

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Утверждаю
Первый проректор

_____ А. Исагулов
" ____ " _____ 2007 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
ПРЕПОДАВАТЕЛЯ**

по дисциплине **EL 4305 Системы автоматки и телемеханики**
(код и наименование дисциплины)

для студентов специальности _____

050702 – Автоматизация и управление
(шифр и наименование специальности)

Факультет **Электромеханический**

Кафедра **Автоматизации производственных процессов**

Предисловие

Учебно-методический комплекс дисциплины преподавателя разработан:

старшим преподавателем Эм Г.А.
(ученая степень, ученое звание Ф. И. О.)

Обсужден на заседании кафедры

Автоматизации производственных процессов
(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « ____ » _____ 2007 г.

Зав. кафедрой _____ Брейдо И.В. « ____ » _____ 2007 г.
(подпись)

Одобен методическим бюро факультета Электромеханического
(наименование факультета)

Протокол № _____ от « ____ » _____ 2007 г.

Председатель _____ Умбеталин Т.С. « ____ » _____ 2007 г.
(подпись)

Рассмотрен УМС КарГТУ

Протокол № _____ от « ____ » _____ 2007 г.

1 Рабочая учебная программа

1.1 Сведения о преподавателе и контактная информация

Эм Геннадий Аркадиевич, старший преподаватель

(фамилия, имя, отчество преподавателя, ученая степень, ученое звание, должность)

Кафедра Автоматизации производственных процессов находится в главном корпусе КарГТУ (адрес), аудитория 131, контактный телефон 56-51-84 (кафедра АПП), *e-mail*: egaapp@kstu.kz.

1.2 Трудоемкость дисциплины

Для студентов дневного отделения

Семестр	Количество кредитов	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРСП	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
7	3	15	15	15	45	90	45	135	Экзамен, КП

Для студентов заочного отделения полного срока обучения

Семестр	Количество кредитов	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРСП	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
8	3	6	6	6	–	18	117	135	Экзамен

Для студентов заочного отделения сокращенного срока обучения

Семестр	Количество кредитов	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРСП	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
6	3	6	4	6	–	16	119	135	Экзамен

Для студентов заочного отделения на базе высшего образования

Семестр	Количество кредитов	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРСП	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
4	3	6	4	6	–	16	119	135	Экзамен

1.3 Характеристика дисциплины

Дисциплина «Системы автоматики и телемеханики» является одной из профильных для студентов специальности 050702 – «Автоматизация и управление», завершающих подготовку специалистов данного направления и в соответствии с учебным планом специальности входит в компонент по выбору.

1.4 Цель дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является формирование специальных знаний, умений, навыков и компетенций применительно к конкретной сфере профессиональной деятельности.

1.5 Задачи дисциплины

К задачам дисциплины относятся:

– изучение физических основ и теории методов построения систем автоматизации и управления технологических комплексов различных объектов и процессов;

– ознакомление с основными направлениями развития технических средств систем автоматики и телемеханики;

– приобретение практических навыков выбора, расчета и применения промышленных приборов и средств автоматизации и управления.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

иметь представление об:

основных направлениях развития промышленных приборов и средств автоматизации и управления, научно-технических проблемах и их перспективах развития;

знать:

фундаментальные принципы построения систем автоматики и телемеханики;

принципы организации и архитектуру автоматических и автоматизированных систем контроля и управления для объектов и процессов в различных отраслях промышленности;

перспективы и тенденции развития средств и систем автоматизации и управления;

принципы, методы и способы комплексирования аппаратных и программных средств при создании систем автоматики и телемеханики;

правила, методы и средства подготовки технической документации;

уметь:

анализировать и повышать качество функционирования систем автоматизации и управления;

использовать пакеты прикладных программ для расчетов, моделирования и автоматизации настройки и проектирования средств систем автоматизации и управления;

приобрести практические навыки:

выбора промышленных приборов и средств систем автоматики и телемеханики.

1.6 Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
1 Метрология и измерения	Измерение температуры. Измерение давления. Измерение количества и расхода жидкостей, газов и сыпучих материалов. Измерительно-вычислительные средства системного применения.
2 Элементы и устройства автоматики	Электрические машины постоянного и переменного тока. Силовые преобразователи. Электромагнитные устройства автоматики. Датчики.
3 Теоретические основы электротехники	Линейные электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи однофазного синусоидального тока. Цепи несинусоидального тока.
	Нелинейные электрические цепи. Магнитные цепи. Электростатическое поле.
4 Микропроцессорные комплексы в системах управления	Микропроцессоры, основные понятия, определения и классификация, состав и структура микропроцессорных систем; структура типовых интерфейсов; состав и структура типовых базовых микроконтроллеров.

1.7 Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Системы автоматики и телемеханики», используются при освоении дисциплины «Автоматизация типовых технологических процессов и производств», а также при написании дипломной работы (проекта).

1.8 Содержание дисциплины

1.8.1 Содержание дисциплины по видам занятий и их трудоемкость

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, час.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
1 Введение	1	–	–	1	1
2 Технические средства систем автоматики	1	–	–	1	1
3 Технические средства телемеханики	1	–	–	1	1
4 САиТМ котельных установок	2	–	–	2	2
5 САиТМ насосных установок	2	–	–	1	1
6 САиТМ вентиляторных установок	2	–	–	1	1
7 САиТМ конвейерного транспорта	1	–	–	1	1

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, час.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
8 САиТМ грузоподъемных машин	2	–	–	1	1
9 САиТМ металлургического производства	2	–	–	2	2
10 САиТМ производства строительных материалов	1	–	–	1	1
11 Лабораторная работа №1ТСА Технические средства автоматизации конвейерного транспорта	–	–	3	2	2
12 Лабораторная работа №2ТСА Технические средства автоматизации водоотливных установок	–	–	3	2	2
13 Лабораторная работа №3ТСА Технические средства автоматизации вентиляторов главного проветривания	–	–	3	2	2
14 Лабораторная работа №1ТРЕИ Определение конфигурации промышленного контроллера TREI-5B-02 с помощью «Программы метрологической поверки TREI-5B»	–	–	3	2	2
15 Лабораторная работа №2ТРЕИ Обслуживание промконтроллера TREI-5B-02 с помощью программы TREI Engineering	–	–	3	2	2
16 Практическая работа №1 Типовые структуры и средства АСУ ТП	–	3	–	2	2
17 Практическая работа №2 Принципы функциональной и топологической децентрализации	–	4	–	2	2
18 Практическая работа №3 Функциональные схемы автоматизации	–	4	–	2	2
19 Практическая работа №4 Выбор технических средств АСУ ТП	–	4	–	2	2
20 Курсовой проект	–	–	–	15	15
ИТОГО:	15	15	15	45	45

1.8.2 Тематика курсовых проектов

1. Выбор технических средств САиТМ котельной установки
2. Выбор технических средств САиТМ бойлерной установки
3. Выбор технических средств САиТМ водоотливной насосной установки
4. Выбор технических средств САиТМ компрессорной установки
5. Выбор технических средств САиТМ вентиляционной установки
6. Выбор технических средств САиТМ подъемной установки
7. Выбор технических средств САиТМ конвейерной линии
8. Выбор технических средств САиТМ холодильной установки

