Содержание

ВВЕДЕНИЕ

1. АНАЛИЗ И ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОДООТЛИВА КАРЬЕРА.....1.1. Описание объекта управления

1.2. Водоотлив. Расчет насосной установки

1.3. Назначение и цели создания АСУ насосной станцией водоотлива

1.4. Описание технологической схемы насосной станцией

2. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ КАРЬЕРА ДЛЯ ДОБЫЧИ РУДЫ2.1. Алгоритм работы системы автоматизации водоотлива карьера

2.2. Разработка функциональной схемы АСУ

2.3. Состав Программно-алгоритмического обеспечения АСУ

2.4. Разработка информационного обеспечения АСУ ТП3. ВЫБОР КТС СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ КАРЬЕРА ДЛЯ ДОБЫЧИ РУДЫ.....35

3.1. Программируемый контроллер Simatic S7-1500

3.2. Выбор технических средств4. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.....4.1. Электроснабжение насосной станции

4.2. Разработка внутреннего и внешнего вида шкафа управления автоматизацией ШУА4.3. Расчет электрических нагрузок. Расчет потребления электроэнергии

4.4. Расчет токов короткого замыкания5. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДООТЛИВАЗАКЛЮЧЕНИЕСПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВПРИЛОЖЕНИЕ 1. Графическая частьПРИЛОЖЕНИЕ 2. Спецификация КТС

Реферат

Выпускная квалификационная работа 105 с., 28 рис., 19 табл., 22 источника, 2 прил.

Объектом автоматизации является водоотведение карьера горнодобывающего комбината.

Цель работы – «Автоматизация процесса удаления воды (водоотлива) из карьера для добычи руды».

Выполнены:

- поэтапное освоение и отработка запасов открытым способом по исходной руде в первые три года эксплуатации и последующим увеличение мощности добычи руды на проектируемой обогатительной фабрике ЗИФ;

- удаление воды (водоотведение) из карьера.

Определены параметры настройки регуляторов.

В качестве технических средств автоматизации выбран контроллер Simatic S7-1500 Siemens.

Внедрение предполагается на проектируемом золоторудном месторождении «Кекура» Чукотский автономный округ.

Ведомость проекта

№ документа	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	Кол. экз.
1	А4	15.03.04-175485 ВКР.Р	Разработка АСУ насосной станцией водоотлива карьера горнодобывающего комбината. Реферат	1	1
1	А4	15.03.04-175485 ВКР.ВП	Разработка АСУ насосной станцией водоотлива карьера горнодобывающего комбината. Ведомость проекта	1	1
1	А4	15.03.04-175485 ВКР.ПЗ	Разработка АСУ насосной станцией водоотлива карьера горнодобывающего комбината. Пояснительная записка	80	1
1	А3	15.03.04-175485 ВКР.1	Технологическая схема водоотлива карьера	1	1
1	А4х3, А4	15.03.04-175485 ВКР.2	Функциональная схема АСУ водоотлива карьера	2	1
1	А3	15.03.04-175485 ВКР.3	Шкаф управления автоматизации ШУА водоотлива карьера	1	1
1	А3	15.03.04-175485 ВКР.4	Схема однолинейная принципиальная шкафа управления автоматизации ШУА водоотлива карьера	14	1

Ведомость проекта

№ документа	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	Кол. экз.
1	А3	15.03.04-175485 ВКР.4.СО	Спецификация оборудования, изделий и материалов для шкафа управления автоматизации ШУА	2	1
1	А4х3	15.03.04-175485 ВКР.5	Схема соединений внешних проводок	1	1
1	А3	15.03.04-175485 ВКР.6	Техническая структура КТС	1	1
1	А1	15.03.04-175485 ВКР.7	Схема электроснабжения водоотлива карьера	1	1
1	А2	15.03.04-175485 ВКР.8	Электроснабжение горных работ. План сетей М 1:5000	2	1

ВВЕДЕНИЕ

Цель проекта - ввод в эксплуатацию вновь проектируемого Горно-перерабатывающего предприятия осуществляющего промышленную добычу и переработку золотосодержащей руды в сложных климатических условиях Чукотского автономного округа (ЧАО) Российской Федерации.

Концепция освоения золоторудного месторождения предполагает поэтапное освоение и отработку запасов открытым, в дальнейшем, подземным способом, включая этапную переработку руд на существующей ОПУ (опытно-промышленной установке) с применением гравитационной схемы обогащения исходной производственной мощностью до 120 тыс. т в год по исходной руде в первые три года эксплуатации и последующего увеличения мощности по открытым горным работам до 800 тыс. т в год по исходной руде и последующей переработкой руды на проектируемой обогатительной фабрике ЗИФ.

Номенклатура намечаемой к выпуску продукции строительства ГПП - гравитационный концентрат («золотая головка») с возможностью последующей переработки на слитки золота лигатурного по ТУ 117-2-7-75.

Автоматизация управления является одним из основных направлений повышения эффективности производства. Автоматизация технологического процесса позволяет повысить качество выходной продукции, увеличить производительность труда и снизить издержки производства.

Одним из направлений повышения эффективности энергетического производства является внедрение вычислительной техники в системах управления. Широкое внедрение АСУ - это объективная необходимость, обусловленная усложнением задач управления, повышением объёмов информации, которые необходимо перерабатывать в системах управления.

1. АНАЛИЗ И ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОДООТЛИВА КАРЬЕРА

1.1 Описание объекта управления

Месторождение Ке́кура - коренное золото-серебряное месторождение административно располагается на территории Билибинского района Чукотского автономного округа, в 120 км на юг от районного центра, города Билибино. Площадь месторождения составляет 0,8 км^2.

Район работ расположен за полярным кругом, в области развития многолетнемерзлых пород, мощность которых составляет 150-550 м. Климат района резко континентальный, субарктический. Район относится к VI температурной зоне Российской Федерации, продолжительность зимнего периода - около 8 месяцев, с 25 сентября по 10 мая. Среднегодовая температура воздуха в районе города Билибино составляет –12°С.

Карьер (см. рис. 1) – это выемка слоя природных ископаемых в поверхности земной коры методом открытой выборки, образованная искусственно. Обычно, имеет воронкообразную форму, сужающуюся к низу. Территория ограничена образованными плоскостями. На начальной стадии разработки происходит снятие верхнего слоя грунта и перемещение его за пределы зоны добычи.



Рис.1 Карьер

Золото во всех пробах руды месторождения находится в самородной форме. Других минеральных форм не обнаружено. Отмечаются ассоциации золота с сульфидами, с кварцем, а также с гидроксидами железа, которые находятся в виде пленок на поверхности золота. Цвет золотисто соломенный – желтый, желтый (см. рис. 2).



Рис. 2 Крупная золотина размером 2 х 3,5 мм

Рядом с такими месторождениями, как правило, строится горно-обогатительный комбинат ГОК.

Подготовка скальных пород и руды к выемке производится при помощи буровзрывного способа

В качестве основного оборудования на отработке руды и вскрышных пород приняты гидравлический экскаватор ЭКГ-10 и RH-120E, максимальная высота черпания составляет 13,5 и 13,9 м соответственно с погрузкой вскрышных пород в автосамосвалы БелАЗ-75131, CAT 785C (см. рис. 3).



Рис. 3 Экскаватор и автосамосвал

Источником поступления воды в выработанное пространство карьера являются подземные воды и атмосферные осадки. Вода, поступающая в выработанное пространство карьера, самотеком скапливается на почве карьера в наиболее низком месте рабочей зоны. Для откачки подземных вод и поверхностных стоков с поля карьера проектом предусматривается оборудование передвижных водоотливных установок у водосборников, расположенных в низших точках отрабатываемых горизонтов.

Заливочный насос НЗП 55-15 (см. рис. 4) предназначен для одновременной заливки перед пуском от одного до трех шахтных насосов.

Насос рассчитан на эксплуатацию в шахтах опасных по взрыву газа и пыли, для применения электрооборудования в рудничном взрывобезопасном исполнении. Работа насоса возможна при полном погружении в воду при температуре от плюс 1°С до плюс 40°С.



Рис. 4 Заливочный насос НЗП 55-15

Карьерные воды от насосных установок, расположенных в районе водосборников, по напорному трубопроводу выводятся на уступы, и далее подаются на очистные сооружения.

Трубопровод прокладывается в карьере по поверхности на деревянных подкладках шагом 6 м.

Трубопроводы прокладываются с постоянным уклоном в сторону водосборника. В месте подключения к магистральному трубопроводу поворотного патрубка предусматривается неподвижная опора и патрубок ДУ=100 мм с электрической задвижкой для слива воды из трубопровода в водосборник.

Напорный трубопровод шахтного водоотлива предусматривается в две нитки из труб стальных электросварных по ГОСТ 10704-91 диаметром 273 мм с антикоррозионной битумно-полимерной защитой.

Насосные станции на дне карьера комплектуются по производительности и напору, обеспечивающими откачку максимального суточного притока на заданную высоту подъема с учетом потерь в трубопроводах.

Одним из условий безопасной работы карьера является обеспечение бесперебойного питания потребителей электроэнергией.

Водоотливная установка – крупный потребитель электроэнергии, она относится ко 2-й категории по надежности электроснабжения.

1.2 Водоотлив. Расчет насосной установки

При проектировании водосборников согласно п.3.12 СНиП 2.06.14-85 должна быть обеспечена их вместимость (с использованием по возможности выработанного пространства), равная объему расчетного стока, который рекомендуется принимать за время 1 суток с учетом подземных вод, утечек технологических, хозяйственных и бытовых вод в карьере (размер утечек принимаются по горной части проекта). Кроме того, учитывается приток дождевых вод, определяемый исходя из суточного слоя осадков при периоде его однократного превышения 5 лет, за вычетом воды, откачиваемой за это же время (1сут) насосной станцией. При невозможности выполнения этого требования предусматривается временное затопление нижних рабочих горизонтов, и организация водосборников вместимостью, равной 3-часовому нормальному притоку вод, согласно п.553 ФНиП в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработки твердых полезных ископаемых».

Таблица 1

Объем водосборника на расчетные периоды

Расчетный период	Водоприток в карьер, м3/час, за счет			Объем водосборника
	Подземных вод	Технологических вод	Нормальный (полный) водоприток	
Положение горных отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2018 г	170	41,8	211,8	640
Положение горных отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2019 г	167	42,1	209,1	630
Положение горных отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2020 г	166	38,4	204,4	615
Положение горных отвальных работ и транспортных коммуникаций на конец отработки	193	36,3	229,3	690

Водосборники проходятся по дну карьера в устойчивых породах. Угол откоса водосборника принимается 65º.

Максимальный уровень воды в водосборнике следует принимать на 0,5 м ниже поверхности уступа, на котором располагается насосная станция, а минимальный – в соответствии с допустимой высотой всасывания насосных агрегатов, установленных на станции; минимальный уровень воды должен быть выше дна водосборника не менее чем на 1 м.

Объём водосборника на различные периоды выработки представлены в табл. 1.

В соответствии с п. 554 ФНиП в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработки твердых полезных ископаемых», суммарная подача рабочих насосов главной водоотливной установки должна обеспечивать в течение не более 20 часов откачку максимально ожидаемого суточного притока воды. Установка должна иметь резервные насосы с суммарной подачей, равной 20÷25% подачи рабочих насосов.

Пуск и остановка насосных агрегатов предусматривается от датчиков уровня воды, располагаемых в водосборнике.

Расчет насосной установки.

Для откачивания проектных водопритоков за регламентируемое ПБ время (не более 20 часов), необходимая производительность насосной станции (Q) должна составлять не менее:

$$Q_н = \frac{Q_{max} \cdot 24}{20}, м^3/ ч,$$

где Q_{max} – максимальный водоприток в карьер, $м^3$/час.

Количество рабочих насосов:

$$N=Q_н / Q,$$

где Q – производительность насоса, $м^3$/час.

Расчетный напор насоса:

$$Нн = 1,15(Нг + Нвс)$$

где Нвс – высота всасывания;

Нп – высота подъема воды.

Проектом принимается на все периоды отработки установка насосов типа ЦНС 300-480 в количестве четырех штук - три рабочих и один резервный. Технические характеристики насосного оборудования приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технические параметры оборудования

Характеристика насосного агрегата	**ЦНС 300-480**
Подача, $м^3$/ч	300
Напор, м	480
Мощность э/двигателя, кВт	630
Напряжение, В	6000
Вес, кг	5639

Графические характеристики насосов приведены на рис. 4.

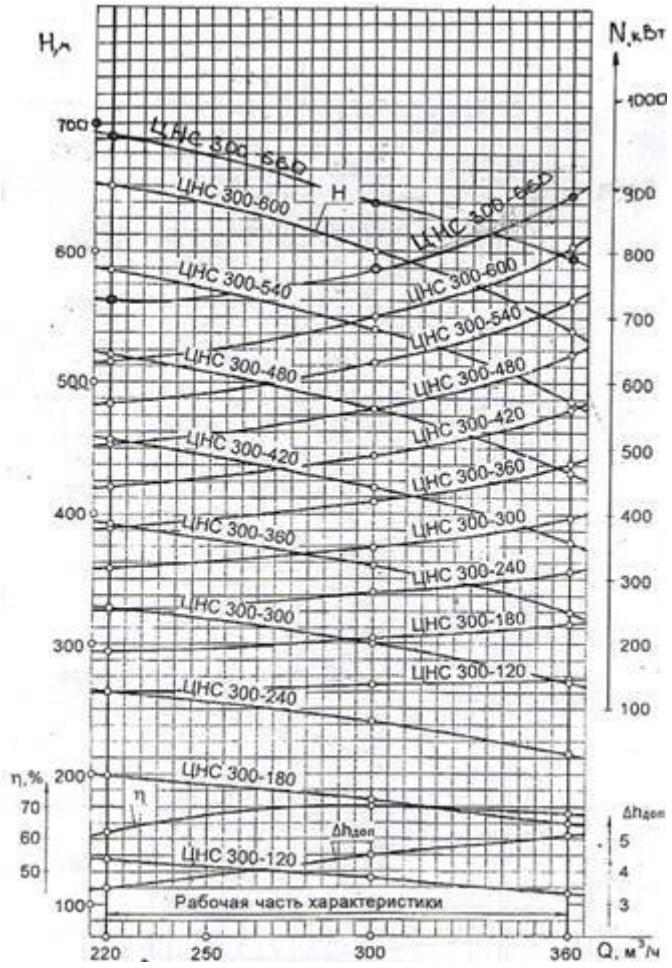


Рис. Содержание Графические характеристики насосов

Величина водопритоков, типы и количество насосных агрегатов, диаметр трубопровода, количество ниток приведены в табл. 3.

Таблица 3

Таблица параметров работы проектируемых передвижных насосных станций

Расчетный период	Суточный объем воды, м³/час						Производительность водоотливной	Отметка дна карьера, м	Геодезическая высота	Насосный агрегат	Кол-во насосов шт		Трубопровод		
	подземных вод	атмосферных осадков	снеготаяния	технологических вод	нормальный водоприток	максимальный					рабочих	резервных	Диаметр трубопровода	количество ниток, раб/рез, шт	длина одной нитки, м
Положение горных отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2017 г.	170	–	–	41,8	211,8	551,8	663	+5	255	ЦНС300 – 480	3	1	273х8	2/1	1900
	–	230	110	–	–										
Положение горных отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2019 г	167	–	–	42,1	209,1	551,1	662	+5	255	ЦНС300 – 480	3	1	273х8	2/1	1900
	–	232	110	–	–										
Положение горных отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2022 г.	166	–	–	38,4	204,4	546,4	656	+5	255	ЦНС300 – 480	3	1	273х8	2/1	1900
		232	110	–	–										
Положение горных отвальных работ и транспортных коммуникаций на конец отработки	193	–	–	36,3	229,3	571,3	686	–40	300	ЦНС300 – 480	3	1	273х8	2/1	1950
	–	232	110	–	–										

Примечание: на каждую насосную установку предусмотреть по одному заливочному насосу марки НЗП 55-15; 2900 об./мин; N=5,2 кВт; Завод «Красный металлист».

