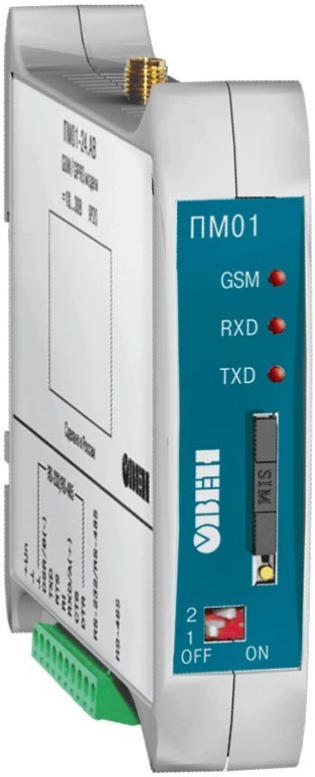

Рис. 3.27 – Внешний вид модуля ОВЕН ПМ01

Области применения модема ОВЕН ПМ01:

- системы сбора данных, диспетчеризации и управления;
- автоматические терминалы самообслуживания (платежные, вендинг и др.);
- системы охранной и противопожарной безопасности;
- удаленный контроль датчиков и различного оборудования, оснащенными последовательными интерфейсами;
- дистанционные измерения;
- доступ в Интернет.

Основные функциональные возможности ОВЕН ПМ01:

прием и передача SMS;

прием и передача данных с помощью CSD;

прием и передача данных с помощью GPRS;

работа с последовательными интерфейсами RS-232 или RS-485;

позволяет производить управление приемом и передачей данных по последовательным интерфейсам RS-232 или RS-485 с помощью AT-команд в соответствии со стандартами GSM 07.05 и GSM 07.07;

производит индикацию наличия обмена данными по последовательным портам RS-485 или RS-232;

производит индикацию наличия регистрации в сети GSM и наличия передачи данных в режиме GPRS.

Для организации обмена данными между SCADA-системой, через модемное соединение CSD, с устройством работающим по протоколу Modbus (ОВЕН ПЛК, модули ввода-вывода ОВЕН, ТРМ200, ТРМ201, ТРМ202, ТРМ138, ТРМ148, ТРМ133М и т.д.), необходимо использовать программный модуль Modbus OPC/DDE сервер.

3.3 Блок-схема комплексно-технических средств системы автоматизации

На рис.(3.28) показана разработанная блок-схема комплексно-технических средств (КТС) системы автоматизации конвейерной установки.

Данные КТС предназначены для реализации всех САУ конвейера, всех требуемых функций автоматизации, в том числе и САУ смазки подшипников.

Комплексно-технические средства системы автоматизации выполнены на основе ОВЕН ПЛК 150, дополнительных модулей ввода/вывода, сенсорной панели и GSM/GPRS модема.

К объекту автоматизации подключены измерительные преобразователи, которые передают измеренную информацию модулям аналогового (МВ110-8А) и дискретного ввода (МВ110-16Д). Исполнительные механизмы воздействуют на объект управления, получая управляющие сигналы от модулей аналогового (МУ110-6У) или дискретного (МУ110-16Р) вывода.

В блок-схеме КТС предусмотрена сенсорная панель ОВЕН СП307, с помощью которой можно реализовать диалог с оператором, обслуживающим персоналом, обеспечить требуемую визуализацию технологического процесса и отображение параметров различных САУ конвейерной установки.

Для информирования обслуживающего персонала или ответственных лиц об аварийных режимах работы, о превышении каких-либо параметров допустимых значений и других нештатных ситуаций возможно с помощью модуля ПМ01. Информирование выполняется по каналам связи GSM/GPRS.

Связь всех модулей между собой выполняется по шине RS485.

Программируемый контроллер ОВЕН ПЛК150 в свою очередь подключается к персональному компьютеру на котором установлено программное обеспечение для диспетчерского управления и сбора данных (SCADA).



Рис. 3.28 – Блок-схема комплексно-технических средств системы автоматизации на базе ПЛК ОВЕН

4. Описание математической модели как объекта управления

Математическую модель объекта управления можно представить на основе того, что известно следующее, температура подшипника зависит от:

- числа оборотов двигателя;
- нагрузки;
- количества и чистоты смазки.