9. Выбор технических средств САиТМ кондиционирования воздуха
10. Выбор технических средств САиТМ поточно-транспортной системы
11. Выбор технических средств САиТМ дробления руды
12. Выбор технических средств САиТМ газорегуляторной станции
13. Выбор технических средств САиТМ электротермической установки
14. Выбор технических средств САиТМ металлорежущих станков
15. Выбор технических средств САиТМ бурового станка
16. Выбор технических средств САиТМ рудничного экскаватора
17. Выбор технических средств САиТМ в пищевой промышленности
18. Выбор технических средств САиТМ процессами открытой добычи полезного ископаемого
19. Выбор технических средств САиТМ процессами добычи полезного ископаемого в шахте
20. Выбор технических средств САиТМ железнодорожным транспортом

1.9 Список основной литературы

1. Автоматизация типовых технологических процессов и установок: Учебник для вузов / А.М. Корытин, Н.К. Петров, С.Н. Радимов, Н.К. Шапарев. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
2. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб.пособие. Караганда, Изд-во КарГТУ, 2007. – 145 с.
3. Фешин Б.Н. Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов: Учеб.пособие. – Караганда, КарГТУ, 2000. – 100 с.
4. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб.пособие для вузов / Под ред. В.Б.Яковлева. – М.: Высш.шк., 1989. – 263 с.: ил.
5. Тутевич В.Н. Телемеханика: Учеб. для ВУЗов.. – М.: Высшая школа, 1985. – 423 с.: ил.
6. Ильин В.А. Телеуправление и телеизмерение: Учеб. для ВУЗов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 560 с.: ил.
7. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. – 352 с.
8. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. – 215 с.

1.10 Список дополнительной литературы

9. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.
10. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, М.Б. Миндин, С.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.
11. Промышленные приборы и средства автоматизации / В.Я. Баранов,

Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др./ Под ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 826 с.

12. Электрификация стационарных установок шахт / С.А. Волотковский, Д.К. Крюков, Ю.Т. Разумный и др.; Под ред. Г.Г. Пивняка. – М.: Недра, 1990. – 399 с.: ил.

13. Попов В.М. Водоотливные установки: Справ. пособие. – М.: Недра, 1990. – 254 с.: ил.

14. Демченко Н.П. Технические средства передачи информации в системах управления угольных шахт. – М.: Недра, 1990. – 206 с.

15. Справочник по автоматизации котельных / Л.М. Файерштейн, Л.С. Этинген, Г.Г. Гохбойм. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.: ил.

16. АСУ ТП в черной металлургии: Учебник для ВУЗов / Г.М. Глинков, В.А. Маковский. – М.: Металлургия, 1999. – 310 с.

17.

1.11 Критерии оценки знаний студентов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 50%) и итоговой аттестации (экзамену) (до 50%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по буквенной системе	Баллы	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-89	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
F	0	30-49	Неудовлетворительно
Z	0	0-29	

Рубежный контроль проводится на 5-й, 10-й и 15-й неделях обучения и складывается исходя из следующих видов контроля:

Вид контроля	% от содержания	Академический период обучения, неделя															Итого, %	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Посещаемость	7,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	7,5
Лаб. работы	7,5	-	1	-	1	0,5	-	1	-	1	0,5	-	1	0,5	1	-	-	7,5
Практ. работы	7,5	-	-	1	0,5	1	-	-	1	0,5	1	1	-	1	0,5	-	-	7,5
Модули	15	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	5	15
СРСП	7,5	-	-	1	0,5	1	-	-	1	0,5	1	1	-	1	0,5	-	-	7,5
СРС	7,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	7,5
КП	7,5	-	-	1	0,5	1	-	-	1	0,5	1	1	-	1	0,5	-	-	7,5
Экзамен	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Всего	100	1	2	4	3,5	9,5	1	2	4	3,5	9,5	4	2	4,5	3,5	6	100	

1.12 Политика и процедуры

При изучении дисциплины «Системы автоматики и телемеханики» прошу соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины.
3. Во время лекционных, лабораторных и других занятий выполнять Правила внутреннего распорядка, касающиеся поведения студентов в учебных аудиториях.
4. В ходе внеаудиторной подготовки внимательно и вдумчиво изучать прослушанный накануне лекционный материал, систематически использовать рекомендуемую литературу и другие источники.
5. При подготовке к лабораторным занятиям предварительно ознакомиться с описанием лабораторной работы и используемого оборудования, изучить соответствующий тематике работы раздел теоретической части дисциплины, подготовить соответствующие бланки и заготовки таблиц и графиков.
6. При подготовке к СРСП предварительно изучить соответствующий раздел теоретической части дисциплины и ответить на поставленные преподавателем контрольные вопросы.
7. Активно участвовать в учебном процессе.

1.13 Учебно-методическая обеспеченность дисциплины

Ф.И.О. автора	Наименование учебно-методической литературы	Издательство, год издания	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5
Основная литература				
Корытин А.М., Петров Н.К., Радимов С.Н., Шапарев Н.К.	Автоматизация типовых технологических процессов и установок: Учебник для вузов	– М.: Энергоатомиздат, 1989. – 320 с.	5	–

1	2	3	4	5
Эм Г.А.	Элементы систем автоматики: Учеб.пособие	Караганда, Изд-во КарГТУ, 2007. – 145 с.	50	10
Фешин Б.Н.	Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов: Учеб.пособие	Караганда, КарГТУ, 2000. – 100 с.	41	10
Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б.	Технические средства АСУ ТП: Учеб.пособие для вузов / Под ред. В.Б.Яковлева	– М.: Высш.шк., 1989. – 263 с.	7	2
Тутевич В.Н.	Телемеханика: Учеб. для ВУЗов	– М.: Высш. шк.,1985. – 423 с.	49	2
Ильин В.А.	Телеуправление и телеизмерение: Учеб. для ВУЗов	– М.: Энергоиздат, 1982. – 560 с.	83	2
Толпежников Л.И.	Автоматическое управление процессами шахт и рудников: Учебник для ВУЗов	– М.: Недра,1985. – 352 с.	64	5
Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е.	Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов	– М.: Недра, 1985. – 215 с.	54	3
Дополнительная литература				
А.С.Клюев, Б.В.Глазов, А.Х.Дубровский, А.А.Клюев	Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие; Под ред. А.С.Клюева	– М.: Энергоатомиз дат, 1990. – 464 с.	7	2
А.С.Клюев, Б.В.Глазов, М.Б.Миндин, С.А.Клюев	Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля; Под ред. А.С.Клюева	– М.: Энергоатомиз дат, 1991. – 432 с.	5	2
В.Я.Баранов, Т.Х.Безновская, В.А.Бек и др.	Промышленные приборы и средства автоматизации / Под ред. В.В.Черенкова	– Л.: Машиностро ение, 1987. – 826 с.	–	2
С.А.Волотковск ий, Д.К.Крюков, Ю.Т.Разумный и др.	Электрификация стационарных установок шахт / Под ред. Г.Г. Пивняка	– М: Недра, 1990. – 399 с.	12	2
Попов В.М.	Водоотливные установки: Справ. пособие	– М.: Недра,1990. – 254 с.	250	2
Демченко Н.П.	Технические средства передачи информации в системах управления угольных шахт	– М.: Недра, 1990. – 206 с.	5	2
Л.М. Файерштейн, Л.С. Этинген, Г.Г. Гохбойм	Справочник по автоматизации котельных	– М.: Энергоатоми здат, 1985. – 296 с.	5	–