1.3 Назначение и цели создания АСУ насосной станцией водоотлива

Автоматизированная система управления технологическими процессами горно-обогатительного комплекса (АСУ ТП ГОК) предназначена для эффективного управления процессами, сбором, обработкой, хранении и передачи информации по ведению технологического процесса в информационные сети предприятия.

АСУ ТП ГОК разрабатывается как единая система, охватывающая весь технологический комплекс, состоящий из взаимосвязанных программных и аппаратных средств. Технические средства автоматизации управляют отдельными участками обогатительного комплекса, будучи при этом связаны между собой и всей системой управления по сетям сбора данных и управления.

По управляющим функциям АСУ ТП ГОК является децентрализованной, использующей конфигурируемые средства автоматизации, т.е. устройства, обладающие собственной вычислительной мощностью и осуществляющие автоматическое управление посредством программной реализации алгоритмов.

По принципу обмена информацией и функциям принятия решений АСУ ТП горно-обогатительного комплекса является централизованной, то есть единой системой сбора информации и управления. Это означает, что вся информация от приборов контроля, полевого оборудования и ручного ввода поступает в систему управления. Необходимая информация передается на верхний уровень системы управления и в существующую корпоративную информационную систему предприятия.

Эффективная работа современных горнодобывающих предприятий невозможна без развитого горнотранспортного комплекса (ГТК), включающего в свой состав большое количество машин и оборудования различного назначения (автосамосвалы, топливозаправщики, экскаваторы, бульдозеры, грейдеры, буровые станки и другое вспомогательное оборудование). Поэтому значительное внимание уделяется увеличению производительности оборудования; организации планомерного его ремонта и обслуживания; обеспечению экономии всех видов материальных

ресурсов, снижению расхода топлива, шин; оптимизации загрузки транспортных средств; стабилизации показателей качества руды, поступающей в переработку.

Решение этих задач и обеспечение эффективности эксплуатации ГТК в настоящее время невозможно без использования инженерными и управленческими службами горнодобывающего предприятия современных компьютерных технологий, методов автоматизированного управления технологическими процессами. АСУ ГТК, как часть автоматизированной системы горного предприятия, предназначена для управления выемочно-погрузочным, автомобильным транспортом и буровыми станками; мониторинга основного и вспомогательного оборудования; управления и контроля объемов и качества руды, поступающей на переработку.

Целями создания АСУ ТП ГОК являются:

- создание современного автоматизированного обогатительного комплекса
- автоматизация управления технологическим оборудованием и обеспечение надежную с максимально-возможной производительностью работы технологического оборудования в непрерывном режиме с минимальным участием технологического персонала;
- обеспечение оперативного сбора, обработки и представления (визуализации) достоверной и своевременной информации, отчетов оперативному и диспетчерскому персоналу для контроля и принятия решений;
- обеспечение качества и надежности оперативного управления и анализа работы технологического и энергетического оборудования;
- предотвращение аварийных ситуаций, обеспечивая при этом оптимальный режим работы, безопасность, надёжность и эксплуатационную готовность оборудования, сокращение времени на ликвидацию аварийных ситуаций и связанных с ними простоев технологического оборудования; создание производства, отвечающего современным требованиям безопасности.

Автоматизированная система управления (АСУ) станцией карьерного водоотлива предназначена для управления работой насосных агрегатов (включение,

остановка и т.д.), осуществляющих откачку подземных вод и поверхностных стоков из водосборника, расположенного в низших точках карьера в пруд-отстойник (зумпф).

Комплектная система автоматизации обеспечивает автоматическое включение резервного насоса, взамен вышедшего из строя, возможность дистанционного управления насосами и контроль работы установки с передачей сигналов на пульт управления, расположенного в операторские главные корпуса ЗИФ.

АСУ насосной станции должна обеспечивать:

- автоматическое управление технологическим процессом водоотведения в соответствии с графиком нагрузки энергосистемы и изменением уровня воды в водосборниках, отключение насосных агрегатов в случае возникновения критических режимов работы;

- автоматизированное управление насосными агрегатами по команде с автоматизированного рабочего места оператора (диспетчера) или местного пульта управления;

- сбор, накопление и отображение информации о текущих энергетических, технологических параметрах насосных агрегатов на автоматизированном рабочем месте оператора (диспетчера);

- подготовка рапортов и сводок о работе насосных агрегатов и комплексов на вышестоящие уровни диспетчерского контроля;

- автоматическую диагностику работы технических средств, входящих в состав системы управления, раннего обнаружения аварийных ситуаций и предотвращения их опасного развития;

- обнаружение и регистрации отклонений технических и технологических параметров от заданных значений, анализ полученных отклонений и принятия мер по их устранению;

- повышение надежности электродвигателей и насосов водоотливных установок, сокращение затрат на эксплуатацию за счет оперативной диагностики состояния оборудования и предотвращения аварийных ситуаций;

- снижение расхода энергоресурсов на водоотведение;

- повышение технологической дисциплины оперативного персонала за счет протоколирования действий операторов;

- улучшение условий работы оперативного персонала за счет дистанционного централизованного контроля и управления, обеспечения оператора полной, достоверной, своевременной и удобной для восприятия информацией о состоянии объекта, а также за счет сигнализации предаварийных ситуаций и автоматической блокировки ошибочных действий персонала;

- технологический учет наработки насосных агрегатов и запорно-регулирующей аппаратуры;

- обмен информацией с автоматизированной системой управления более высокого уровня;

- резерв для дальнейшего расширения системы при модернизации производства, а также при переносе принципов разрабатываемой системы на другие объекты.

Техническое обеспечение системы:

- датчики мониторинга технологических параметров насосных агрегатов водоотливных установок;

- блоки мониторинга насосных агрегатов (сбор и отображение текущих данных рабочих технологических параметров, обмен информацией с системой управления верхнего уровня);

- запорно-регулирующая арматура с электроприводами;

- пусковая аппаратура электроприводов запорно-регулирующей арматуры;

- автоматизированное рабочее место оператора водоотливных установок (сбор, обработка и хранение текущих технологических параметров насосных агрегатов, выдача управляющих команд на включение/отключение насосных агрегатов).

Система АСУ ТП должна предупреждать о развитии аварийных ситуаций (обнаружения и регистрации отклонений текущих технологических параметров

насосных агрегатов за предельные или предельно допустимые значения, выдача сигналов предупредительной и аварийной сигнализации).

1.4 Описание технологической схемы насосной станцией

Для откачки карьерных вод предусмотрена станция карьерного водоотлива, которая представляет собой комплект блок-контейнеров (см. рис. 5), в которых расположены насосы ЦНС (рабочий и резервный) и помещение электрощитовой с преобразователями частоты ПЧ (для управления насосами).

Автоматизация водоотливных установок обеспечивает включение резервных насосов, взамен вышедших из строя, обеспечивает возможность дистанционного управления насосами и контроль работы установки с передачей сигналов на пульт управления.



Рис. 5 Насос ЦНС 300-480

Для защиты насосов от гидравлических ударов на напорных трубопроводах устанавливается обратный клапан. Напорные трубопроводы имеют сливной трубопровод, оборудованный задвижкой, который обеспечивает полное их освобождение от воды.

Технологическая схема водоотлива карьера приведена на рис.6 и в Приложении 1, 15.03.04-175485 ВКР.1. Выбор технологического оборудования приведен в табл.4.

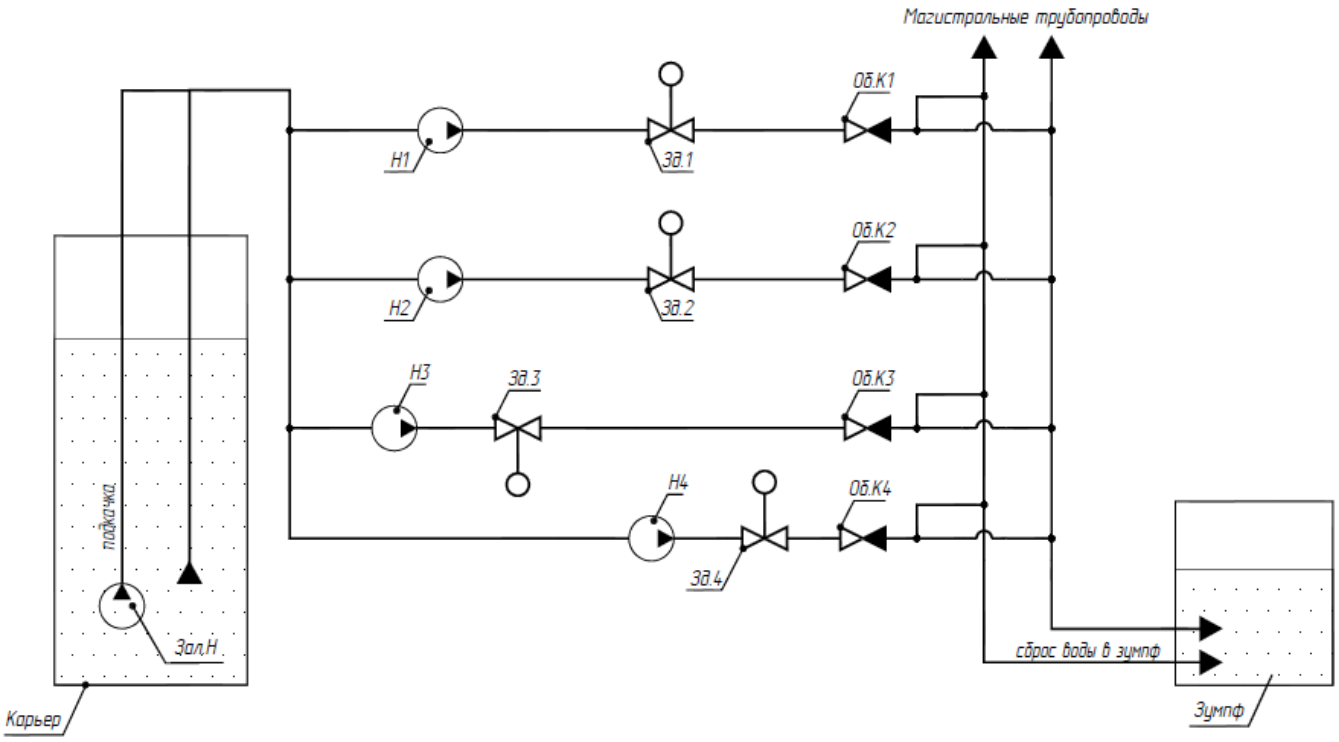


Рис.6 Технологическая схема водоотлива карьера

Таблица 4

Выбор технологического оборудования

Обозначение	Наименование
Н1, Н2, Н3, Н4	Насос ЦНС 300-480, 630 кВт, 6 кВ, 4 шт.
Зал.Н	Заливочный насос НЗП 55-15, 5,2 кВт, 0,4 кВ, 1 шт.
Об.К1 - Об.К4	Клапан обратный 4 шт. (не электрический)
Зд.1 - Зд.4	Задвижка с электроприводом, 0,4 кВ, 4 шт.

2. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ КАРЬЕРА ДЛЯ ДОБЫЧИ РУДЫ

2.1 Алгоритм работы системы автоматизации водоотлива карьера

Количество воды в водосборнике контролируется с помощью электронных датчиков. При достижении воды верхнего (max) уровня, включается заливочный насос (Зал.Н). Качество заливки контролирует реле давления в датчике. Если в момент контроля, он достиг повышенного или аварийного уровня, то сначала переключается схема на включение всех насосов одновременно, лишь затем включает заливочный насос. Когда насосы (Н1-Н4) будут залиты, подается команда на ввод Зал.Н в работу с последующим контролем за производительностью. Если насосы развили заданную производительность и при достижении давления в напорном трубопроводе, ШУА подает команду на открытие задвижек (Зд.1-Зд.4) и схема переключается на контроль нижнего уровня (min). При достижении, которого насос будет отключен. Если насосы по какой-либо причине не развили заданную производительность, заливочный насос подает сигнал диспетчеру (авария) и при этом отключается. Аппаратура начнет новый цикл по включению насосов в работу.

Датчики вибрации осуществляют непрерывный контроль за насосами, которые работают в условиях повышенных нагрузок, что позволяет заблаговременно распознавать повреждения и избегать возникновения отказа, простоя оборудования, или его неисправности.

2.2 Разработка функциональной схемы АСУ насосной станцией водоотлива

Проектом предусматривается:

Измерение:

- давления воды в напорном трубопроводе после каждого насоса;
- уровня воды в водосборнике;

- расхода воды в напорном трубопроводе насосов.

Контроль:

- состояния насосных агрегатов (включено/выключено/авария);

Управление:

- пуск резервного насоса в случае отказа рабочего насоса и в случае понижения давления в напорной линии основного насоса при рабочем уровне в водосборнике;

- управление частотой вращения насосов;

- пуск/останов основного и резервного насосов из диспетчерской.

Сигнализация:

- состояния насосных агрегатов (включено/выключено/авария);

- низкого давления в напорном трубопроводе каждого основного насоса.

Функциональная схема водоотлива карьера приведена на рис.7 и в Приложении 1, 15.03.04-175485 ВКР.2.

Характеристики контуров водоотлива карьера см. табл. 5.

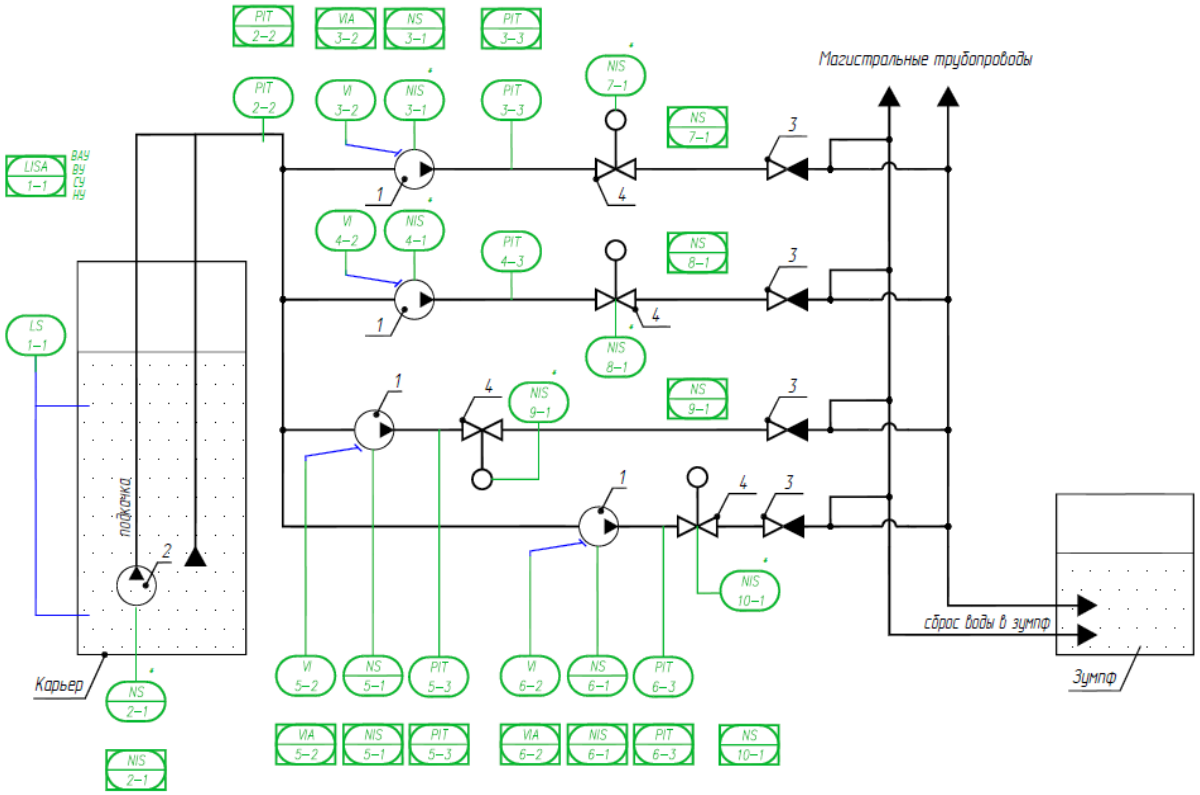


Рис.7 Функциональная схема водоотлива карьера

УСЛОВНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

XX / YY – прибор, установленный вне щита (по месту);

XX / YY – прибор, установленный на щите;

XX / YY – подключение к ПЛК (программируемый логический контроллер).