При обычных условиях температура подшипника не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 30°С. Считаем температуру окружающей среды 40°С, тогда допустимая температура подшипника 70°С.

На рис.(4.1) показан объект управления и воздействия на него.

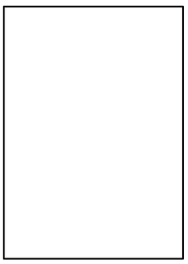

Рис. 4.1 – Объект управления и воздействие на него

Считаем, что при подаче постоянного количества смазки, достаточного для смазки подшипника передаточную функцию по каналу управления можно представить в виде

$$W_{упр}(p)=\frac{1}{100\,p+1}.$$

Передаточную функцию по каналу возмущений можно представить в виде

$$W_{возм}(p)=\frac{1}{100\,p+1}.$$

Также считаем, что подшипник имеет дополнительную тепловую инерционность, определяемую апериодическим звеном

$$W_{инерц}(p)=\frac{1}{200\,p+1}.$$

В соответствии с приведенными соотношениями на рис.(4.2) показана структурная схема математической модели объекта управления.

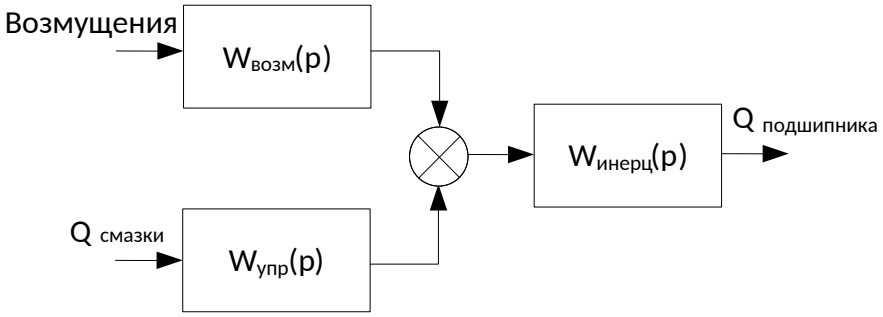

Рис. 4.2 – Структурная схема математической модели объекта управления

На основе приведенного математического описания в дальнейшем можно выполнить синтез САУ.

5. Расчет настроек регулятора разработанной САУ

5.1 Алгоритмическая схема САУ

Расчет настроек регулятора САУ автоматической смазки, замкнутой по температуре подшипника выполним на основе алгоритмической схемы. На рис.(5.1) приведена алгоритмическая структура САУ автоматической смазки подшипников для одного барабана конвейера. САУ смазки подшипника второго барабана имеет такую же структуру.

На рис.(5.1) обозначены: $Q_{зад}$ – заданная температура подшипника, ε – ошибка по температуре подшипника, $Q_{подшипника}$ – фактическая температура подшипника, АРМ – автоматизированное рабочее место. Непрерывные сигналы показаны в функции p, а дискретные – в функции z.

Данная алгоритмическая схема САУ соответствует реализации контура регулирования на основе программируемого логического контроллера. Структура регулятора температуры – релейный регулятор. Последнее связано с тем, что процесс смазки подшипников барабанов конвейера происходит дозированно, либо по мере необходимости (превышение допустимой температуры), либо через определенный интервал времени. С учетом дозированной смазки подшипников нет необходимости в непрерывном регулировании температуры подшипников.

5.2 Определение параметров регулятора САУ

Для релейного регулятора принимаем следующие параметры настройки:

- ширина зоны нечувствительности – 0;
- если $Q_{подшипника} \geq Q_{зад}$, то клапан подачи смазки открыт;
- если $Q_{подшипника} < Q_{зад}$, то клапан подачи смазки закрыт.



Рис. 5.1 – Алгоритмическая структура САУ автоматической смазки подшипников для одного барабана конвейера

6. Исследование качества управления разработанной САУ

Исследование качества управления разработанной САУ выполним в приложении Simulink пакета прикладных программ MatLab [16]. На рис.(6.1) показана Simulink-модель САУ смазки (температуры) подшипников.