1	2	3	4	5
Г.М. Глишков, В.А. Маковский	АСУ ТП в черной металлургии: Учебник для ВУЗов	– М.: Металлургия, 1999. – 310 с.	5	–

2 График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
Лабораторная работа №1 ТСА	Изучение методов и средств управления конвейерными линиями, исследование функциональных свойств и возможностей аппаратуры автоматизации конвейерного транспорта.	[7, 8, 11]	3 час.	Отчет по работе, устный опрос	3 неделя
Практическая работа №1	Изучение принципов построения и типовых структур современных автоматизированных систем управления технологическими процессами.	[2, стр. 22-27; 4, стр.29-72; 9]	3 час.	Отчет по работе, устный опрос	4 неделя
Модуль №1	Контроль знаний по дисциплине и усвоения изученного материала. Ответы на контрольные вопросы по темам 1-3.	[2, стр.4-11, 16-31; 4, стр.3-12, 27-72; 5, стр.3-120; 6; 8, стр.5-8; 14; 15]	0,75 час.	Письменный и устный опрос	5 неделя
Лабораторная работа №2 ТСА	Изучение методов и средств автоматизации водоотливных установок.	[7, 8, 11]	3 час.	Отчет по работе, устный опрос	6 неделя
Практическая работа №2	Изучение основных типов децентрализованных структур АСУ ТП, ознакомление с вариантами топологической децентрализации и характеристикой современных интерфейсов АСУ ТП.	[2, стр. 16-20, 27-31; 4, стр.29-72; 9]	4 час.	Отчет по работе, устный опрос	7 неделя
Лабораторная работа №3 ТСА	Изучение средств автоматизации проветривания шахт; исследование функционально-логической структуры управления проветриванием шахт.	[5-8]	3 час.	Отчет по работе, устный опрос	8 неделя
Практическая работа №3	Освоение техники чтения функциональных схем автоматизации, получение навыков составления функциональных схем	[1, стр.134-142; 3, стр.42-44; 9, стр.25-43; 10, стр. 105-118]	4 час.	Отчет по работе, устный опрос	9 неделя

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
	систем автоматического регулирования и управления.				
Модуль №2	Контроль знаний по дисциплине и усвоения изученного материала. Ответы на контрольные вопросы по темам 5-7.	[7, стр. 135-191, 261-333; 8, стр.102-111, 140-175; 12, стр.176-289; 13]	0,75 час.	Письменный и устный опрос	9 неделя
Лабораторная работа №1 TREI	Получение практических навыков определения конфигурации ПЛК выпускаемых фирмой TREI с помощью «Программы метрологической поверки TREI-5B».	Техническая документация «Руководство пользователя». 1990-2004 TREI GmbH.»	3 час.	Отчет по работе, устный опрос	10 неделя
Практическая работа №4	Изучение основных принципов выбора элементов и средств автоматизации систем управления технологическими процессами, получение навыков выбора элементов и средств автоматизации.	[9, 11]	4 час.	Отчет по работе, устный опрос	11 неделя
Лабораторная работа №2 TREI	Выработка практических навыков работы с программой «Станция инжиниринга сети контроллеров и станций операторов».	Техническая документация «Руководство пользователя». 1990-2004 TREI GmbH.»	3 час.	Отчет по работе, устный опрос	12 неделя
Модуль №3	Контроль знаний по дисциплине и усвоения изученного материала. Ответы на контрольные вопросы по темам 8-10.	[7, стр. 192-260; 8, стр.125-139; 12, стр.88-175; 16; 17]	0,75 час.	Письменный и устный опрос	14 неделя
Курсовой проект	Закрепление и углубление знаний по дисциплине, приобретение практических навыков выбора и расчета средств измерения, контроля, регулирования и управления технологических комплексов, построения систем автоматизации.	В соответствии с тематикой проекта	15 час.	Защита проекта	Согласно графика СРС

Примечание – номер рекомендуемой литературы, указанный в квадратных скобках, проставляется согласно нумерации списка основной и дополнительной литературы, предлагаемой в рабочей учебной программе (см. п.1).

3 Конспект лекций

Тема 1 Введение

План лекции

1. Цель и задачи дисциплины
2. Основные формы и этапы автоматизации
3. Краткий исторический обзор. Современное состояние и перспективы развития средств систем автоматики и телемеханики (САиТМ)
4. Связь дисциплины с другими дисциплинами специальности

1. Целью изучения данной дисциплины является формирование специальных знаний, умений, навыков и компетенций применительно к конкретной сфере профессиональной деятельности.

К задачам дисциплины относятся:

- изучение физических основ и теории методов построения систем автоматики и телемеханики технологических комплексов различных объектов и процессов;
- ознакомление с основными направлениями развития технических средств систем автоматизации и управления;
- приобретение практических навыков выбора, расчета и применения промышленных приборов и средств автоматизации и управления.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

иметь представление об:

основных направлениях развития промышленных приборов и средств автоматизации и управления, научно-технических проблемах и их перспективах развития;

знать:

фундаментальные принципы построения систем автоматики и телемеханики;

принципы организации и архитектуру автоматических и автоматизированных систем контроля и управления для объектов и процессов в различных отраслях промышленности;

перспективы и тенденции развития средств и систем автоматизации и управления;

принципы, методы и способы комплексирования аппаратных и программных средств при создании систем автоматики и телемеханики;

правила, методы и средства подготовки технической документации;

уметь:

анализировать и повышать качество функционирования систем автоматизации и управления;

использовать пакеты прикладных программ для расчетов, моделирования и автоматизации настройки и проектирования средств систем автоматизации и управления;

приобрести практические навыки:

выбора промышленных приборов и средств систем автоматики и

телемеханики.

2. Различные производственные процессы могут иметь различные уровни автоматизации. Так, при *частичной* автоматизации автоматизированы отдельные машины, механизмы и участки технологического процесса. При *комплексной* автоматизации автоматизируются основные участки производства. В случае же *полной* автоматизации должны быть автоматизированы все основные и вспомогательные участки технологического процесса, по сути автоматизации подвергается все технологическое оборудование, машины и механизмы.

Основными формами автоматизации являются:

технологическая сигнализация,

дистанционное управление,

автоматическая защита, блокировка и контроль,

автоматическое регулирование и управление.

Автоматическое регулирование и управление является наиболее сложной и совершенной формой автоматизации.

3. Начальным этапом развития средств автоматизации является создание простейших *автоматов*. Первые сведения об автоматах появились в начале нашей эры в работах *Герона Александрийского*, который создал пневмоавтомат для открывания дверей храма, автомат для продажи «священной» воды и др.

В средние века развивалась «*андроидная*» автоматика, когда искусные механики создавали автоматы, подражающие отдельным действиям человека. Развитие также получили различные автоматы на основе часовых механизмов.