Таблица 5

Характеристики контуров водоотлива карьера

Номер контура	Наименование контура	Примечание
1-1	Уровень в зумпфе	
2-1	Управление заливочным насосом Зал.Н	
2-2	Контроль давления заливки	
3-1	Управление насосом Н1	
3-2	Контроль вибрации насоса Н1	
3-3	Контроль давления воды на выходе насоса Н1	
4-1	Управление насосом Н2	
4-2	Контроль вибрации насоса Н2	
4-3	Контроль давления воды на выходе насоса Н2	
5-1	Управление насосом Н3	
5-2	Контроль вибрации насоса Н3	
5-3	Контроль давления воды на выходе насоса Н3	
6-1	Управление насосом Н4	
6-2	Контроль вибрации насоса Н4	
6-3	Контроль давления воды на выходе насоса Н4	
7-1	Управление задвижкой Зд.1 на выходе насоса Н1	
8-1	Управление задвижкой Зд.2 на выходе насоса Н2	
9-1	Управление задвижкой Зд.3 на выходе насоса Н3	
10-1	Управление задвижкой Зд.4 на выходе насоса Н4	

2.3 Состав Программно-алгоритмического обеспечения АСУ

Программное обеспечение АСУ ТП ГОК представляет собой совокупность программных средств, обеспечивающих реализацию целей и задач системы, а также функционирование комплекса технических средств системы.

В состав программного обеспечения (ПО) входит:

- общее программное обеспечение (системное);
- прикладное программное обеспечение.

Общее программное обеспечение предназначено для:

- программирования, параметрирования и конфигурирования системы;
- организации вычислительного процесса сбора, обработки и передачи информации;
- управления данными в системе;
- визуализации технологического процесса и организации человеко-машинного интерфейса;
- мониторинга работы всех частей системы.

Прикладное программное обеспечение представляет собой совокупность программ, разрабатываемых при создании АСУ ТП ГОК для реализации ее конкретных функций.

Предусматривается возможность замены алгоритмов управления через библиотечные блочные структуры.

В программном обеспечении программируемого логического контроллера ПЛК и АРМ оператора предусматривается следующие функции:

- локальное и дистанционное управление оборудованием,
- изменение технологических уставок,
- активация/деактивация функций блокировок/деблокировок оборудования,
- разграничение прав пользователей, возможность управления учетными записями,
- изменение диапазонов подключенных средств измерения,

- диагностика подключения и неисправности средств измерения,

- возможность включения симуляции сигналов средств измерения,

- возможность выбора рабочего/резервного оборудования,

- возможность управления выбранным оборудованием в местном режиме с панели оператора.

В целом концепция при разработке технических решений по автоматизации учитывает следующие положения:

- степень децентрализации управления и степень автономности технологических участков соответствует степени автономности самих участках (локальные системы) с организацией сбора информации на операторских постах и сведением общей информации по объектам в единый диспетчерский пульт комбината;

- автоматизация технологических процессов строится на основе алгоритмов, обеспечивающих организацию технологических режимов и оптимальную загрузку оборудования, а также энерго – и ресурсосбережение;

- система управления обеспечивает многорежимное функционирование при минимальном количестве органов ручного управления;

- применяется унифицированные аппаратно–программные комплексы, построенные по модульному принципу, обеспечивающие возможность дальнейшего наращивания и модернизацию.

Разработанная система автоматизации технологических процессов представляет собой агрегатированный комплекс, состоящий из технических и программных средств, совокупность которых, поддержанная организационными решениями, обеспечивает функционирование подсистем, контроль технологических параметров, оперативное управление и регулирование параметров по заданным законам, учет и отчетность.

В целом система должна предусматривает следующие виды управления:

- автоматическое (использование микропроцессорных контроллеров в качестве непосредственных элементов контроля и управления);

- ручное (местное и дистанционное);

- использование операторских станции для воздействия на регулирующие контроллеры для запуска, останова оборудования, изменения уставок, отображения и хранения информации технологических параметров.

На сервере устанавливается программное обеспечение:

а) Операционная система не менее Windows Server 2010, реализующая доменную структуру сети;

б) Антивирус NOD32 (сервер);

в) Прикладное приложение Office XP;

г) SCADA–система WinCC с исполняющей лицензией RT, позволяющей осуществлять работу проекта в режиме исполнения;

д) WINCC OPTION SERVER, опция для запуска проекта сервера на клиентских станциях;

е) разработанное информационное обеспечение в SCADA–системе WinCC.

Программный комплекс SIMATIC Windows Control Center (или WinCC) предоставляет все необходимые средства для наилучшего управления процессами в операционных системах Microsoft Windows. Данный пакет ориентирован на промышленную или техническую область и может использоваться во всех сферах и на разных этапах производства.

На клиентской станции (оператора, начальника фабрики, главного технолога, диспетчера) устанавливается:

а) Операционная система Windows XP Professional;

б) Антивирус NOD32 (клиент);

в) Прикладное приложение Office XP;

г) SCADA–система WinCC с лицензией RT128, позволяющей осуществлять работу с проектом сервера в режиме исполнения.

Редактирование информационного обеспечения и программирование контроллера осуществляется с помощью «полевого программатора», включающего программное обеспечение:

а) Операционная система Windows XP Professional;

б) Антивирус NOD32 (клиент);

в) Прикладное приложение Office XP;

г) SCADA–система WinCC с лицензией RC, позволяющей редактировать проект сервера;

д) Step 7 PROF для программирования контроллеров;

е) MODULAR PID CONTROL, FB V4.1 модульные блоки ПИД-регулятора;

ж) разработанное информационное обеспечение в WinCC и STEP 7 PROF.

Программное обеспечение позволяет функционировать комплексу технических средств и обеспечивает работу подсистем централизованного контроля, оперативного управления и регулирования, учета и отчетности.

2.4 Разработка информационного обеспечения АСУ ТП

Условная схема связей АСУ технологическим процессом насосной станцией водоотлива представлена на рис. 8.

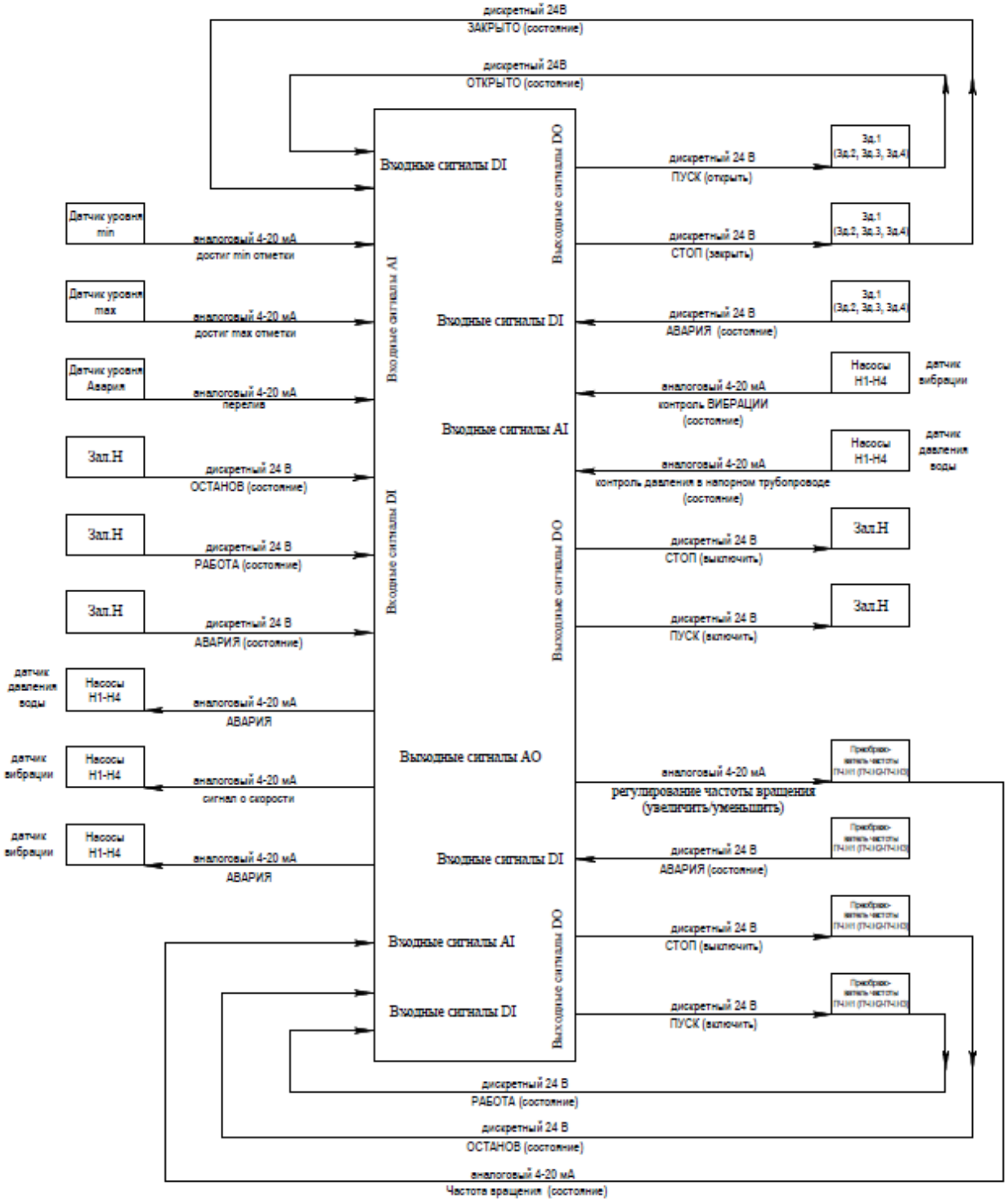


Рис.8 Схемы связей АСУ ТП насосной станции водоотлива

К устройствам распределенного ввода/вывода информационных и управляющих сигналов к контроллеру SIMATIC S7-1500 подключаются измерительные преобразователи, релейная автоматика электроприводов и механизмов электрических оборотных.

Для выбора типа и количества сигнальных модулей серии Simatic проведем анализ управляющих сигналов на исполнительные органы и информационных сигналов ввода/ вывода от измерительных преобразователей при функционировании автоматизированной системы управления водоотведения карьера. Результаты анализа сведем в табл. 6.

Таблица 6

Таблица входных и выходных сигналов АСУ ТП насосной станции

	Наименование параметра и состояние	Тип сигнала	Вид сигнала	Кол-во
Входные сигналы	Датчик уровня воды (min отметка)	аналоговый	4-20 мА	1
	Датчик уровня воды (max отметка)	аналоговый	4-20 мА	1
	Датчик уровня воды (Авария)	аналоговый	4-20 мА	1
	Задвижка Зд.1 - Зд.4. Открыто	дискретный	24 В	4
	Задвижка Зд.1 – Зд.4. Закрыто	дискретный	24 В	4
	Задвижка Зд.1 – Зд.4. Авария	дискретный	24 В	4
	Датчик вибрации. Контроль вибрации насоса Н1 (Н2, Н3, Н4)	аналоговый	4-20 мА	4
	Датчик давления воды. контроль давления в напорном трубопроводе за насосом Н1 (Н2, Н3, Н4)	аналоговый	4-20 мА	4
	Преобразователь частоты ПЧ.Н1 (ПЧ.Н2-ПЧ.Н4) Частота вращения насоса	аналоговый	4-20 мА	4
	Преобразователь частоты ПЧ.Н1 (ПЧ.Н2-ПЧ.Н4) Работа	дискретный	24 В	4

	Преобразователь частоты ПЧ.Н1 (ПЧ.Н2-ПЧ.Н4) Останов	дискретный	24 В	4
	Преобразователь частоты ПЧ.Н1 (ПЧ.Н2-ПЧ.Н4) Авария	дискретный	24 В	4
	Заливочный насос Зал.Н Работа	дискретный	24 В	1
	Заливочный насос Зал.Н Останов	дискретный	24 В	1
	Заливочный насос Зал.Н Авария	дискретный	24 В	1
Выходные сигналы	Задвижка Зд.1 - Зд.4. Открыть	дискретный	24 В	4
	Задвижка Зд.1 – Зд.4. Закрыть	дискретный	24 В	4
	Задвижка Зд.1 – Зд.4. Стоп	дискретный	24 В	4
	Заливочный насос Зал.Н Пуск	дискретный	24 В	1
	Заливочный насос Зал.Н Стоп	дискретный	24 В	1
	Датчик вибрации. Контроль вибрации насоса Н1 (Н2, Н3, Н4) Авария	аналоговый	4-20 мА	4
	Датчик вибрации. Контроль вибрации насоса Н1 (Н2, Н3, Н4) Состояние скорости	аналоговый	4-20 мА	4
	Датчик давления воды. контроль давления в напорном трубопроводе за насосом Н1 (Н2, Н3, Н4) Авария	аналоговый	4-20 мА	4
	Преобразователь частоты ПЧ.Н1 (ПЧ.Н2-ПЧ.Н4) Регулирование частоты вращения (увеличить/уменьшить)	аналоговый	4-20 мА	4
	Преобразователь частоты ПЧ.Н1 (ПЧ.Н2-ПЧ.Н4) Пуск (включить)	дискретный	24 В	4
	Преобразователь частоты ПЧ.Н1 (ПЧ.Н2-ПЧ.Н4) Стоп (выключить)	дискретный	24 В	4

Количество входных дискретных сигналов с учётом 15 % резерва – 32.

Количество выходных дискретных сигналов с учётом 15 % резерва – 26.

Количество входных аналоговых сигналов с учётом 15 % резерва – 19.

Количество выходных аналоговых сигналов с учётом 15 % резерва – 19.

В соответствии с таблицей осуществим выбор и распределение информационных и управляющих сигналов по устройствам ввода/вывода. Основываясь на требованиях к проектируемой системе управления и количестве входных и выходных сигналов, а также возможностей обеспечения блокировки и защиты микропроцессорный модуль SIMATIC.

Контроллер S7-1500 должен быть, сформирован программируемый логический контроллер ПЛК CPU 1512SP-1 PN и модулями ввода, вывода дискретных и аналоговых сигналов. Применение коммуникационных моделей вызвано тем, что количество информационных и управляющих сигналов превышает паспортные данные контроллера по количеству дискретных выводов и аналоговых вводов/выводов.

3. ВЫБОР КТС СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ КАРЬЕРА ДЛЯ ДОБЫЧИ РУДЫ

3.1 Программируемый контроллер Simatic S7-1500

По требованию Заказчика для выполнения проекта выбран программируемый логический контроллер Simatic S7-1500 который представляет собой разновидность компьютеров, применяемых для автоматизации технологических процессов и объектов (см. рис.9).

При реализации алгоритма системы управления требуются логические операции и определенная организация связи с датчиками, исполнительными устройствами и человеко-машинным интерфейсом.

Особенностью контроллера является работа в режиме реального времени. Это обеспечивается применением специальных микропроцессоров, которые обеспечивают отклик системы на запрос за заданный интервал времени.

Контроллер может работать в различных неблагоприятных внешних условиях: пылевых, радиационных, температурных, влажностных, электромагнитных и т.д.

Существуют следующие виды входов-выходов: дискретные, аналоговые, универсальные, специальные и интерфейсные.

Дискретные входы используются для подключения датчиков, которые могут находится в двух состояниях: «активен – пассивен» или «включен - выключен». С помощью дискретных входов можно подключить концевые выключатели, кнопки, термостаты, тумблеры и прочее оборудование.

Дискретные входы рассчитаны на прием стандартных сигналов с уровнем +24 В постоянного тока. Значение тока дискретного входа составляет около 10 мА.

Дискретные выходы ПЛК используются для создания выходных сигналов с электрическими параметрами, как у дискретного входа. Они применяются для управления включением или выключением исполнительных механизмов или устройств.