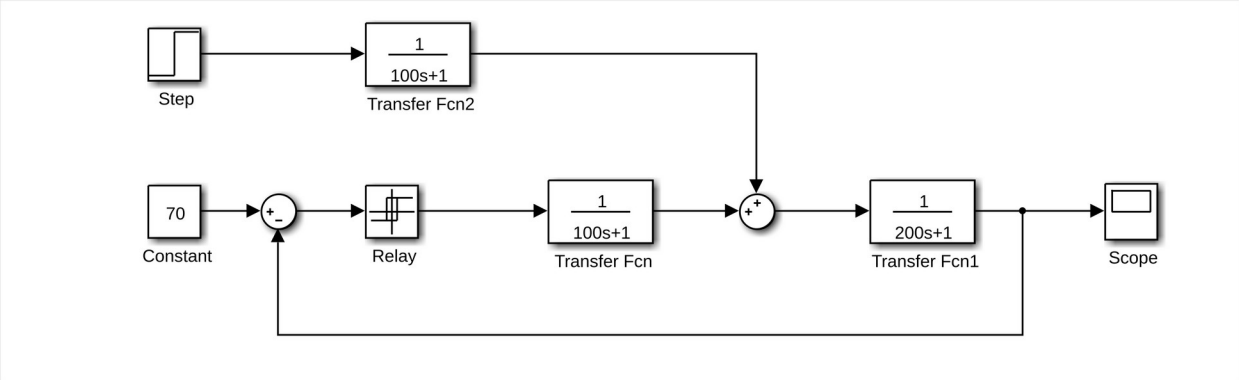

Рис. 6.1 – Simulink модель САУ смазки (температуры) подшипников

Обозначения на рис.(6.1):

- блок Step – задание возмущения по температуре (увеличение температуры подшипника на 5°С в момент времени 2000 с);
- блок Constant – уставка на температуру подшипника (70°С);
- блок Transfer Fcn соответствует передаточной функции канала управления (рис.6.1);
- блок Transfer Fcn2 соответствует передаточной функции канала возмущения (рис.6.2);
- блок Transfer Fcn1 соответствует передаточной функции канала инерционности объекта (рис.6.3);
- блок Relay – релейный регулятор САУ;
- блок Scope – осциллограф для отображения результатов моделирования.

Если не задействовать регулятор, соответственно не подавать смазку на подшипник, то можно получить изменение температуры подшипника при его нагреве. Данный процесс показан на рис.(6.2).

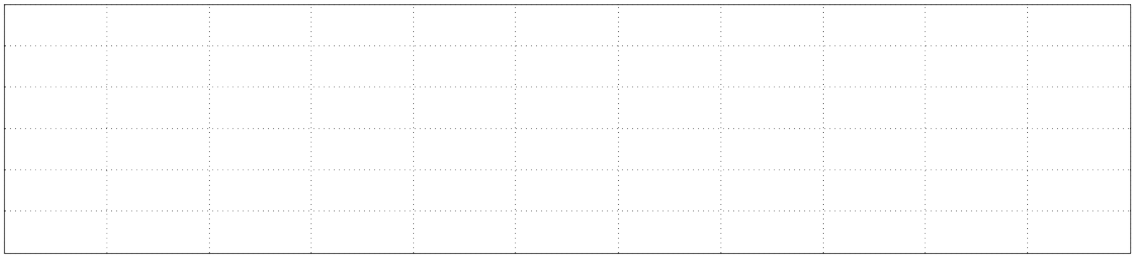

Рис. 6.2 – Изменение температуры подшипника без САУ

Если задействовать регулятор, соответственно подавать смазку на подшипник при превышении допустимой температуры (70°C), то можно скомпенсировать увеличение температуры подшипника за счет его смазки. Данный процесс показан на рис.(6.3).