На рубеже XVIII-XIX в.в., в эпоху промышленного переворота в Европе, начинается новый этап развития автоматике, связанный с ее внедрением в промышленность. К первым промышленным автоматическим устройствам относятся регулятор уровня воды парового котла *И.И.Ползунова* (1765 г.), регулятор скорости паровой машины *Дж.Уатта* (1784 г.), система программного управления от перфоленты ткацким станком *Жаккара* (1804-1808 г.г.) и т.д. В этот период начинает развиваться и теория автоматических систем. Формируется ряд важнейших принципов автоматике: *принцип регулирования – стабилизации по отклонению Ползунова-Уатта, принцип регулирования по возмущению Понселе-Чиколева.*

Впервые глубокое теоретическое исследования систем автоматического регулирования с учетом нелинейных факторов было выполнено английским физиком *Максвеллом*, который получил условия устойчивости из анализа линеаризованных уравнений и поставил перед математиками проблему определения устойчивости линейных систем произвольной размерности. Следующий этап в исследованиях автоматических систем связан с именами *И.А.Вышнеградского, А.Стодолы, Э.Рауса, А.Гурвица, Н.Е.Жуковского, А.М.Ляпунова, П.Л.Чебышева, В.А.Стеклова, А.Н.Крылова.*

Бурное развитие науки и техники в XX веке обусловило и качественный скачок как в исследованиях автоматических систем (*Х.Найквист,*

А.В.Михайлов, В.В.Солодовников, А.Пуанкаре, В.Оппельт, А.Н.Колмогоров, В.С.Пугачёв, Н.Винер, Р.Беллман, Р.Калман, И.А.Вознесенский, Н.Н.Лузин и др.), так и в развитии элементов и устройств автоматизации (полупроводниковые приборы, технологии интегральной микросхемотехники, ЭВМ, микропроцессорные и компьютерные средства автоматизации и т.д.).

Современными тенденциями развития в автоматизации технологических комплексов являются широкое применение ЭВМ (промышленных контроллеров, компьютеров) для управления, создание машин и оборудования со встроенными микропроцессорными средствами измерения, контроля и регулирования, переход на *децентрализованные (распределенные) структуры автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП)* с микроконтроллерами, внедрение человеко-машинных систем, автоматизированное проектирование систем управления и др.

4. Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин:

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
1 Метрология и измерения	Измерение температуры. Измерение давления. Измерение количества и расхода жидкостей, газов и сыпучих материалов. Измерительно-вычислительные средства системного применения.
2 Элементы и устройства автоматики	Электрические машины постоянного и переменного тока. Силовые преобразователи. Электромагнитные устройства автоматики. Датчики.
3 Теоретические основы электротехники	Линейные электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи однофазного синусоидального тока. Цепи несинусоидального тока.
	Нелинейные электрические цепи. Магнитные цепи. Электростатическое поле.
4 Микропроцессорные комплексы в системах управления	Микропроцессоры, основные понятия, определения и классификация, состав и структура микропроцессорных систем; структура типовых интерфейсов; состав и структура типовых базовых микроконтроллеров.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Системы автоматики и телемеханики», используются при освоении дисциплины «Автоматизация типовых технологических процессов и производств», а также при написании дипломной работы (проекта).

Рекомендуемая литература

1. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб.пособие для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш.шк., 1989. С.3-12, 27-29, 43-45.
2. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. С.5-8.

3. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.4-11.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Обзор развития и современное состояние технических средств САиТМ

Тема 2 Технические средства систем автоматики

План лекции

1. Классификация технических средств САиТМ
2. Типизация, унификация и агрегатирование средств САиТМ
3. АСУ ТП. Типовые структуры АСУ ТП

1. Средства САиТМ по роду используемой вспомогательной энергии носителя сигналов в канале связи, применяемой для приема и передачи информации и команд управления, делятся на *электрические, пневматические, гидравлические* и *комбинированные*. В отдельных видах изделий могут быть использованы и другие виды энергии носителей сигналов (*акустическая, оптическая, механическая* и др.). Различают также устройства, работающие без использования вспомогательной энергии (приборы и регуляторы *прямого действия*).

По функциональному назначению принято различать 6 основных групп технических средств СА иТМ:

№ п/п	Функциональные группы средств СА иТМ	Средства СА иТМ
1	Устройства получения информации о ТП	Первичные измерительные преобразователи Нормирующие преобразователи
2	Устройства преобразования информации для передачи по каналам связи	Преобразователи-шифраторы (кодирование сигналов) Каналы связи и интерфейсы Преобразователи-дешифраторы (декодирование)
3	Устройства преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления	Вторичные преобразователи и приборы Устройства памяти Регуляторы Функциональные преобразователи Промышленные контроллеры Промышленные компьютеры и УВМ
4	Устройства преобразования и передачи по каналам связи команд управления	Преобразователи-шифраторы (кодирование сигналов) Каналы связи и интерфейсы Преобразователи-дешифраторы (декодирование)
5	Устройства использования командной информации	Усилители мощности Исполнительные механизмы
6	Регулирующие органы	Для твердых тел Для сыпучих масс Для жидких и газообразных сред Для потоков сжатого воздуха и гидроэнергии Для потоков электроэнергии

2. *Типизация* – это обоснованное сведение многообразия избранных типов конструкций машин, оборудования, приборов и устройств автоматизации к

небольшому числу наилучших с какой-либо точки зрения образцов, обладающих *существенными качественными признаками*. Например, типизация технологических процессов заключается в выборе для внедрения из всей массы действующих технологий только наиболее производительных и рентабельных. В процессе типизации разрабатываются и устанавливаются типовые конструкции, содержащие *общие* для ряда изделий (или их составных частей) базовые элементы и конструктивные параметры, в том числе перспективные, учитывающие последние достижения науки и техники. Процесс типизации эквивалентен группированию, классификации некоторого исходного, заданного множества элементов в ограниченный ряд типов с учетом реально действующих ограничений, целей типизации; другими словами, *типизация является оптимизационной задачей с ограничениями*.

Типизация предшествует *унификации* – приведению различных видов продукции и средств ее производства к рациональному минимуму типоразмеров, марок, форм, свойств и т.п. Унификация вносит единообразие в основные параметры типовых решений технических средств, необходимое для их совместного использования в АСУ ТП, и устраняет неоправданное многообразие средств одинакового назначения и разнотипность их частей. Одинаковые или разные по своему функциональному назначению устройства, их блоки, модули, но являющиеся производными от одной базовой конструкции, образуют *унифицированный ряд*.

Унификация позволяет за счет применения общих и типовых конструктивных решений использовать принцип *агрегатирования*, создавать на одной основе различные модификации изделий, выпускать технические средства одинакового назначения, но с различными техническими характеристиками, удовлетворяющими потребностям того или иного производства, технологии. Такие изделия одного типа, но с различными техническими параметрами образуют *параметрический ряд*.

Агрегатирование предусматривает разработку и использование ограниченной номенклатуры типовых унифицированных модулей, блоков, устройств и *унифицированных типовых конструкций (УТК)* для построения множества проблемно-ориентированных установок и комплексов, технические параметры которых в значительной степени удовлетворяют потребностям целям.