Аналоговый вход - это устройство, преобразующее непрерывный сигнал в дискретное двоичное число для работы в системе программируемых контроллеров.

Для аналоговых входов стандартные диапазоны постоянного напряжения составляют: –10…+10 В и 0…+10 В. Для токовых входов 0-20 мА и 4-20 мА.

Аналоговые входы позволяют подключать к контроллеру аналоговые датчики, а также приборы и механизмы с данными техническими характеристиками.

Аналоговый выход - это устройство, которое преобразует двоичное число в аналоговый сигнал.

Количество входов-выходов является основным фактором, определяющим возможности ПЛК, при создании на его базе системы автоматики.

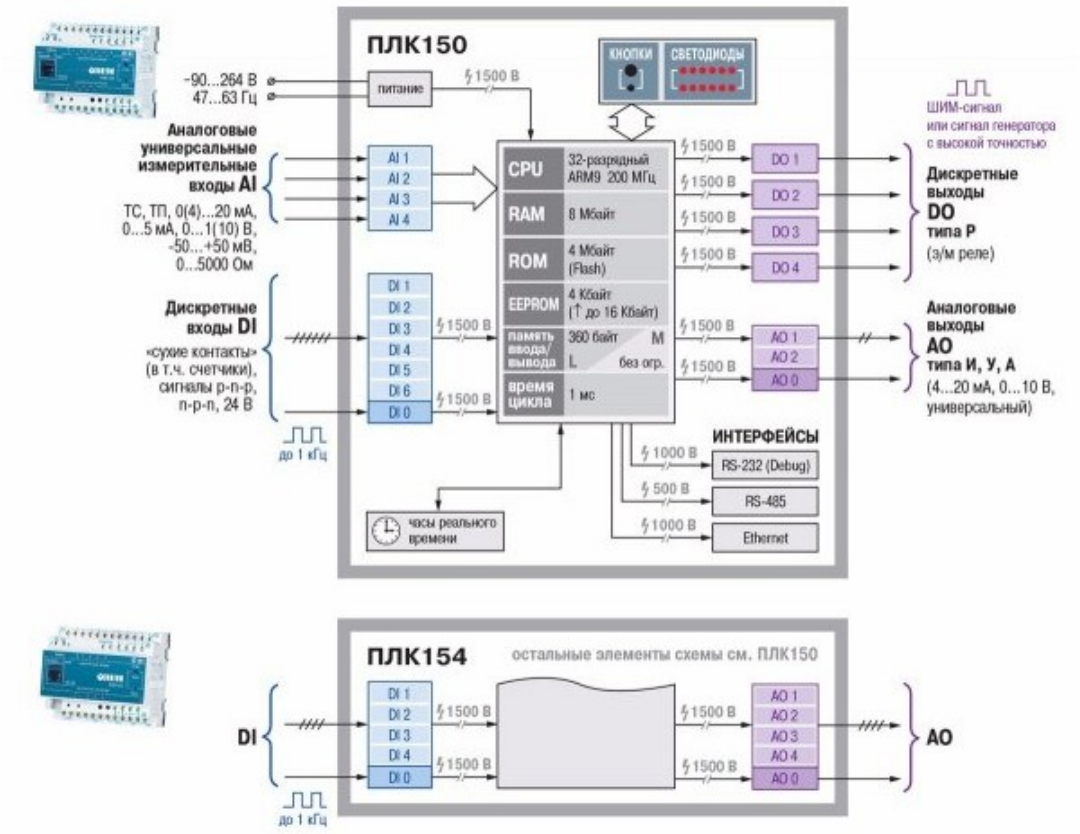


Рис.9 Выводы ПЛК и подключение внешних устройств

Также ПЛК имеет набор стандартных приборных интерфейсов для передачи систем автоматики с использованием различных видов каналов связи: интернета, проводных, радиосвязи.

Контроллеры Simatic S7 обладают модульной конструкцией и полностью универсальны, имеет естественное охлаждение. Они применимы для построения несложных узлов локальной автоматики или узлов систем автоматизированного управления, связанных коммуникационным обменом данными по сети Industrial Ethernet/PROFINET.



Рис.10 Контроллер Simatic S7-1500 Siemens

Контроллер имеет возможность, в случае модернизации системы, обеспечивать свободное наращивание модулей входов-выходов и добавлять различные функциональные возможности для выполнения поставленной задачи по автоматизации объекта.

Максимальная конфигурация контроллера включает один модуль центрального процессора и до 31 модуля S7-1500 (30 модулей + 1 системный блок питания). Системный блок питания (PS) необходим в тех случаях, когда мощности встроенного в центральный процессор блока питания недостаточно для питания электроники всех модулей контроллера.

Модули ввода-вывода

В состав SIMATIC S7-1500 (см. рис.10) и станцию ET 200SP(см. рис.11) входят:

16- и 32- канальные модули ввода дискретных сигналов =24 В или ~230 В с высоким или низким уровнем активного входного сигнала.

8-, 16- или 32-канальные модули вывода дискретных сигналов =24 В или ~230 В с номинальными токами нагрузки на один канал 0.5 А, 2 А или 5 А.

8-канальные модули ввода аналоговых сигналов для измерения сигналов силы тока, напряжения или сопротивления, а также для измерения температуры с помощью термопар или термометров сопротивления.

4- или 8-канальные модули вывода аналоговых сигналов силы тока или напряжения: включая скоростные (HS) модули с временем преобразования 125 мкс на 8 каналов.

Технологические модули для решения задач позиционирования и скоростного счета.

Коммуникационные модули для обмена данными через непосредственные (point-to-point - точка к точке) соединения.

Системы распределенного ввода-вывода на основе PROFIBUS DP

Разработка АСУ насосной станцией водоотлива карьера горнодобывающего комбината проведена по модульному распределенному принципу, что позволяет применить структуры локального и распределенного ввода-вывода.

Подключение программируемого контроллера SIMATIC S7-1500 к сети PROFIBUS DP может выполняться через встроенный интерфейс CPU или через коммуникационный модуль. Через указанные интерфейсы могут обслуживаться системы распределенного ввода-вывода на основе сети PROFIBUS DP.

Для систем локального и распределенного ввода-вывода на основе сети PROFIBUS DP используются одинаковые способы конфигурирования, адресации и программирования.

Программируемый контроллер S7-1500 может подключаться к сети Industrial Ethernet через встроенный интерфейс PROFINET центрального процессора или через коммуникационный процессор CP и поддерживать обмен данными.

Обмен данными через непосредственные (point-to-point) интерфейсами:

- с системами автоматизации SIMATIC S7 и SIMATIC S5, а также с системами других производителей;
- со сканерами, считывателями кодов, системами идентификации;
- с принтерами.

Поддерживаемые протоколы:

- свободно программируемый порт с определяемым пользователем форматом телеграмм;
- ведущее устройство Modbus RTU;
- ведомое устройство Modbus RTU;
- USS, с поддержкой на уровне инструкций.

Свойства интерфейсов:

- RS 232;
- RS 422;
- RS 485.

Скорость обмена данными от 300 до 115 200 бит/с.

Сравнение моделей программируемого логического контроллера с CPU приведена в табл. 7.

Таблица 7

Технические характеристики ПЛК

	CPU 315-2 PN/DP (V3.2)	CPU 1513-1 PN
Габариты (Ш x В x Г), мм	40 x 125 x 130	35 x 125 x 130
Интерфейс программирования	1 x MPI/DP, 1 x PN	2 x PN
Карта памяти	S7-MMC	SIMATIC Memory Card
RAM (Кбайт)	384	1836
Время выполнения операций (мкс)	0.05-0.09-0.12-0.45	0.04-0.072-0.096-0.36
Загружаемая память (карта памяти)	До 8 Мбайт	До 2 Гбайт
Управление перемещением/ ПИД	-- / Есть	Есть / Есть
Поддержка режимов RT и IRT	Только RT	Есть
S7 счетчики – IEC счетчики	256 – есть	2048 – есть
S7 таймеры – IEC таймеры	256 – есть	2048 – есть
Флаги	2048 байт	64 Кбайт
Блоки данных	1024, до 64 Кбайт	65535, до 1.5 Мбайт
Цена	1 944 €	1 380 €

Станция SIMATIC ET 200SP является масштабируемой и гибкой системой ввода-вывода, поддерживает обмен данными через сеть PROFINET предназначенной для подключения к системе управления удаленных датчиков и исполнительных

устройств. Станция имеет степень защиты IP 20 и устанавливается в шкаф управления автоматизацией.



Рис.11 Станция SIMATIC ET 200SP Siemens

В зависимости от типа головного модуля она может быть использована:

- в режиме прибора ввода-вывода PROFINET IO в сочетании с интерфейсными модулями IM 155-6 PN BA/ ST/ HF.

- в режиме ведомого устройства PROFIBUS DP в сочетании с интерфейсным модулем IM 155-6 DP HF.

- в режиме S7-1500 – совместимого периферийного контроллера в сочетании с модулями центральных процессоров CPU 1510SP(F)-1PN или CPU 1512SP(F)-1 PN

- в режиме S7-1500 – совместимого открытого контроллера в сочетании с модулем промышленного компьютера CPU 1515SP PC.

Станция отличается простотой использования, имеет компактные размеры и требует для своей установки минимальных монтажных объемов. Позволяет использовать высокие скорости обмена данными и обеспечивает получение значительно высокой производительности по сравнению с традиционными системами.

Необходимое количество функциональных модулей ввода и вывода в зависимости от количества входных и выходных сигналов приведена в спецификации ПТК (программно-технические средства) в табл. 8.

Таблица 8

Спецификация ПТК

Наименование	Тип	Кол-во
Контроллер		
Универсальная базовая стойка	UR 2-H	1
Модуль источника питания	PS 1505	1
Модуль центрального процессора	CPU 1512SP-1 PN	1
Коммуникационный модуль	CM PROFIBUS DP	1
Программное обеспечение для программирования контроллеров	STEP 7	1
Программатор (в формате Notebook)	Field PG	1
Станции распределенного ввода-вывода		
Станции распределенного ввода-вывода	ET 200SP	13
Блок питания 24В, 5А (для питания модулей аналогового входа)	SIEMENS PS 25W 24V DC	8
Интерфейсный модуль сети ProfiBus DP	IM 155-6 PN	8
Сигнальный модуль 8 аналоговых входов	AI 8XI 2-/4-wire ST	3
Сигнальный модуль 4 аналоговых выходов	AQ 4X U/I ST	5
Сигнальный модуль 16 дискретных входов	DI 16x 24V DC ST	2
Сигнальный модуль 16 дискретных выходов	DQ 16x 24V DC/0,5A ST	2
Коммутатор		
Коммутатор сети Industrial Ethernet	SCALANCE X208-2LD	2
Рабочая станция (операторская станция)		
Промышленный компьютер 19” исполнения	SIMATIC Rack PC 840	1
Промышленный LSD монитор 18”	SCD1898	1
Операционная система	Windows XP Professional	1
Программное обеспечение для программиро-	WinCC	1

вания SCADA		

3.2 Выбор технических средств

3.2.1 Клапан обратный RD12 (RD12F) Ду250 Ру16 фланцевый

Клапан обратный шаровый ГРАНЛОК серии RD12F Ду250 (см. рис.12) предназначен для защиты трубопроводов от обратного потока рабочей среды.



Рис. 12 Клапан обратный шаровый RD12F

Предназначен для трубопроводов, канализационных систем, транспортирующих сточные воды, техническую горячую, холодную воду, другие жидкости.

Технические характеристики:

Рабочее давление: 16 бар.

Температура рабочей среды: до + 70 °С

Вес: 165,0 кг.

Тип присоединения: фланцевое.

Стоимость: 118340 руб.

Основные параметры:

L=730 мм

H=460 мм

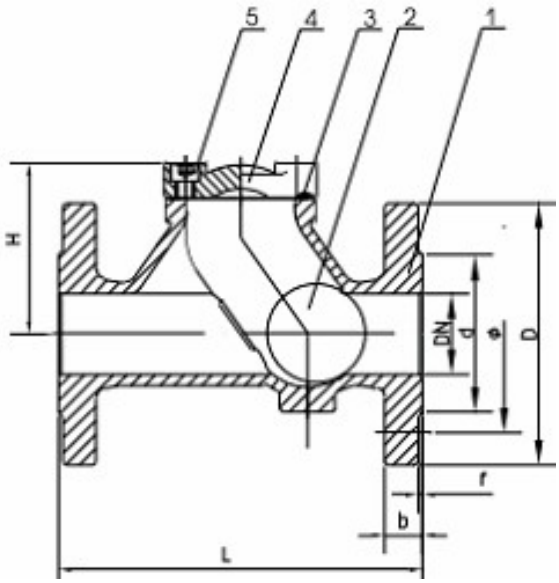
D=400 мм

d=319 мм

b=22 мм

Материалы:

1	Корпус	Высокопрочный чугун GGG 40
2	Шар	Сталь с покрытием NBR
3	Уплотнение	NBR
4	Крышка	Чугун GGG 40
5	Болт	Оцинкованная сталь



3.2.2 Прямоходные приводы -

Электропривод SDL

Электронные приводы SDL (см. рис. 13) с изменяемым управлением скорости. Электронная настройка крутящего момента и хода, мониторинг функций. Блок питания с широким диапазоном входов.



Рис. 13 Электропривод SDL

Опции:

- I/O Пуск/Стоп модуль для промежуточных выключателей;
- местное управление;

- цифровое управление.

Электропривод SA

Применяется в водном хозяйстве, энергетике, а также в судостроении, целлюлозно-бумажной и пищевой отраслях промышленности.

Температурный диапазон применения очень широк: от -60 до +80 градусов. Предлагается также специальное исполнение от 0 до +120 градусов.

Многооборотный электропривод SA (см. рис. 14) может выступать в комбинации с прямоходным модулем LE для выполнения возвратно-поступательного движения, например, при автоматизации прямоходных клапанов. Если требуется управление через рычажную сборку, прямоходный модуль может быть смонтирован на основании.



Рис. 14 Электропривод SA

Опции:

- электрический разъем AUMA;
- крышка с резьбой под различные кабельные вводы;
- промежуточные выключатели;
- сдвоенные выключатели;
- дистанционный датчик положения;
- магнитный датчик положения и момента;
-механический указатель положения.

Технические характеристики электроприводов SLD и SA AUMA приведены в табл. 9.

Таблица 9

Технические характеристики

Характеристика	Электропривод SDL	Электропривод SA
Усилие	от 2 кН до 15 кН	от 4 кН до 217 кН
Ход	от 50 мм до 80 мм	от 50 мм до 500 мм
Скорость	от 1,8 мм/с - 4 мм/с	от 20 мм/мин до 360 мм/мин
Режим регулирования	Непрерывное регулирование (класс D)	Ручной маховик для ручного управления
Условия окружающей среды	Высокая степень защиты оболочки Высокая степень защиты от коррозии Широкий температурный диапазон применения	Высокая степень защиты оболочки Высокая степень защиты от коррозии Широкий температурный диапазон применения
Стоимость	84762руб	79914руб

3.2.3 Погружаемый датчик уровня -

Погружаемый датчик уровня серии FBLT (см. рис. 15) с промываемым наконечником.



Рис. 15 Датчик уровня FBLT

Конструкция с узким корпусом позволяет использовать погружаемый датчик уровня серии FBLT в измерительных колодцах и при установках в каналах.

Имеет прочную диафрагму из фтороэластомера FKM для сопротивляемости поверхности в агрессивной среде. Полость диафрагмы заполняется гелем, который не вытекает в отличие от масла или смазочного материала. Корпус выполнен из нерж. ст. 316 SS и кабель сделан либо из полиуретана, либо из ETFE для использования с коррозионными средами.

Устройство измеряет высоту жидкости над его положением, которое устанавливается в резервуаре или колодце по отношению к атмосферному давлению. Вентиляционная трубка в кабеле автоматически компенсирует изменения атмосферного давления над жидкостью. Эта вентиляция защищается фильтром, который не требует обслуживания, исключая, таким образом, попадание частиц или капель воды. Для дополнительной защиты от влаги предлагаем использовать фильтр A-297, который может присоединяться к вентиляционной трубке.