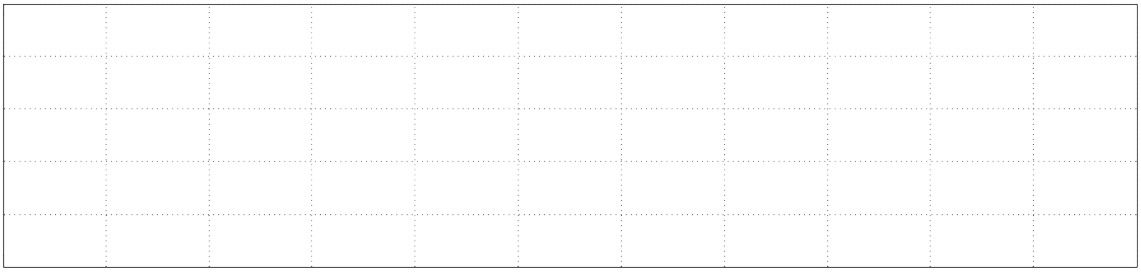

Рис. 6.3 – Изменение температуры подшипника с САУ

Заключение

В результате выполненной работы сделаны следующие выводы:

1. Рассмотрены системы автоматической смазки Lincoln «CentroMatic», Cobra, QLS, Lincoln «Helios», ORSCO.

2. Система автоматизации смазки разработана на программируемом логическом контроллере и модулях ввода/вывода ОВЕН, которые производятся в России.

3. Выполнено описание используемых устройств ОВЕН ПЛК150, МВ110-16Д, МВ110-8А, МУ110-16Р, МУ110-6У, ОВЕН СП307, ОВЕН ПМ01.

4.Составлены функциональные схемы системы автоматизации, системы автоматического управления.

5.Для САУ смазки подшипников найдены настройки регулятора.

Разработанная САУ смазки подшипников соответствует требованиям технологического процесса.

Полученные результаты могут использоваться при разработке систем автоматизации существующих конвейерных линий и модернизации действующих.

Рекомендуется к внедрению и применению на предприятиях различных отраслей.

Список использованных источников

1. Суриков В.Н., Буйлов Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств.: учебно-методическое пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. –СПб., 2011. Часть 1. -77 с.
2. Буйлов Г.П. Автоматизация оборудования целлюлозно-бумажного производства: учебное пособие по дипломному проектированию. -2-е изд., испр. - / СПбГТУРП. – СПб., 2013. – 167 с.
3. Буйлов Г.П., Доронин В.А., Серебряков Н.П. Автоматика и автоматизация производственных процессов целлюлозно-бумажных производств: учебное пособие для вузов. – М.: Экология, 1995. –320 с.
4. Госман А.И. Автоматическая система смазки Lincoln – новые проекты / А.И. Госман, Д.Б. Коновалов, Е.В. Елисеев [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.mining-media.ru/ru/article/gorobor/651-avtomaticheskaya-sistema-smazki-lincoln-novye-proekty - Данные на 03.06.2016 г.
5. Сайт Метран — http://metran.nt-rt.ru/images/showcase/Datchiki_temperatury_2013.pdf Датчики температуры Метран.
6. Сайты компаний ЕвроАрматура и ООО НПФ «ГазКипКомплект»— http://evroarm.ru/image/data/passports/SA5578.pdf; http://gazkk.ru/catalog/item494.html Клапан электромагнитный латунный муфтовый двухходовой нормально открытый Smart SA5578. Паспорт. Руководство по монтажу и эксплуатации.
7. Сайт Датчики давления Метран-55. Руководство по эксплуатации —http://www2.emersonprocess.com/ 10.06.2016 г.
8. Сайт компании ГидроЛинк — http://www.gidrolink.ru/catalog/Насос Quicklub P-203.
9. Сайт компании ОВЕН — http://www.owen.ru Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК-150.
10. Сайт компании ОВЕН — http://www.owen.ru Модуль дискретного ввода МВ110-16Д.
11. Сайт компании ОВЕН — http://www.owen.ru Модуль аналогового ввода МВ110-8А .
12. Сайт компании ОВЕН — http://www.owen.ru Модуль дискретного вывода МУ110-16Р .
13. Сайт компании ОВЕН — http://www.owen.ru Модуль аналогового вывода МУ110-6У.
14. Сайт компании ОВЕН — http://www.owen.ru Сенсорные панели оператора ОВЕН СП3ХХ .
15. Сайт компании ОВЕН — http://www.owen.ru GSM/GPRS модем ОВЕН ПМ01.

16. Дьяконов, В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5 в математике и моделировании: полное руководство пользователя / В.П. Дьяконов. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 566 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 5-93455-177-9 ;