Типизация, унификация и агрегатирование являются основополагающими принципами построения *агрегатных комплексов* для комплексной автоматизации производства и, в частности, при проектировании и внедрении АСУ технологическими объектами и агрегатами.

Существенное сокращение числа различных функциональных устройств достигается обеспечением их *совместимости* в АСУ ТП. Концепция совместимости, включающая в себя требования *информационного, энергетического, конструктивного, метрологического и эксплуатационного сопряжений* между различными изделиями, основана на последовательной унификации и стандартизации свойств и характеристик изделий.

Применительно к информационным связям термин «унификация» означает введение ограничений, налагаемых на сигналы, несущие сведения о контролируемой величине или команде. Унифицируются виды носителей нормированной информации (электрические – сигналы, коды и согласование входов и выходов; вещественные – с механическим носителем на бланках для записи и печати, с магнитными носителями). Определяется также способ представления информации в устройствах автоматизации – аналоговый и дискретный.

Конструктивная совместимость изделий предусматривает прежде всего унификацию присоединительных размеров отдельных узлов, деталей, модулей, введение типовых конструкций, создание единой элементной базы, разработку общих принципов конструирования приборов. При конструировании устройств автоматизации рекомендуется *блочно-модульный принцип* построения изделий. Применение этого принципа делает приборы более универсальными, позволяет использовать при их создании рациональный минимум конструктивных элементов (сокращается количество наименований деталей). Вместе с тем возможность простой и легкой замены отдельных узлов позволяет модернизировать эти приборы в процессе эксплуатации, повышает их ремонтпригодность и расширяет круг решаемых ими задач (путем различных сочетаний функциональных звеньев и введением специализированных деталей). Блочно-модульное построение приборов позволяет широко применять при их изготовлении современную технологию и максимально использовать кооперацию и специализацию предприятий.

Стандартизируются также общие технические требования к устройствам автоматизации и условиям их работы в АСУ ТП. Ввиду многообразия производств и технологических процессов важное место отводится разделению приборов и устройств по группам условий эксплуатации. По защищенности от воздействия окружающей среды устройства автоматизации подразделяются на следующие исполнения: *обыкновенное, пылезащищенное, взрывозащищенное, герметическое, водозащищенное, защищенное от агрессивной среды*. В зависимости от предполагаемых механических воздействий также предусматриваются *обыкновенное* и *виброустойчивое* исполнение.

Нормируются *метрологические характеристики* изделий (виды погрешностей, методы нормирования погрешностей отдельных устройств, погрешностей совокупности звеньев и систем, классы точности и методы аттестации). Этим достигается *метрологическая совместимость* различных технических средств АСУ ТП.

3. В соответствии с ГОСТ 20.003–84 *автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)* предназначены для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления и представляют собой человеко-машинные системы, обеспечивающие автоматизированный сбор и обработку информации,

необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием.

Технологический объект управления (ТОУ) — это совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим инструкциям или регламентам технологического процесса производства.

Совместно функционирующие ТОУ и управляющая им АСУ ТП образуют *автоматизированный технологический комплекс (АТК)*.

АСУ ТП являются частным видом систем управления, которые представляют, в свою очередь, особый класс систем, характеризующихся наличием самостоятельных функций и целей управления и необходимой для реализации этого специальной системной организацией.

Обобщенная блок-схема АСУ ТП изображена на рис.1.

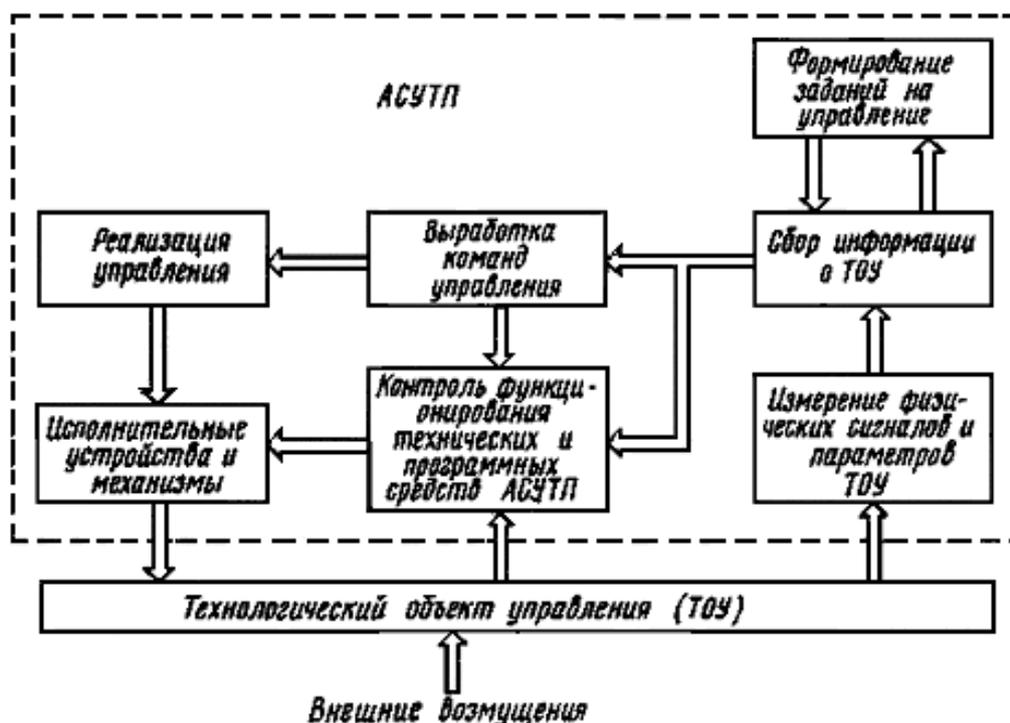


Рисунок 1 – Обобщенная блок-схема АСУ ТП

АСУ ТП как компонент общей системы управления промышленным предприятием предназначена для целенаправленного ведения технологических процессов и обеспечения смежных и вышестоящих систем управления оперативной и достоверной технико-экономической информацией. АСУ ТП, созданные для объектов основного и вспомогательного производства, представляют низовой уровень автоматизированных систем управления производством.

Локальные системы контроля, регулирования и управления ЛСКРУ (рис.2) эффективны при автоматизации технологически независимых объектов с компактным расположением основного оборудования и несложными целями управления (стабилизация, программное управление) при хорошо отработанной технологии и стационарных условиях эксплуатации. Локальные регуляторы (ЛР) могут быть аналоговыми, цифровыми, одно- или

многоканальными. Наличие человека-оператора в системе позволяет использовать эту структуру на объектах с невысоким уровнем механизации и надежности технологического оборудования, осуществлять общий контроль за выполнением технологического процесса и ручное управление (РУ).