Погружные датчики уровня PBLT2 (см. рис. 16).



Рис. 16 Датчик уровня PBLT2

Погружные датчики уровня PBLT2 производятся для длительной работы без обслуживания в самых сложных системах. Глубина погружения до 100 метров. Оба устройства измеряют высоту жидкости над их положением в резервуаре относительно атмосферного давления.

Датчик состоит из пьезорезистивного чувствительного элемента, установленного в корпус из нержавеющей стали 316SS. Датчик очень удобен для применения со сточной водой и гидросмесями, поскольку его характеристики по защите позволяют его использовать для таких приложений. Из-за большого диаметра диафрагмы из нержавеющей стали 316SS уплотнение не засоряется и оно стойко к повреждениям от плавающих твердых предметов.

Датчик PBLT2 имеет защиту от перенапряжений за счет использования технологии двойного разрядника, заземления корпуса, исключения как броска напряжения источника питания, так и переходных процессов при попадании молнии (защита от перенапряжения полностью не гарантируется и не обеспечивается гарантийными обязательствами). Датчик сертифицируется в соответствии с UL как искробезопасный для использования в опасных зонах при использовании соответствующего барьера.

Технические характеристики датчиков FBLT и PBLT2 приведены в табл. 10

Таблица 10

Технические характеристики датчиков уровня

Характеристика	FBLT	PBLT2
Смачиваемые материалы	Корпус: нержавеющая сталь 316 SS. Кабель: полиэфир полиуретан или ETFE. Диафрагма: фтороэластомер FKM.	Нержавеющая сталь 316 SS, 316L SS, Buna-N Кабель: ETFE или полиуретан
Точность	±0,25% от полной шкалы	±0,25% для полной шкалы
Предел давления	2х кратный от диапазона	2х для полной шкалы. Глубина погружения до 100 м
Предел температуры	от 0 до 60°С	от -18 до 93°С
Требования к питанию	от 10 до 33 В пост. тока	от 13 до 30 В пост. тока
Выходной сигнал	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА

Сопротивление измерительного контура	1000 Ом при 30 В пост. тока	900 Ом
Время откликания	менее 50 мсек	50 мсек
Уровень защиты	Защита от перенапряжения /молнии	Грозозащита и защита от перенапряжения
Вес	1,6 кг	2,0 кг
Стоимость	58856 руб	54923 руб

3.2.4 Датчик вибрации

Датчик (реле) вибрации VBS

Реле вибрации серии VBS является малогабаритным, компактным устройством и использует две легко настраиваемых шкалы, которые настраивают точку уставки максимальной среднеквадратичной скорости и временную задержку, от ошибочного срабатывания. Предназначен для непрерывного мониторинга изменений в уровне вибрации машин. Вибрационный датчик VBS (см. рис. 17) получает входной сигнал о среднеквадратичной вибрации в реальном времени и выдает аналоговый выходной сигнал о скорости, а также отключающий выходной сигнал при превышении значения аварийного сигнала.



Рис. 17 Датчик вибрации VBS

Датчик вибрации VBT-1

Является малогабаритным, компактным устройством (см. рис. 18) и использует две легко настраиваемых шкалы, которые настраивают точку уставки максимальной среднеквадратичной скорости и временную задержку, от ошибочного срабатывания.



Рис. 18 Датчик вибрации VBT-1

Непрерывно детектирует вибрацию в системе и выполняет мониторинг ненормальных условий работы двигателей. Позволяет осуществлять мониторинг вибрации для двигателей, насосов, вентиляторов, станков, компрессоров, генераторов, конвейеров. Вибрация преобразуется в аналоговый сигнал на токовом выходе. Датчик вибрации модели VBT-1 не требует настройки и для конфигурирования не требуется программное обеспечение. Датчик вибрации работает при питании от 2-проводного контура и присоединяется через стандартный микро кабельный разъем.

Особенности:

- легкий принцип настройки и работы;
- не требуется программное обеспечение;
- корпус из нержавеющей стали.

Технические характеристики датчиков вибрации приведены в табл. 11.

Таблица 11

Технические характеристики датчиков вибрации

Характеристики	VBS	VBT-1
Точность	±3%	
Предел температуры	от -30 до 105°C	
Требования к питанию	от 18 до 32В пост. тока	от 9,6 до 32 В пост. тока
Выходной сигнал	4…20 мА	
Монтажная ориентация	любая ориентация	
Уровень защиты	NEMA 6 (IP67)	NEMA 6 (IP68)
Корпус	PBT, PC, FPM и нерж. сталь 316 SS	Нержавеющая сталь 316 SS
Вес	0,114 кг	0,125 кг
Частота	от 10 до 1000 Гц	
Стоимость	51474 руб	44366 руб

3.2.5 Измерение давления в трубопроводе -

Промышленный датчик давления серии EPNCR 8298 (см. рис. 19) датчик высокого давления оснащен демпфером пульсаций для предохранения от скачков давления, отличаются высокой стабильностью и устойчивостью к вибрациям.



Рис. 19 Датчик давления промышленный EPNCR 8298

Преимущества:

- микропроцессор повышенной производительности ASIC;
- номинальное давление до 2500 бар;
- высокая виброустойчивость;
- термостойкость;
- разные классы точности;
- полностью сварная сенсорная система без дополнительных уплотнений.

Промышленный датчик давления серии 682 -

Сконструирован так, чтобы противостоять ударам, вибрации, температуре и электромагнитным помехам. Электроника и емкостной сенсор размещены в сварном корпусе из нержавеющей стали (см. рис. 20).

Промышленный датчик давления серии 682 имеет внешние настройки нуля и максимума шкалы, а также защиту от обратной полярности. Серия 682 успешно работает в сложных приложениях, как дорожное оборудование, гидравлические системы, управление компрессорами, промышленными станками или промышленными холодильниками.



Рис. 20 Промышленный датчик давления серии 682

Технические характеристики датчиков давления приведены в табл. 12.

Таблица 12

Технические характеристики датчиков давления

Характеристика	EPNCR 8298	Серия 682
Смачиваемые материалы	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь 17-4 PH SS
Предел давления	от 0...2,5 до 0...2500	от 0 до 34,45 бар
Предел температуры	от -40 до 125°C	
Требования к питанию	от 9 до 30 В пост. тока	от 9 до 30 В пост. тока
Выходной сигнал	4...20 мА	4…20 мА
Сопротивление измерительного контура	800 Ом	
Уровень защиты	NEMA 4X	NEMA 4X (IP66)
Вес	0,64 кг	0,227 кг
Стоимость	34310 руб	38639 руб

Исходя из сравнительного анализа технико-экономических показателей сравниваемых средств и на основе требований к АСР для выполнения данной работы выбраны:

1. Прямоходный электропривод SDL,

производитель ООО «ПРИВОДЫ АУМА, Россия, г. Москва.

2. Клапан обратный RD12 (RD12F) Ду250 Ру16 фланцевый,

производитель DN.ru, Московская область, г. Одинцово.

3. Датчик уровня воды PBLT2,

производитель ООО "ОЛИЛ", Россия, г. Москва.

4. Датчик вибрации VBT-1,

производитель ООО "ОЛИЛ", Россия, г. Москва.

5. Промышленный датчик давления серии 682,

производитель ООО "ОЛИЛ", Россия, г. Москва.

Спецификация КТС приведена в Приложении 2. Таблица П2.1

4. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

4.1 Электроснабжение насосной станции

Водоотливная установка – крупный потребитель электроэнергии, она относится ко 2-й категории по надежности электроснабжения.

Одним из условий безопасной работы карьера является обеспечение бесперебойного питания потребителей электроэнергией.

Источником электроснабжения карьера является действующая понизительная подстанция ПС 110/6 кВ. При разработке схемы внутреннего электроснабжения потребителей карьера учтены:

- технологические требования обеспечения электроэнергией потребителей в зависимости от их категорий по бесперебойности электроснабжения;

- динамика электропотребления на перспективу эксплуатации.

В соответствии с техническими характеристиками электроприемников приняты следующие напряжения трехфазного тока:

- 6 кВ - для распределения электроэнергии от подстанций до потребителей и питания высоковольтных электроприемников;

- 380 В - для питания низковольтных электроприемников в карьере, на отвалах (система с изолированной нейтралью);

- 220 В - для питания низковольтных силовых электроприемников и электроосвещения в диспетчерском пункте (система с глухозаземленной нейтралью).

Питание высоковольтных потребителей карьера предусматривается от ЗРУ-6 ПС-68 по двум передвижным воздушным линиям 6 кВ №93 и №94 через передвижное распределительное устройство 6 кВ и высоковольтные приключательные пункты типа ЯКНО-6 кВ.

Питание потребителей 0,4 кВ (буровые станки, насосы карьерного водоотлива и мачты освещения) предусматривается от передвижных комплектных трансформаторных подстанций типа ПСКТП, размещенных в непосредственной близости

от электропотребителей 0,4 кВ. Подключение потребителей проектируемого карьера предполагается по двум передвижным воздушным линиям 6 кВ.

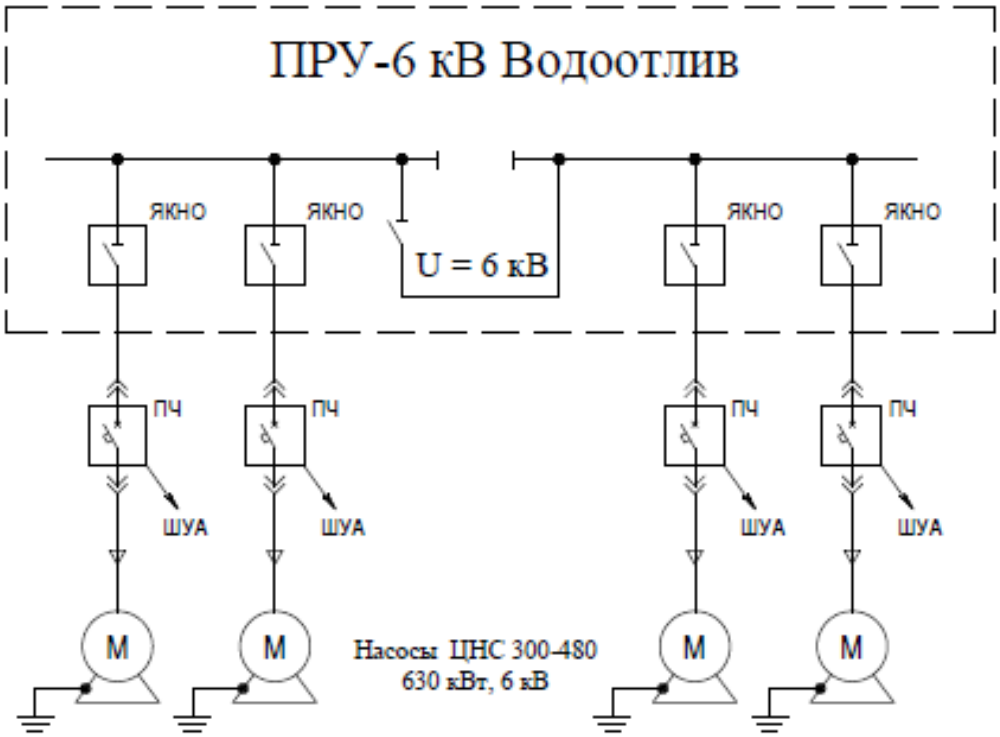


Рис.21 Схема электроснабжения насосной станции

Для приема и распределения электроэнергии на 6 кВ и 0,4 кВ предусматривается установка комплектных передвижных ПРУ и ПСКТП заводского изготовления; в здании диспетчерского пункта и в электропомещениях зданий комбината устанавливаются вводные распределительные щиты, комплектующиеся коммутационной аппаратурой (автоматическими выключателями, пускателями, разъединителями, контакторами и т.д.) и распределительным оборудованием.

Для защиты спускающихся в карьер ВЛ 6 кВ предусматривается установка на вводе в карьер передвижное распределительное устройство ПРУ-6 кВ см. рис. 21.

Для защиты электроприводов механизмов в карьере предусматривается их подключение к передвижным ВЛ 6 кВ посредством приключательных ячеек типа ЯКНО-6 кВ.

ЯКНО (ячейка карьерная наружной установки) см. рис. 22 –



Рис.22 ЯКНО-6 кВ

Конструктивные элементы преимущественно расположены следующим образом:

- на лицевой части — рукоятки приводов и аппаратуры;

- в низковольтном отсеке или на его двери устанавливают реле защиты и управления, приборы учета;

- внутри устанавливают стационарное освещение для удобного ремонта и замены деталей;

- обязательно заземляют приборы, для которых это необходимо в соответствии со стандартизирующей документацией;

- наверху — ограждение воздушного ввода с опорными изоляторами и разрядниками.

ЯКНО эксплуатируют вне помещения при любых погодных условиях

Конкретный набор компонентов зависит от технической документации и установок заказчика и может включать следующие элементы:

- масляные и вакуумные выключатели;

- разъединители и аппараты высокого напряжения;

- заземлители и привода;

- трансформаторы;

- ограничители и блокировки;

- силовые шины.

В ячейке соединяют в соответствии с главной целью комплект приборов, оборудования, средств учета, защиты, сигнализации, автоматику.

Преобразователь частотный ПЧ рис. 23 служат для автоматических систем управления электродвигателями большой мощности с высоким напряжением питания от 6 до 10 кВ.



Рис.23 Преобразователь частотный 6 кВ

Преимущества:

- плавный запуск, торможение, регулировка скорости мотора.

- плавная регулировка производительности.

- снижение затрат на ремонт, энергию, работу.

- простой ввод в эксплуатацию.

- большой срок службы.

- автоматическая диагностика, предупреждение аварий, повышение срока службы

- экономия энергии за счет регулировки вращения электродвигателей.

Шкафы ввода/вывода, шкафы сетевые, шкафы кроссовые оптические, посты управления локальных систем управления, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием, предполагается разместить в помещениях КИП.

Питание данного оборудование (ШУА) – от щита силового ЩС 0,4 кВ, расположенного в помещении электрощитовой ГОКа.

Щит силовой представляет собой комплектное низковольтное устройство, обеспечивающее комплексную защиту и автоматизацию управления технологическим процессами. ЩС разрабатываются на базе микропроцессорной техники с возможностью регистрации событий и параметров и интеграции в систему АСУТП.

Щит силовой содержит источник бесперебойного питания (ИБП) для обеспечения 1 ой категории надежности и для бесперебойной работы контроллера во время отсутствия основного питания.

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции все металлические нормально нетоковедущие части электроустановок подлежат занулению. В качестве проводников зануления используются присоединяемые к заземляющим шинам нулевые защитные проводники.

Заземление электроприемников карьера (экскаваторов, буровых станков и пр.) осуществляется присоединением их заземляемых частей к контуру заземления через заземляющие жилы питающих кабелей.

Схема электроснабжения потребителей карьера приведена в Приложении 1, 15.03.04-175485 ВКР 7.

4.2 Разработка внутреннего и внешнего вида шкафа управления автоматизацией ШУА

Шкафы ввода/вывода, шкафы сетевые, шкафы кроссовые оптические, посты управления локальных систем управления, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием, предполагается разместить в помещениях КИП.

Питание данное оборудование (ШУА) – от щита силового ЩС 0,4 кВ, расположенного в помещении электрощитовой ГОКа.

Щит силовой представляет собой комплектное низковольтное устройство, обеспечивающее комплексную защиту и автоматизацию управления технологическим процессами. ЩС разрабатываются на базе микропроцессорной техники с возможностью регистрации событий и параметров и интеграции в систему АСУТП.

Щит силовой содержит источник бесперебойного питания (ИБП) для обеспечения 1 ой категории надежности и для бесперебойной работы контроллера во время отсутствия основного питания.

Схема однолинейная принципиальная шкафа управления автоматизации ШУА водоотлива карьера показывает внешние подключения шкафа автоматизации. На схеме изображен шкаф, его входные и выходные элементы (зажимы, гальванические элементы, разъемы и т.п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, указаны данные о подключении шкафа управления (адреса, маркировки, характеристики внешних цепей), см. Приложение 1, 15.03.04-175485 ВКР4.