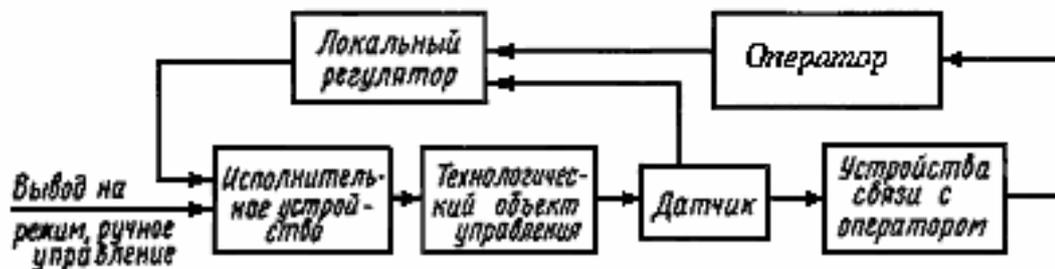


Рисунок 2 – Типовая структура ЛСКРУ

Структура ЛСКРУ соответствует классической структуре систем управления: содержит датчики измеряемых переменных (Д) на выходе ТООУ, автоматические регуляторы, исполнительные устройства (ИУ), передающие команды управления (в том числе, оператор в режиме ручного управления) на регулирующие органы ТООУ. Устройство связи с оператором состоит, как правило, из измерительных, сигнализирующих и регистрирующих приборов.

Обработка информации и формирование оптимальных управлений осуществляются человеком с помощью управляющей вычислительной машины (УВМ). УВМ в этом случае является многоканальным информационно-управляющим устройством в системе автоматизированного управления технологическим процессом.

В зависимости от распределения информационных и управляющих функций между человеком и УВМ, между УВМ и средствами контроля и регулирования возможны различные принципы построения АСУ ТП. Наибольшее распространение в промышленной практике нашли три принципа построения АСУ ТП: централизованные АСУ ТП, АСУ ТП с супервизорным управлением и децентрализованные распределенные АСУ ТП.

Типовая структура централизованной АСУ ТП (рис.3) включает в себя устройство связи с объектом (УСО) и УВМ, осуществляющую централизованное управление одним или несколькими технологическими процессами. Надежность всего комплекса определяется в этом случае надежностью УСО и УВМ, и при выходе их из строя нормальное функционирование технологического оборудования невозможно.

Более широкими возможностями и лучшей надежностью обладают АСУ ТП, в которых непосредственное регулирование объектами ТП осуществляют ЛР, а УВМ выполняет функции «советчика» в так называемом супервизорном режиме.

Типовая структура супервизорной АСУ ТП изображена на рис. 4. По данным, поступающим от датчиков (Д) локальных подсистем через УСО, УВМ вырабатывает значение уставок в виде сигналов, поступающих непосредственно на входы систем автоматического регулирования.

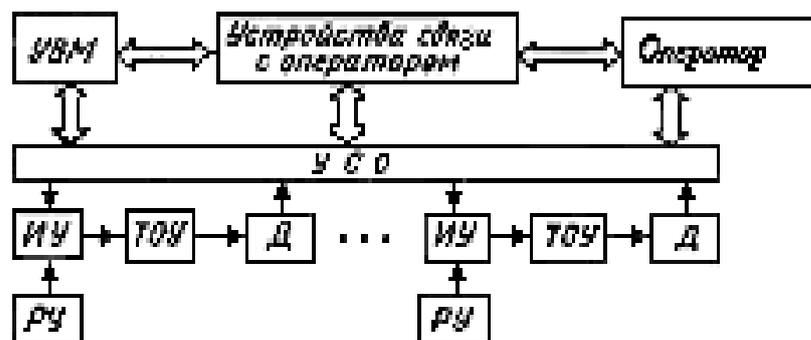


Рисунок 3 – Типовая структура централизованной АСУ ТП

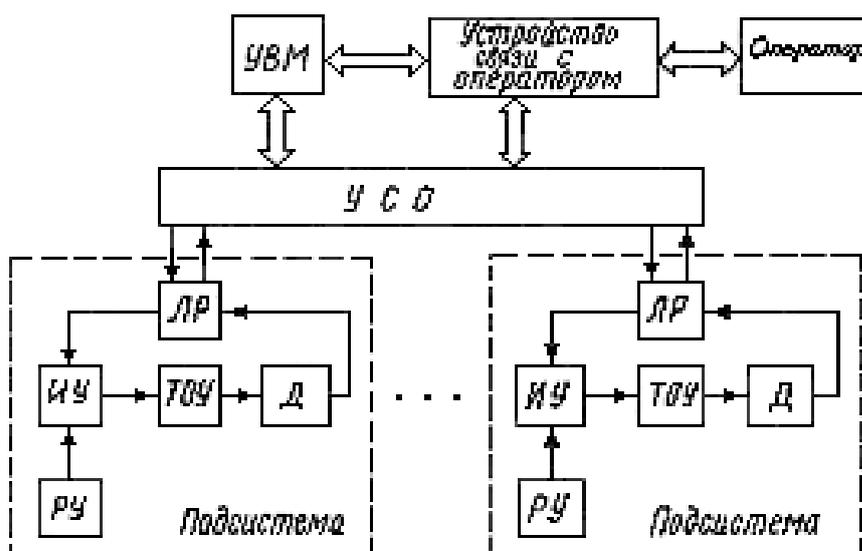


Рисунок 4 – Типовая структура АСУ ТП с супервизорным режимом работы УВМ

Основная задача супервизорного управления – автоматическое поддержание процесса вблизи оптимальной рабочей точки. Кроме того, супервизорное управление позволяет оператору-технологу использовать плохо формализуемую информацию о ходе технологического процесса, вводя через УВМ коррекцию уставок, параметров алгоритмов регулирования в локальные контуры. Работа информационно-измерительной части системы супервизорного управления практически не отличается от рассмотренной выше системы. Функции оператора в этом случае сводятся лишь к наблюдению, а его вмешательство необходимо только в аварийных ситуациях.

Переход от централизованных систем управления к децентрализованным вызван возрастанием мощности отдельных технологических агрегатов, их усложнением, повышением требований по быстродействию и точности к их работе. Централизация систем управления экономически оправдана при сравнительно небольшой информационной мощности (число каналов контроля и регулирования) ТОУ и его территориальной сосредоточенности. При большом числе каналов контроля, регулирования и управления, большой

длине линий связи в АСУ ТП децентрализация структуры системы управления становится принципиальным методом повышения живучести АСУ ТП, снижения стоимости и эксплуатационных расходов.

Наиболее перспективным направлением децентрализации АСУ ТП следует признать автоматизированное управление процессами с распределенной архитектурой, базирующееся на функционально-целевой и топологической децентрализации объекта управления.

Функционально-целевая децентрализация – это разделение сложного процесса или системы на меньшие части – подпроцессы или подсистемы по функциональному признаку (например, переделы технологического процесса, режимы работы агрегатов и т.д.), имеющие самостоятельные цели функционирования.

Топологическая децентрализация означает возможность территориального (пространственного) разделения процесса на функционально-целевые подпроцессы. При оптимальной топологической децентрализации число подсистем распределенной АСУ ТП выбирается так, чтобы минимизировать суммарную длину линий связи, образующих вместе с локальными подсистемами управления сетевую структуру.

Технической основой современных распределенных систем управления, обусловившей возможность реализации таких систем, являются микропроцессоры и микропроцессорные системы.

В распределенных АСУ ТП приняты в основном три топологические структуры взаимодействия подсистем: звездообразная (радиальная); кольцевая (петлевая); шинная (магистральная) или их комбинации. Организация связи с датчиками и исполнительными устройствами носит индивидуальный и преимущественно радиальный характер.

Рекомендуемая литература

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев]; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.

2. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1989. С.29-72.

3. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, Изд-во КарГТУ, 2007. С.16-31.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Проанализировать современное состояние и перспективы развития промышленных АСУ ТП.

2. Изучить основные варианты топологий распределенных АСУ ТП.

Тема 3 Технические средства телемеханики

План лекции

1. Основные понятия и определения. Классификация систем телемеханики. Функциональная структура телемеханической системы

2. Признаки сигналов

3. Методы селекции (избирания)

1. *Телемеханикой* называют область науки и техники, охватывающую теорию и средства автоматической передачи на большие расстояния команд управления и информации о состоянии объектов контроля и управления.

Комплекс технических средств, обеспечивающих передачу на расстояние по каналам связи значительного числа команд от оператора или УВМ (контроллера) к объектам управления и контрольной информации в обратном направлении, называется *системой телемеханики*.

В зависимости от выполняемых функций системы телемеханики принято различать: *телесигнализации* (ТС), *телеизмерения* (ТИ), *телеуправления* (ТУ) и *телерегулирования* (ТР). Современные системы телемеханики, как правило, комбинированные, совмещающие свойства систем ТУ-ТС-ТИ.

Структура телемеханической системы включает в себя: диспетчерский пункт – телемеханическое устройство – линии связи – телемеханическое устройство – исполнительный пункт.

В общем случае линии связи можно разделить на проводные и беспроводные. В свою очередь проводные линии связи делятся на: *воздушные, кабельные и волоконно-оптические*. Последние являются в настоящее время наиболее перспективными среди проводных линий связи.

К беспроводным линиям относятся *радиорелейные, спутниковые и лазерные*. Для лазерной связи необходим комплект, состоящий из пары приемопередатчиков. Передатчик – полупроводниковый лазер преобразует электрические сигналы в модулированное оптическое излучение мощностью не более 40...50 мВт в инфракрасном диапазоне (0,82 мкм). Испускаемый передатчиком лазерный луч достигает (дальность связи – порядка 1200 м) приемника, представляющего собой инфракрасный фотодиод. Приемник производит обратное преобразование, и на выходе получается исходный электрический сигнал.

В качестве линии связи в подземных условиях используют жилы контрольных, телефонных и силовых кабелей, а в ряде случаев – трубопроводы, подъемные канаты, контактный провод и рельсовый путь.

Для сокращения затрат часто прибегают к многократному использованию выделенных или занятых линий связи одним из следующих способов:

создание искусственных цепей;

частотное уплотнение;

поочередное либо одновременное предоставление линии связи.

2. *Носителями информации* в системах телемеханики являются сигналы, как правило, импульсы тока с различными качественными признаками. К таким признакам относят: полярность и амплитуду сигналов, длительность посылок и интервалов между ними, частоту и фазу посылок.

Полярность импульса определяется направлением тока в цепи и обеспечивает два качественных признака (рис. 1, а).

Импульсы посылок различной амплитуды (рис. 1, б) можно получить изменением напряжения источника питания.

Длительность посылок импульсов (рис. 1, в) характеризуется изменением продолжительности очередного сигнала.

Создание *частотных признаков* (рис. 1, г) посылок на передающей стороне осуществляется генераторами, а расшифровка на приемной стороне – приемниками, настроенными на соответствующие частоты генераторов.

Фаза посылки (рис. 1, д) определяется по отношению к какому-либо периодическому опорному процессу, в качестве которого обычно принимается сигнал синусоидальной формы.

Преобразование любого сообщения в электрический сигнал одного из указанных признаков производится *кодированием*.

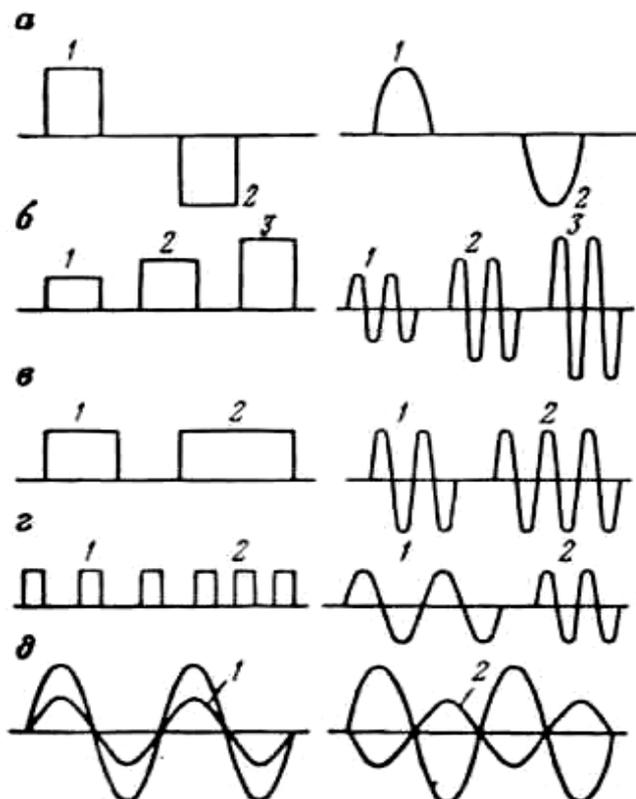


Рисунок 1 – Качественные признаки импульсов сигналов

3. Процесс преобразования сигналов в телемеханических устройствах в вид, удобный для следования их по линии связи, и повторного преобразования на исполнительном пункте для дальнейшего использования называют *избиранием* или *селекцией*.

Распространение получили *качественный, комбинационный, распределительный* и *кодовый* методы избирания.

Качественный метод характеризуется посылкой сигналов разных качественных признаков, причем каждый импульс может быть послан по отдельной линии связи или все импульсы посылаются по одной линии связи.

Комбинационный метод обеспечивается тем, что в качестве одного сигнала передается комбинация разных качеств импульсов, проходящих по отдельным линиям связи.

Распределительный метод позволяет передавать по двухпроводной линии

связи сигналы в виде поочередно следующих импульсов с заданными признаками полярности.

Кодовый метод является разновидностью распределительного метода, когда передача сигнала осуществляется комбинацией нескольких импульсов – кодом с заданными качественными признаками.

Рекомендуемая литература

1. Тутевич В.Н. Телемеханика: Учеб. для ВУЗов. – М.: Высшая школа, 1985. С.3-120.
2. Ильин В.А. Телеуправление и телеизмерение: Учеб. для ВУЗов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 560 с.
3. Демченко Н.П. Технические средства передачи информации в системах управления угольных шахт. – М.: Недра, 1990. – 206 с.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Проанализировать современное состояние и перспективы развития промышленных телемеханических средств
2. Основные методы селекции (избирания), используемые в промышленной телемеханике

Тема 4 САиТМ котельных установок

План лекции

1. Общие сведения
2. Технологическая схема котельного агрегата
3. Автоматизация котельной установки

1. Развитие промышленности и средств автоматизации, расширение номенклатуры и повышение надежности выпускаемых приборов позволяют широко внедрять автоматическое управление оборудованием котельных. При этом повышается КПД котельных установок, облегчается труд эксплуатационного персонала, сокращаются штаты сотрудников. Если учесть, что в котельных сжигается до 50% добываемых в Республике топлива, то экономический эффект от внедрения автоматизации очевиден.