Спецификация оборудования, изделий и материалов для шкафа управления автоматизации ШУА, см. см. Приложение 1 на листах ХХХХ.

Внутренний вид шкафа управления автоматизацией ШУА представлен на рис. 24 и в Приложении 1, 15.03.04-175485 ВКР 3.

Внешний вид шкафа управления автоматизацией представлен на рис. 25.

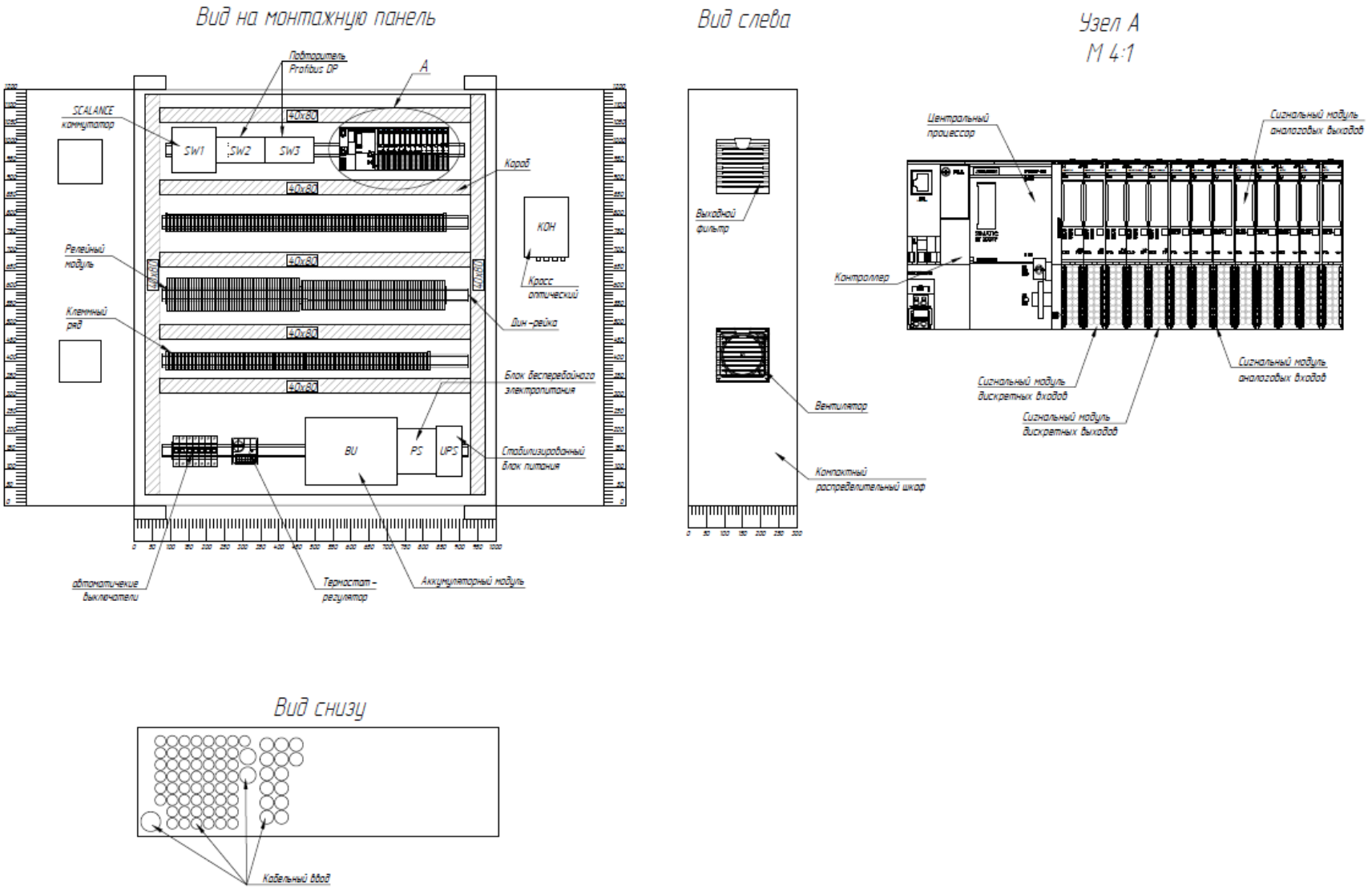


Рис. 24 Внутренний вид шкафа автоматизации ШУА



Рис. 25 Внешний вид шкафа управления автоматизацией ШУА

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции все металлические нормально нетоковедущие части электроустановок подлежат занулению. В качестве проводников зануления используются присоединяемые к заземляющим шинам нулевые защитные проводники.

Заземление электроприемников карьера (экскаваторов, буровых станков и пр.) осуществляется присоединением их заземляемых частей к контуру заземления через заземляющие жилы питающих кабелей.

4.3 Расчет электрических нагрузок. Расчет потребления электроэнергии.

Расчет электрических нагрузок произведен методом коэффициента спроса. Расчет расхода электроэнергии произведен методом коэффициента использования и выполнен исходя из режима работы (365дня 3 смены в сутки по 8 часов каждая). Результаты расчета электронагрузок приведены в табл. 13-16, расчет потребления электроэнергии представлена в табл. 17 в соответствии с рассматриваемыми годами отработки карьера.

Таблица 13

2017 год

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформа-торов
					Актив-ная	Реактив-ная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
Горные работы на 2017 й год								
ПРУ-6 кВ «Г.Р.»								
Нагрузка 0,4 кВ								
ПСКТП 6/0,4 кВ №4								
Станок буровой СБШ-250 МНА 32	398	0,6	0,7	1,02	239	244	342	1×400 кВА
ПСКТП 6/0,4 кВ №81								
Станок буровой СБШ-250 МНА 32	398	0,6	0,7	1,02	239	244	342	1×400 кВА
ПСКТП 6/0,4 кВ №82								
Станок буровой СБШ-250 МНА 32	398	0,6	0,7	1,02	239	244	342	1×400 кВА
Нагрузка 6 кВ								
Экскаватор ЭКГ-10	2×800	0,6	0,90	0,48	960	-460		
ПСКТП 6/0,4 кВ №3, 6								
Наружное эл. освещение карьера	2(3,5×3)	1	0,85	0,62	21	13	25	2(1×25 кВА)
ПСКТП 6/0,4 кВ №31, 61, 62,63								
Нагрузка аналогичная ПСКТП №4	4(3,5×2)	1	0,85	0,62	28	17	33	4(1×25 кВА)
Здание горно-транспортного дис-								

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформа-торов
					Актив-ная	Реактив-ная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
петчера								
Отопление, вентиляция, соб. нуж-ды	20,0	0,85	0,7	1,0	17	17	24	2×25 кВА
ПРУ-0.4 кВ карьерного водоотли-ва								
Нагрузка 0.4 кВ								
Заливочный насос НЗП 55-15	5,2	0,9	0,80	0,75	5	4	6	2×25 кВА
Наружное освещение	2×0,4	1	0,85	0,62	0,8	1	1	
Нагрузка 6 кВ								
Насосный агрегат ЦНС 300-480	630	0,9	0,80	0,75	567	425	709	
Всего в норм. приток:			**0,80**	**0,75**	**567**	**425**	**709**	
То же в макс. приток:			**0,80**	**0,75**	**1701**	**1276**	**2126**	
Итого на шинах ПРУ-6 кВ «Г.Р.» норм. приток:			**0,95**	**0,32**	**2315,8**	**762**	**2438**	
Итого на шинах ПРУ-6 кВ «Г.Р.» макс. приток:			**0,95**	**0,33**	**3449,8**	**1135**	**3632**	

Таблица 14

2019 год

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформа-торов
					Актив-ная	Реактив-ная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
Горные работы на 2019 й год								
ПРУ-6 кВ «Г.Р.»								
Нагрузка 0,4 кВ								
ПСКТП 6/0,4 кВ №42								
Станок буровой СБШ-250 МНА 32	398	0,6	0,7	1,02	239	244	342	1×400 кВА
ПСКТП 6/0,4 кВ №43								
Станок буровой СБШ-250 МНА 32	398	0,6	0,7	1,02	239	244	342	1×400 кВА
Здание горно-транспортного дис-петчера								
Отопление, вентиляция, соб. нужды	20,0	0,85	0,7	1,0	17	17	24	2×25 кВА
Противорадиационное укрытие								
Освещение, вентиляция, сеть розе-ток	5	0,85	0,7	1,0	4	4	6	2×25 кВА
Нагрузка 6 кВ								
Экскаватор ЭКГ-10	1×800	0,6	0,90	0,48	480	-233		
ПСКТП 6/0,4 кВ №31,61,62,63								
Наружное эл. освещение карьера	4(3,5×2)	1	0,85	0,62	28	17	33	4(1×25) кВА
ПСКТП 6/0,4 кВ №3,6,7								
Нагрузка аналогичная ПСКТП №31	3(3,5×3)	1	0,85	0,62	32	20	37	2(1×25) кВА)
ПРУ-0.4 кВ карьерного водоотли-								

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформа-то-
					Актив-ная	Реактив-ная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
ва								
Нагрузка 0.4 кВ								
Заливочный насос НЗП 55-15	5,2	0,9	0,80	0,75	5	4		2×25 кВА
Наружное освещение	2×0,4	1	0,85	0,62	0,8	1		
Нагрузка 6 кВ								
ЦНС300-480	630,0	0,9	0,80	0,75	567	425	709	
Всего в норм. приток:			**0,80**	**0,75**	**567**	**425**	**709**	
То же в макс. приток:			**0,80**	**0,75**	**1701**	**1276**	**2126**	
ПСКТП 6/0,4 кВ №7 Насосная станция								
перекачки дождевых и талых вод №1								
Погружной насос KRTK 150-500/804	80	0,9	0,80	0,75	72	54	90	
Наружное освещение	2×0,4	1	0,85	0,62	0,8	1		
Всего на шинах 6 кВ норм. при-ток:	80,8		**0,80**	**0,75**	**72,8**	**54,5**	**91**	1×100 кВА
Итого на шинах ПРУ-6 кВ «Г.Р.» норм. приток:			**0,95**	**0,33**	**1684,6**	**554**	**2311**	
Итого на шинах ПРУ-6 кВ «Г.Р.» макс. приток:			**0,95**	**0,33**	**2818,6**	**927**	**2968**	

Таблица 15

2022 год

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформа-торов
					Актив-ная	Реактив-ная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
Горные работы на 2022 й год.								
ПРУ-6 кВ «Г.Р.»								
Нагрузка 0,4 кВ								
ПСКТП 6/0,4 кВ №41								
Станок буровой СБШ-250 МНА 32	398	0,6	0,7	1,02	239	244	342	1×400 кВА
Здание диспетчера								
Отопление, вентиляция, соб. нужды	20,0	0,85	0,7	1,0	17	17	24	2×25 кВА
Противорадиационное укрытие								
Освещение, вентиляция, сеть розеток	5	0,85	0,7	1,0	4	4	6	2×25 кВА
Нагрузка 6 кВ								
Экскаватор ЭКГ-10	1×800	0,6	0,90	0,48	480	-233		
ПСКТП 6/0,4 кВ №5,7,31,32,61,62,63								
Наружное эл. освещение отвалов	7(3,5×2)	1	0,85	0,62	49	30	58	5(1×25) кВА

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформа-то-ров
					Актив-ная	Реактив-ная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
ПСКТП 6/0,4 кВ №3,6								
Нагрузка аналогичная ПСКТП №31	2(3,5×3)	1	0,85	0,62	21	13	25	2(1×25 кВА)
ПРУ-0.4 кВ карьерного водоотлива								
Нагрузка 0.4 кВ								
Заливочный насос НЗП 55-15	5,2	0,9	0,80	0,75	5	4		2×25 кВА
Наружное освещение	2×0,4	1	0,85	0,62	0,8	1		
Нагрузка 6 кВ								
ЦНС300-480	630,0	0,9	0,80	0,75	567	425	709	
Всего в норм. приток:			**0,80**	**0,75**	**567**	**425**	**709**	
То же в макс. приток:			**0,80**	**0,75**	**1701**	**1276**	**2126**	
ПСКТП 6/0,4 кВ №7 Насосная станция								
перекачки дождевых и талых вод №1								
Погружной насос KRTK 150-500/804	80	0,9	0,80	0,75	72	54	90	
Наружное освещение	2×0,4	1	0,85	0,62	0,8	1		

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформа-торов
					Актив-ная	Реактив-ная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
Всего на шинах 6 кВ норм. приток:	80,8		**0,80**	**0,75**	**72,8**	**54,5**	**91**	1×100 кВА
ПСКТП 6/0,4 кВ №5 Насосная станция								
перекачки дождевых и талых вод №2								
Погружной насос KRTK 100-401/504	48	0,9	0,80	0,75	43	32	54	
Наружное освещение	2×0,4	1	0,85	0,62	0,8	1		
Всего на шинах 6 кВ норм. приток:	48,8		**0,80**	**0,75**	**44**	**32,9**	**55**	1×100 кВА
Итого на шинах ПРУ-6 кВ «Г.Р.» норм. приток:			**0,95**	**0,33**	**1499,6**	**494**	**1579**	
Итого на шинах ПРУ-6 кВ «Г.Р.» макс. приток:			**0,95**	**0,33**	**2633,6**	**867**	**2773**	

Таблица 16

Конец отработки

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформаторов
					Активная	Реактивная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
Горные работы на конец отработки								
ПРУ-6 кВ «Г.Р.»								
Нагрузка 0,4 кВ								
ПСКТП 6/0,4 кВ №41								
Станок буровой СБШ-250 МНА 30	398	0,6	0,7	1,02	239	244	342	1×400 кВА
Здание горно-транспортного диспетчера								
Отопление, вентиляция, соб. нужды	20,0	0,85	0,7	1,0	17	17	24	2×25 кВА
Противорадиационное укрытие								
Освещение, вентиляция, сеть розеток	5	0,85	0,7	1,0	4	4	6	2×25 кВА
Нагрузка 6 кВ								
Экскаватор ЭКГ-10	1×800	0,6	0,90	0,48	480	-232		

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформа-торов
					Актив-ная	Реактив-ная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
ПСКТП 6/0,4 кВ №5,7,31,32,61,62,63								
Наружное эл. освещение отва-лов	7(3,5×2)	1	0,85	0,62	49	30	58	5(1×25) кВА
ПСКТП 6/0,4 кВ №6,33,72								
Нагрузка аналогичная ПСКТП №31	2(3,5×3)	1	0,85	0,62	21	13	25	2(1×25 кВА)
ПРУ-0.4 кВ карьерного водоотлива								
Нагрузка 0.4 кВ								
Заливочный насос НЗП 55-15	5,2	0,9	0,80	0,75	5	4		2×25 кВА
Наружное освещение	2×0,4	1	0,85	0,62	0,8	1		
Нагрузка 6 кВ								
ЦНС300-480	630,0	0,9	0,80	0,75	567	425	709	
Всего в норм. приток:			**0,80**	**0,75**	**567**	**425**	**709**	
То же в макс. приток:			**0,80**	**0,75**	**1701**	**1276**	**2126**	

Наименование потребителей	Установленная мощность	Коэффициент спроса	Коэффициент мощности		Потребляемая мощность			Количество и мощность выбранных трансформа-торов
					Актив-ная	Реактив-ная	Полная	
	кВт		cosφ	tgφ	кВт	кВар	кВА	
ПСКТП 6/0,4 кВ №7 Насосная станция								
перекачки дождевых и талых вод №1								
Погружной насос KRTK 150-500/804	80	0,9	0,80	0,75	72	54	90	
Наружное освещение	2×0,4	1	0,85	0,62	0,8	1		
Всего на шинах 6 кВ норм. приток:	80,8		**0,80**	**0,75**	**72,8**	**54,5**	**91**	1×100 кВА
ПСКТП 6/0,4 кВ №5 Насосная станция								
перекачки дождевых и талых вод №2								
Погружной насос KRTK 100-401/504	48	0,9	0,80	0,75	43	32	54	
Наружное освещение	2×0,4	1	0,85	0,62	0,8	1		
Всего на шинах 6 кВ норм. приток:	48,8		**0,80**	**0,75**	**44**	**32,9**	**55**	1×100 кВА
Итого на шинах ПРУ-6 кВ «Г.Р.» норм. приток:			**0,95**	**0,33**	**1499,6**	**494**	**1579**	
Итого на шинах ПРУ-6 кВ «Г.Р.» макс. приток:			**0,95**	**0,33**	**2633,6**	**867**	**2773**	

Таблица 17

Расчет потребления электроэнергии (тыс. кВт·час)

Наименование	Года эксплуатации			
	2017	2019	2022	конец отработки
Буровой станок СБШ-250МН, U-380, ПСКТП 6/0.4	2194,0	1466,0	513,0	394,0
Экскаватор ЭКГ-10, U-6000В	384,9	198,5	247,9	184,3
Освещение горных работ	162,0	162,0	162,0	162,0
Освещение отвалов	32,4	55,1	76,0	76,0
Водоотлив	5445,0	5320,0	5180,0	5510,0
Диспетчерский пункт	146,0	146,0	146,0	146,0
ИТОГО	8364,3	7347,6	6324,9	6472,3

4.4.Расчет токов короткого замыкания

Расчеты токов короткого замыкания (ТКЗ) производились для трехфазного и двухфазного короткого замыкания (КЗ) в симметричной сети на стороне 6 кВ см. рис.26. Расчеты выполнялись в базисных единицах для максимального режима на 2022 год эксплуатации карьера.

В качестве исходных данных для расчета ТКЗ использовались данные по ТКЗ на секции питающей подстанции ПС-68 (точка К1), предоставленные главным энергетиком.

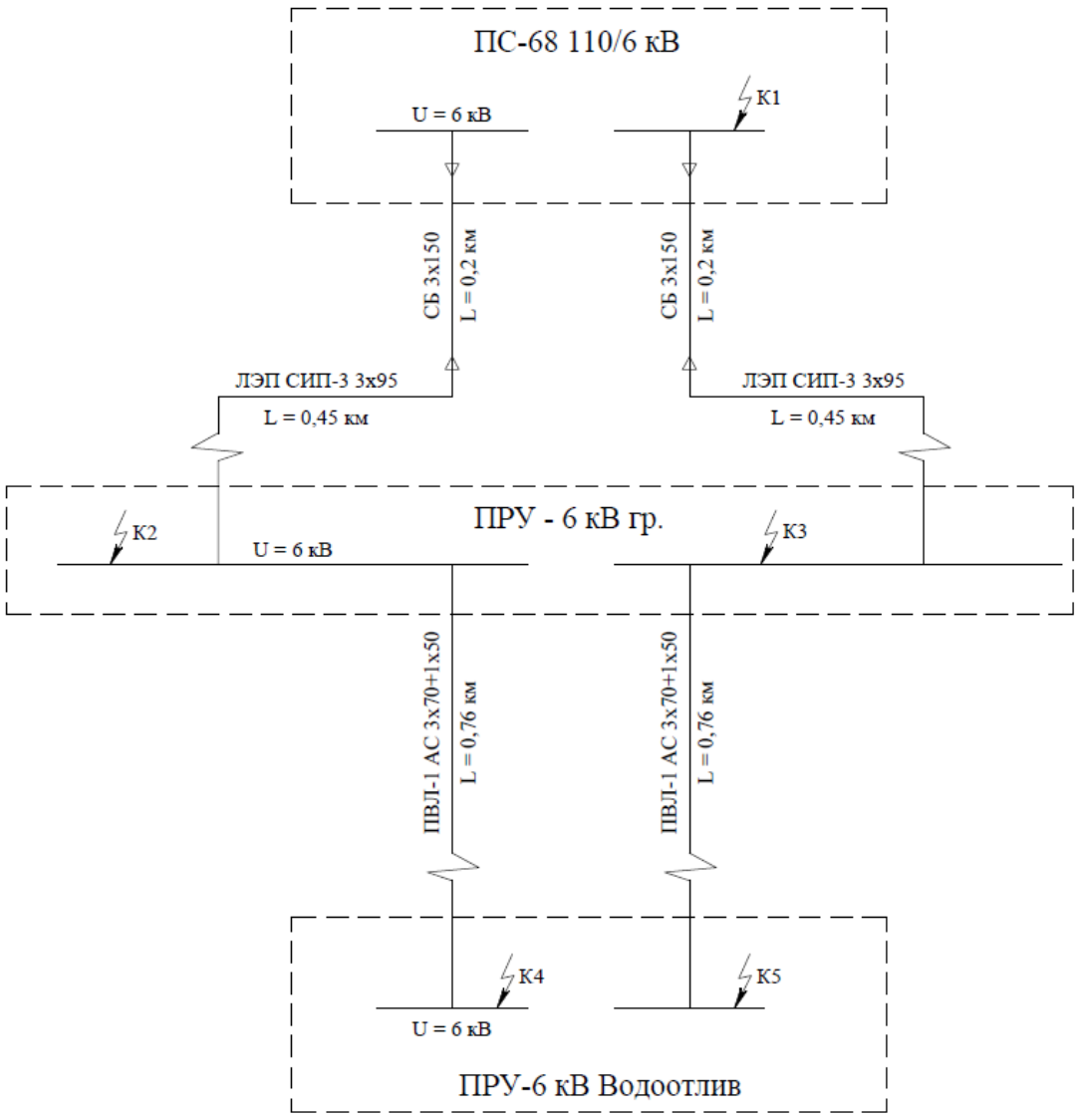


Рис.26 Расчетная схема токов короткого замыкания

Сопротивление ВЛ 6 L= 0,2 км. Кабель СБ-150

$x_1 = x_0 * L_1 = 0{,}208 * 0{,}2 = 0{,}104$ Ом

$r_1 = r_0 * L_1 = 0{,}074 * 0{,}2 = 0{,}0148$ Ом

Сопротивление ВЛ 6 L= 0,45 км. Провод СИП-3-120

$x_2 = x_0 * L_2 = 0{,}329 * 0{,}45 = 0{,}148$ Ом

$r_2 = r_0 * L_2 = 0{,}078 * 0{,}45 = 0{,}0351$ Ом

Сопротивление ВЛ 6 L= 0,76 км. Провод АС-70

$x_3 = x_0 * L_3 = 0{,}447 * 0{,}76 = 0{,}34$ Ом

$r_3 = r_0 * L_3 = 0{,}08 * 0{,}76 = 0{,}0608$ Ом

Результирующие сопротивления до точек короткого замыкания К2(К3):

$x_{12} = x_1 + x_2 = 0{,}0104 + 0{,}148 = 0{,}252$ Ом

$r_{12} = r_1 + r_2 = 0{,}0148 + 0{,}0351 = 0{,}0499$ Ом

Результирующие сопротивления до точек короткого замыкания К4(К5)

до точки в приключательном пункте ЯКНО:

$x_{123} = x_{12} + x_3 = 0{,}252 + 0{,}34 = 0{,}592$ Ом

$r_{123} = r_{12} + r_3 = 0{,}0499 + 0{,}0608 = 0{,}11$ Ом

Значение трёхфазного тока короткого замыкания К2(К3):

$$I_{K2} = \frac{1{,}05 \cdot U_H}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{x_{12}^2 + r_{12}^2}} = \frac{1{,}05 \cdot 6}{1{,}73 \cdot \sqrt{0{,}252^2 + 0{,}0499^2}} = 55{,}2 \text{ кА}$$

Значение трёхфазного тока короткого замыкания К4(К5):

$$I_{K4} = \frac{1{,}05 \cdot U_H}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{x_{123}^2 + r_{123}^2}} = \frac{1{,}05 \cdot +6}{1{,}73 \cdot \sqrt{0{,}592^2 + 0{,}11^2}} = 6{,}07 \text{ кА}$$

Значение двухфазного тока короткого замыкания К2(К3):

$$I_{K2}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{K2}^{(3)} = 47{,}8 \text{ кА}$$

Значение двухфазного тока короткого замыкания К4(К5):

$$I_{K4}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{K4}^{(3)} = 2{,}26 \text{ кА}$$

Результаты расчетов токов короткого замыкания сведены в табл. 18.

Таблица 18

Результаты расчетов токов короткого замыкания

Точка короткого замыкания по схеме	Трехфазный ток короткого замыкания, кА	Двухфазный ток короткого замыкания, кА
К1	80	69,3
К2	55,2	47,8
К3	55,2	47,8
К4	6,07	2,26
К5	6,07	2,26

4.5 План расположения оборудования и проводок

При разработке проекта предусматривается строительство передвижных ВЛ-93 и ВЛ-94 6 кВ, предназначенных для питания потребителей карьера от внешней электросети; а также передвижных внутрикарьерных ВЛ 6 кВ, предназначенных для непосредственного питания электропотребителей карьера от карьерного передвижного распределительного пункта (ПРУ) 6 кВ.

Проектная мощность

Передвижные ВЛ 6 кВ предназначены для питания ПРУ 6 кВ карьера и рассчитаны с коэффициентом загрузки не более 50%. При выходе из работы любой передвижной ВЛ 6 кВ (ПВЛ-93 или ПВЛ-94) все потребители карьера работают от оставшейся в работе ВЛ.

Максимальная нагрузка в аварийном режиме, передаваемая по воздушным линиям 6 кВ, согласно табл. 12-15 составит 3449,8 кВт. С учетом коэффициента мощности 0,92, расчетный ток линии равен:

$$I = \frac{3449{,}8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6{,}3 \cdot 10^3 \cdot 0{,}92} = 343{,}0,\ A.$$

Показатели и характеристики устройств ВЛ 6 кВ

Основные решения

Длина передвижных ПВЛ-93 и ПВЛ-94 составляет 450 м.

В качестве опор ПВЛ-93 и ПВЛ-94 приняты передвижные опоры до передвижного распределительного пункта 6 кВ, и аналогичные опоры от передвижного распределительного пункта до электропотребителей в карьере.

Распределение электроэнергии от ПРУ-6 кВ до потребителей 6 кВ предусмотрено по передвижным воздушным линиям электропередачи 6 кВ.

План передвижных ВЛ 6 кВ приведен в Приложении ХХХ.

Линии электропередач выполняются проводами СИП-3 и сталеалюминиевыми проводами на передвижных опорах (по типовому проекту 3.407.9-180). В качестве опорных конструкций передвижных ВЛ 6 кВ предусмотрены деревянные и металлические опоры 6 кВ на металлическом или железобетонном подножнике заводского изготовления.

Проектируемые ВЛ 6 кВ предназначены для нормального режима электроснабжения горного предприятия – карьера.

Подключение проектируемых передвижных ВЛ 6 кВ предусматривается к ячейкам распределительного устройства (РУ) 6 кВ ПС-68 через кабельную вставку 6 кВ.

Провода и грозозащитные тросы

Для ПВЛ 6 кВ принимается неизолированный провод типа АС-70/11 и провод защищенный СИП-3 сечением 95 мм2, для заземляющего провода передвижных внутрикарьерных ЛЭП применяется провод АС-50/8, согласно расчетным токам, а также по условиям потери напряжения в конце линий и механической прочности и значениям коэффициентов перегрузки для определения ветровых и гололедных расчетных нагрузок на провода и тросы (в соответствии с п. 2.5.54, 2.5.55 ПУЭ-7).

Натяжение провода для провода АС-95/16, АС-70/11 и троса АС-50/8 принималось согласно максимальному тяжению на промежуточную опору и из условия максимальной прочности провода и равнялось 11,05 кГс/мм^2.

Питающие кабели по площадке от проектируемых ПРУ и ПСКТП до потребителей электроэнергии прокладываются по воздуху и в земле.

Внутренние силовые сети зданий выполняются кабелями с медными жилами в поливинилхлоридной изоляции и оболочке, не распространяющей горения, с низким дымо- и газовыделением (LS).

Наружные силовые сети выполняются бронированным кабелем с медными жилами в поливинилхлоридной изоляции.

Кабельные линии выбраны по длительному току нагрузки, проверены по условиям соответствия допустимого тока уставкам защитных аппаратов, выполнения автоматического защитного отключения питания и потерям напряжения.

Для электроснабжения применяются:

1. Для ПВЛ 6 кВ провод АС3х95/16; АС-70/11 и АС 3х50/8
2. Для линий ВЛ 0,4 кВ СИП 3×95
3. Для подключения электроприемников применяются кабельные линии марки КГЭВ-ХЛ.

4. В системе автоматики применяются различные по назначению и устройству:

- кабели контрольные КВВГ,
- кабели для сигнализации и блокировки СБПуЭ,
- кабели управления КРШУ, КРШМ, КРШУЭ, КРШУЭМ ,
- монтажные кабели и провода КМВ.

Возможно применение аналогичных проводов и кабелей.

В соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» п.1021 Для сооружения кабельных

передвижных распределительных сетей и для питания самоходных и передвижных электропотребителей на объектах открытых горных работ должны использоваться гибкие шланговые кабели, как минимум, с пятью жилами: три силовых, заземляющая и вспомогательная (контрольная). При обрыве заземляющей жилы в гибких кабелях должны предусматриваться защиты, воздействующие на отключение коммутационного аппарата с питающей стороны кабеля.

П. 1024. Гибкие кабели, питающие передвижные машины, должны прокладываться так, чтобы исключалась возможность их повреждения, примерзания, завала породой, наезда на них транспортных средств и механизмов. По обводненной площади кабель должен прокладываться на опорах (козлах) или сухой породной отсыпке.

В проекте представлена схема соединений внешних проводок, см. Приложение XXX. На которой указаны электрические связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом оборудовании, вне щитов и на щитах, а также подключения проводок к приборам и щитам.

Планы электроснабжения потребителей карьера приведены на чертежах в Приложении 1, 15.03.04-175485 ВКР7-8.

5. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДООТЛИВА

Проектом предусматривается АСУ ТП ГОК создание трехуровневой системы управления и контроля технологического процесса.

Первый уровень

Включает в себя датчики и преобразователи, осуществляющие сбор и предварительную обработку информации о состоянии параметров технологического процесса, и исполнительные механизмы, воздействующие на параметры технологического процесса с целью приведения их состояния в требуемые пределы и по заданному закону.

Датчики, преобразователи и исполнительные механизмы размещаются непосредственно на технологическом оборудовании, трубопроводах и в местных шкафах, на которые выведены показания приборов и сигнализаторов местного контроля, а также органы управления в «ручном» режиме.

Применяется современное сертифицированное оборудование и системы отечественного и импортного производства, выбираемые исходя из соотношений цена/качество с учетом эксплуатационных затрат, наличием сервисного обслуживания (если актуально), возможности амортизации.

Второй уровень

Ко второму уровню относится контроллер Siemens, реализующие функции сбора аналоговых и дискретных сигналов, их обработку, передачу на верхний уровень, выработку управляющих воздействий по заданным законам с передачей этих воздействий на исполнительные механизмы. Контроллеры включены в сеть Profibus, образуя распределенную структуру. Система имеет возможность модернизации и расширения за счет добавления дополнительных модулей ввода/вывода и новых периферийных станций ввода/вывода, количество которых определяется вычислительной мощностью контроллера и его математической нагрузкой.

Контроллеры разделены на две группы:

– функционально законченные системы в одном шкафу с панелью оператора, расположенных на отделениях: водоснабжения, дробления, отделение реагентов, отделение сгущения и фильтрации. В виду обеспечения повышенной надежности данная система строится на базе контроллера S7-1500 и может локально функционировать самостоятельно в случае сбоев общей сети PROFIBUS.

– системы, функционирующие в режиме постоянного обмена информации с оператором фабрики на отделениях измельчения и флотации (на каждой секции отдельная система). Построены на базе контроллера S7-1500 и имеющие распределенную архитектуру в виде станции SIMATIC ET-200SP. Данная система позволяет реализовать большие математические возможности для регулирования с поддержкой технологии CiR («горячая замена» модулей без останова центрального процессора). Система дублируется на уровне секции.

Для приема и распределения электроэнергии к питателям и насосным установкам (регулирование расхода руды, уровня в зумпфах, давления на входе гидроциклонов) предусматривается преобразователи частоты "Danfoss", с управлением по сети Profibus DP. Запорная арматура насосов с установленными электроприводами управляется автоматически при пуске и останове соответствующего насоса.

Для шкафного оборудования используется продукция фирмы RITTAL.

Третий уровень

К третьему уровню относится серверы, подсистемы контроля и отображение информации с контроллерами на операторских станциях АРМ (оператора, мастера смены, начальника фабрики, главного технолога, диспетчера) объединенных сетью Ethernet. Управление и контроль за ходом технологического процесса в течении смены осуществляется оператором, который обеспечивает поддержание технологических параметров, бесперебойную и взаимосвязанную работу отдельных участков и ведение технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом. Система обеспечивает архивацию данных и представление истории процесса, в виде графиков и таблиц. Используется оборудование Siemens, Aperto, Walk Air, H3C, Hewlett Packard.

Для отображения мнемосхем устанавливается две станции оператора и восемь жидкокристаллических панелей NEC (см. рис. 27).

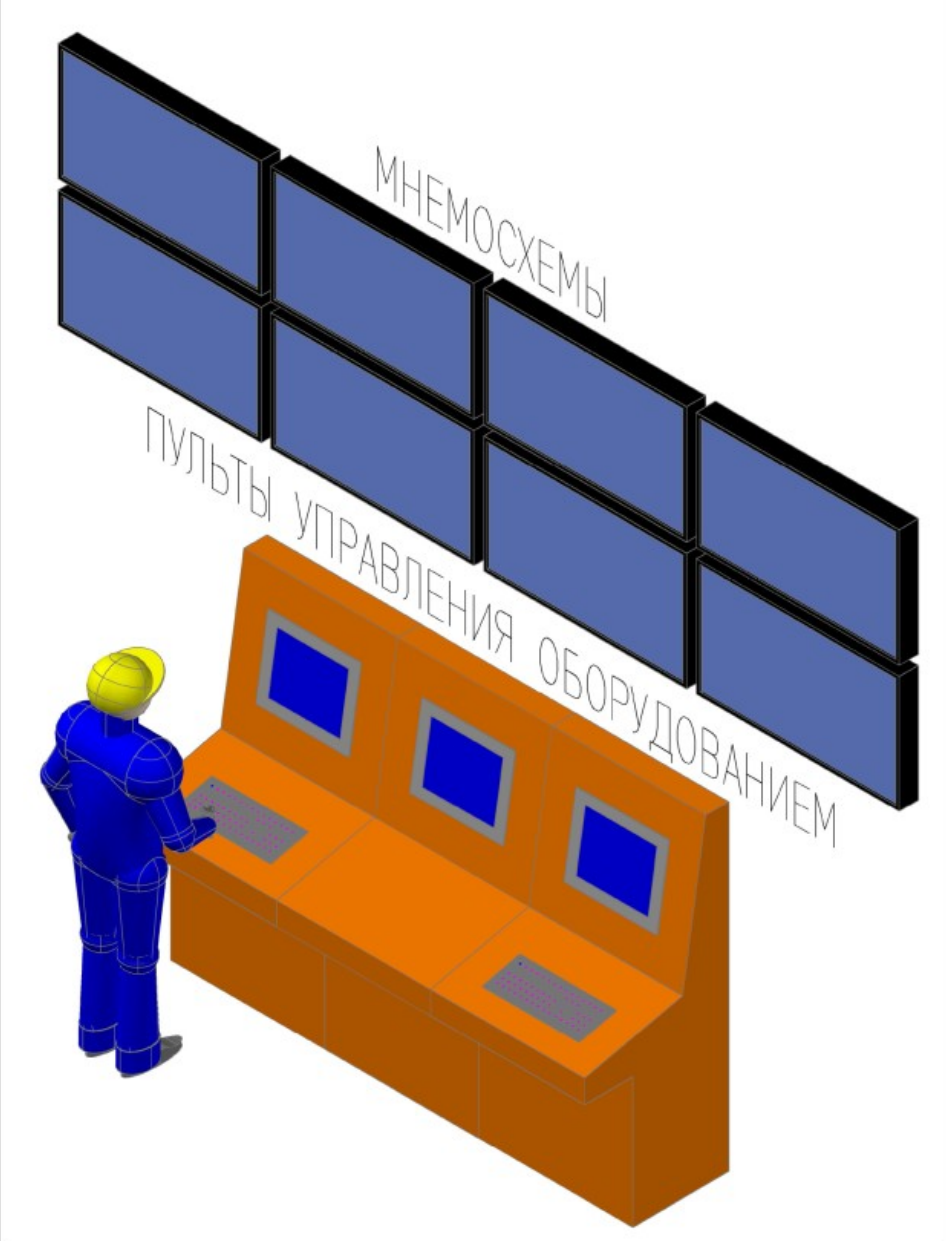


Рис. 27 Общий вид интерфейса оператора

Для управления агрегатами устанавливается три панели управления (на каждую секцию) подключенные непосредственно к управляющим контроллерам, в целях повышения надежности, обеспечивающие бесперебойную работу при отказе серверов и операторских станции на базе персональных компьютеров.

Система комплектуется источниками бесперебойного питания, обеспечивающими работу не менее 15 минут при отсутствии напряжения питания.

Оператор, по заданию технологического персонала, осуществляет управляющие действия на технологический процесс:

- разрешает/блокирует работу ПТС (параметры технологического процесса);
- задает уставки на регулирование;
- сбрасывает показания счетчиков.

Клиентские станции, начальника фабрики, главного технолога фабрики, позволяют наблюдать параметры технологического процесса, просмотр трендов, архивов. Пользователи этих станций работают в режиме «монитора» и не могут, как оператор, производить управляющих действий на технологический процесс.

В целом система управления предусматривает следующие виды управления:

- супервизорное (использование рабочих станций для отображения информации о технологических параметрах, задания уставок регуляторов, сигнализации, выдачу аварийных предупреждений);
- автоматическое (при использовании контроллера в качестве непосредственных элементов контроля и управления);
- ручное (дистанционное) управление.

Техническая структура АСУ водоотлива карьера представлена на рис. 28 и в Приложении 1 15.03.04-175485 АСУТП.6.

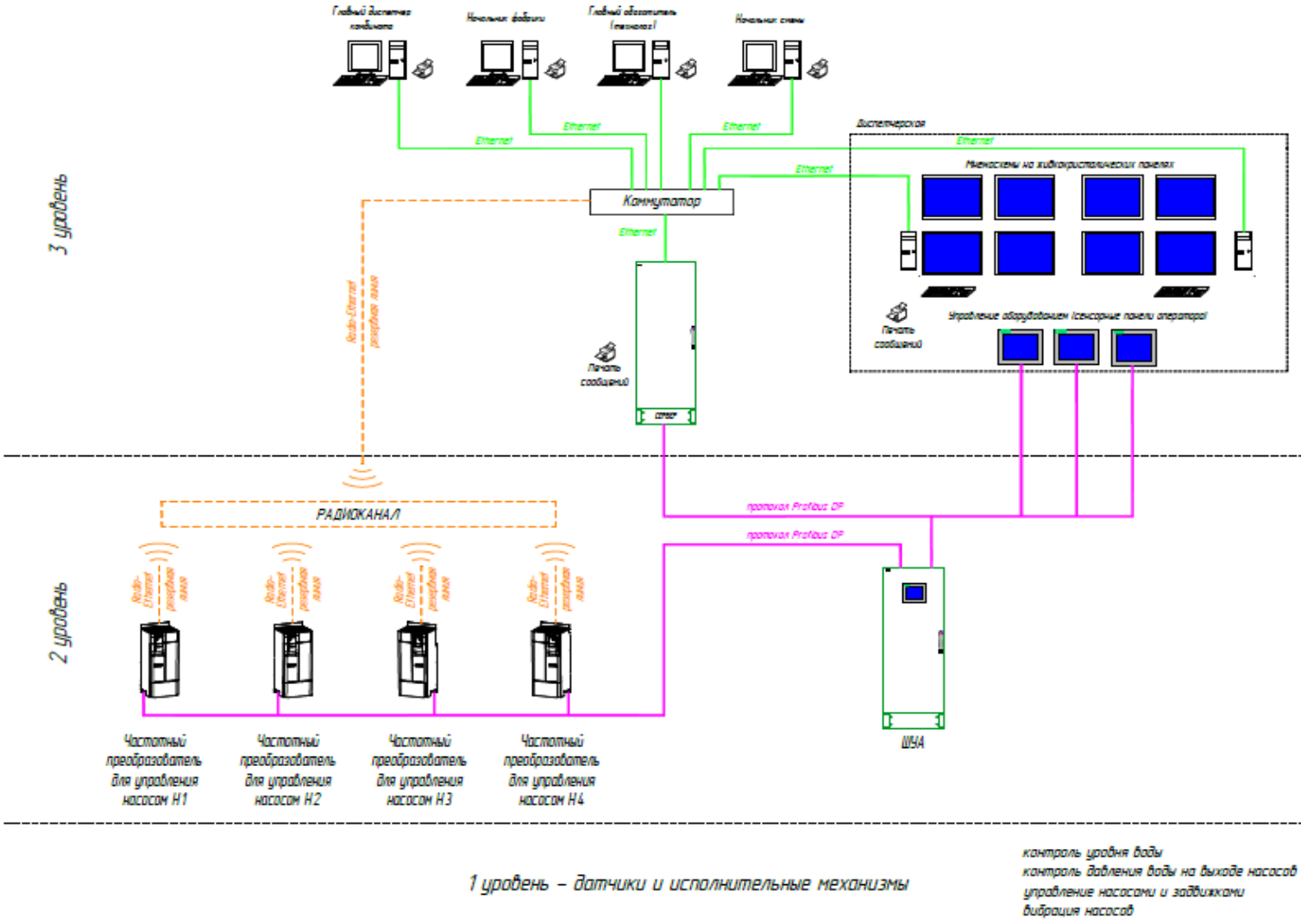


Рис.28 Техническая структура АСУ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматически действующая аппаратура, выполняющая операции вместо машинистов насосов, обеспечивает точность, безошибочность и своевременность этих операций. Это позволяет продлить межремонтные сроки за счет исключения случаев холостой работы водоотлива и дает возможность экономить значительные средства.

Эффективность процесса построена на основе алгоритмов, обеспечивающих рациональную организацию технологических режимов и оптимальную загрузку технологического оборудования, а также энерго – и ресурсосбережение;

- применена система управления которая обеспечивает многорежимное функционирование при минимальном количестве органов ручного управления;

- применены унифицированные аппаратно–программные комплексы, построенные по модульному принципу, обеспечивающие возможность дальнейшего наращивания и модернизацию.

В ходе данного проекта была изучена система автоматизированного управления насосной станции водоотлива карьера горнодобывающего комбината.

Разработаны и построены:

1. Технологическая схема водоотлива карьера

2. Функциональная схема АСУ насосной станцией водоотлива карьера

3. Внутренний и внешний вид шкафа управления автоматизации ШУА

4. Схема однолинейная принципиальная шкафа управления автоматизации ШУА водоотлива карьера

5. План прокладки кабельной сети

6. Схема электроснабжения водоотлива

7.Техническая структура КТС

8. Схема соединений внешних проводок

Составлены:

1. Спецификация программно-технических средств ПТК.
2. Спецификация комплекса-технических средств КТС.
3. Спецификация оборудования, изделий и материалов для шкафа управления автоматизации ШУА

Произведены расчеты:

1. Вместимость водосборников на расчетные периоды
2. Насосной установки
3. Электрических параметров на расчетные периоды:
   - расчет электрических нагрузок;
   - расчет потребления энергии;
   - расчет токов короткого замыкания

Выполнен алгоритм работы системы автоматизации водоотлива карьера, включающий: измерение, контроль, управление и аварийное оповещение системой. Представлены характеристики контуров водоотлива карьера. Разработаны схема связей информационного обеспечения, диаграмма состояний АСУ ТП, трехуровневая система управления и контроля технологического процесса. Проведен анализ управляющих сигналов на исполнительные органы и информационных сигналов ввода/ вывода от измерительных преобразователей при функционировании автоматизированной системы управления водоотведения карьера. Выбраны модели комплекса-технических средств и программно-алгоритмического обеспечения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 3.05.06-86 «Электротехнические устройства»;
2. ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы»
3. ПУЭ изд. 6 и 7 «Правила устройства электроустановок»;
4. СНиП 3.05.07-85 – «Системы автоматизации»;
5. ГОСТ 21.408-93 «Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов»;
6. ГОСТ 21.101-97 «Основные требования к проектной и рабочей документации»;
7. СПДС ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов».

Обозначения условные приборов и средств автоматизации. Переиздание. Март 1987 г. – 12с.

8. Суриков В.Н., Серебряков Н.П. Автоматизированные системы управления технологическими процессами: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию/ ВШТЭ СПБГУТД. СПБ. 2017 -46 с.

9. Емельянов А.И., Капник О.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. -М.: Энергоатомиздат, 1983. - 400с.

10. Монтаж средств измерений и автоматизации / Справочник. К.А. Алексеев, В.С. Антипин, А.Л. Ганашек и др., Под. Ред. А.С. Клюева. –

3-е изд., перераб, и доп. –М.: Энергоатомиздат, 1991. – 345 с.

11. SIMATIC. Компоненты комплексных систем автоматизации [Электронный ресурс]: Каталог ST70. – Германия. – 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

12. Siemens ST70. Программируемые контроллеры S7‑1500, 2017. – 249 с.

13. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев; Под ред. А.С. Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.

14. ПБ 03-553-03 «Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом», утв. постановлением Госгортехнадзора России № 30 от 13.05.2003 г.
15. ГОСТ 21.208-20.13. СПДС. Автоматизация технологических процессов. Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах.
16. Учебные материалы по оформлению курсовых проектов. [Электронный ресурс]: URL – http://sampo.ru/~olle/Docs/forma%20kurs.doc
17. Выбор и обоснование КТС [Электронный ресурс]: URL. – http:// www. dissercat.com/content/metodika-razrabotki-programmnotekhnicheskikh-kompleksov-sm-evm-dlya-asutp
18. DN.ru [Электронный ресурс]: URL. –https://dn.ru/
19. Компания AUMA [Электронный ресурс]: URL. – https:// www. auma. com/ru/ produkcija/
20. Группа компаний ОЛИЛ [Электронный ресурс]: URL. – https://olil.ru/
21. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-98. 1998 г
22. СНиП 2.06.14-85 "Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод" п. 554 ФНиП в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработки твердых полезных ископаемых»

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Графическая часть

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Спецификация КТС

Таблица П2.1

Спецификация КТС

Поз.	**Наименование и техническая характеристика**	**Тип, марка**	**Завод изготовитель**	**Кол-во**
1	Программируемый логический контроллер	Simatic S7-1500	SIEMENS	1
2	Прямоходный электропривод	SDL	ООО «ПРИВОДЫ АУМА, г. Москва.	4
3	Клапан обратный шаровый фланцевый чугунный	ГРАНЛОК RD12F Ду250 Ру16	DN.ru, Московская область, г. Одинцово	4
4	Датчик уровня воды	PBLT2	ООО "ОЛИЛ", Россия, г. Москва	3
5	Датчик вибрации	VBT-1	ООО "ОЛИЛ", Россия, г. Москва	4
6	Промышленный датчик давления	серия 682	ООО "ОЛИЛ", Россия, г. Москва	4
7	Шкаф управления автоматизации	1200х1000х300		1
8	Кабель контрольный с изоляцией и оболочкой из ПВХ сечением КВВГ 4х1,5	ГОСТ 1508-78	Севкабель, г. С-Петербург	3250 м
9	Кабель контрольный с изоляцией и оболочкой из ПВХ сечением КВВГ 7х1,5	ГОСТ 1508-78Е	Севкабель, г. С-Петербург	800 м
10	Кабель силовой с изоляцией и оболочкой из ПВХ сечением ВВГ-LS 4х1,5	ГОСТ Р МЭК 332-2	Севкабель, г. С-Петербург	1600 м