По уровню автоматизации теплоэнергетики занимает одно из ведущих мест среди других отраслей промышленности. Теплоэнергетические установки отличаются непрерывностью протекающих в них процессов. Выработка электрической и тепловой энергии в любой момент времени должна соответствовать потреблению (нагрузке). Почти все операции в теплоэнергетических установках механизированы, а переходные процессы в них развиваются сравнительно быстро. Этим объясняется высокое развитие автоматизации в теплоэнергетике.

Основными элементами рабочего процесса, осуществляемого в котельной установке, являются:

- а) процесс горения топлива;
- б) процесс теплообмена между продуктами сгорания или самим горящим топливом с водой;

в) *процесс парообразования*, состоящий из нагрева воды, ее испарения и нагрева полученного пара.

Во время работы в *котлоагрегатах* образуются два взаимодействующих друг с другом потока: поток рабочего тела и поток образующегося в топке теплоносителя. В результате этого взаимодействия на выходе объекта получается пар заданного давления и температуры.

Одной из основных задач, возникающей при эксплуатации котельного агрегата, является обеспечение равенства между производимой и потребляемой энергией. В свою очередь процессы парообразования и передачи энергии в котлоагрегате однозначно связаны с количеством вещества в потоках рабочего тела и теплоносителя.

Горение топлива является сплошным физико-химическим процессом. Химическая сторона горения представляет собой процесс окисления его горючих элементов кислородом, проходящий при определенной температуре и сопровождающийся выделением тепла. Интенсивность горения, а так же экономичность и устойчивость процесса горения топлива зависят от способа подвода и распределения воздуха между частицами топлива. Условно принято процесс сжигания топлива делить на три стадии: зажигание, горение и дожигание. Эти стадии в основном протекают последовательно во времени, частично накладываются одна на другую.

Значение теплоотдачи заключается в теплопередаче тепловой энергии, выделяющейся при сжигании топлива, воде, из которой необходимо получить пар; или пару, если необходимо повысить его температуру выше температуры насыщения. Процесс теплообмена в котле идет через водогазонепроницаемые теплопроводные стенки, называемые поверхностью нагрева. Поверхности нагрева выполняются в виде труб. Внутри труб происходит непрерывная циркуляция воды, а снаружи они омываются горячими топочными газами или воспринимают тепловую энергию лучеиспусканием. Таким образом, в котлоагрегате имеют место все виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция и лучеиспускание.

Интенсивность коэффициента теплопередачи тем выше, чем выше разности температур теплоносителей, скорость их перемещения относительно поверхности нагрева и чем выше чистота поверхности.

Образование пара в котлоагрегатах протекает с определенной последовательностью. Уже в экранных трубах начинается образование пара. Этот процесс протекает при больших температуре и давлении. Явление испарения заключается в том, что отдельные молекулы жидкости, находящиеся у ее поверхности и обладающие высокими скоростями, а следовательно, и большей по сравнению с другими молекулами кинетической энергией, преодолевая силовые воздействия соседних молекул, создающее поверхностное натяжение, вылетают в окружающее пространство. С увеличением температуры интенсивность испарения возрастает. Процесс обратный парообразованию называют конденсацией. Жидкость, образующуюся при конденсации, называют конденсатом. Она используется для охлаждения поверхностей металла в пароперегревателях.

Пар, образуемый в котлоагрегате, подразделяется на *насыщенный* и *перегретый*. Насыщенный пар в свою очередь делится на сухой и влажный. Поскольку на теплостанциях требуется перегретый пар, то для его перегрева устанавливается пароперегреватель, в данном случае ширмовый и коньюктивный, в которых для перегрева пара используется тепло, полученное в результате сгорания топлива и отходящих газов. Полученный перегретый пар при температуре $T=540^{\circ}\text{C}$ и давлении $P=100$ атм. идет на технологические нужды.

2. Водяной пар соответствующего давления и температуры (или горячую воду заданной температуры) получают в *котельной установке*, представляющей собой совокупность устройств и механизмов для сжигания топлива и получения пара. Котельная установка состоит из одного или нескольких рабочих и резервных котельных агрегатов и вспомогательного оборудования, размещаемого в пределах котельного цеха или вне его. Общее представление о рабочем процессе котельного агрегата на жидком или газообразном топливе дает схема котельного агрегата с основными и вспомогательными устройствами (рис.1).

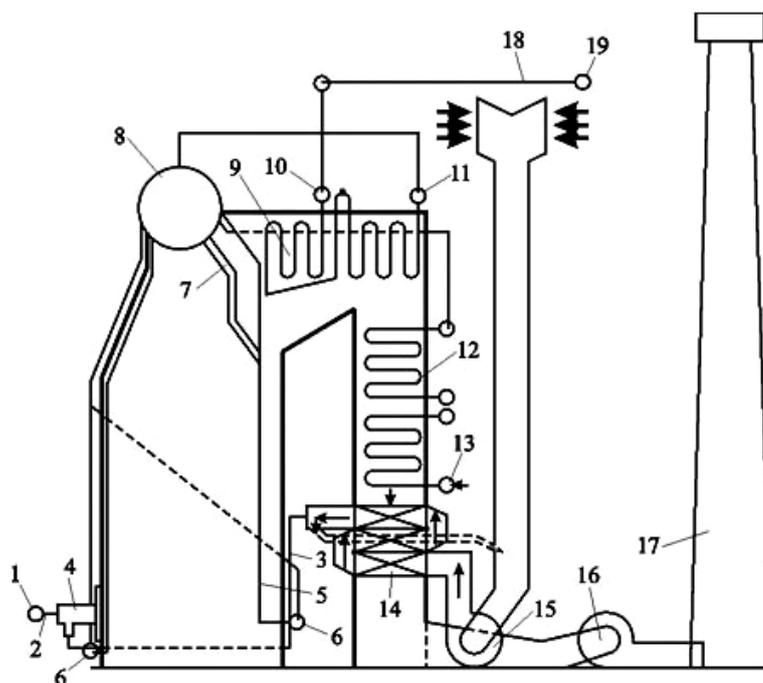


Рисунок 1 – Технологическая схема котельного агрегата

Жидкое или газообразное топливо по топливопроводам котельной 1 и котельного агрегата 2 подается в мазутные форсунки или газовые горелки 4 и по мере выхода из них сгорает в виде факела в топочной камере.

Стены топочной камеры покрыты трубами 5, называемыми топочными экранами. В результате непрерывного горения топлива в топочной камере образуются нагретые до высокой температуры газообразные продукты сгорания. Продукты сгорания снаружи омывают экранные трубы и излучением (радиацией) и частично конвективным путем передают теплоту воде и пароводяной смеси, циркулирующим внутри этих труб.

Продукты сгорания, охлажденные в топке до температуры 1000-1200°C, непрерывно двигаясь по газоходам котельного агрегата, омывают вначале разреженный пучок кипяtilьных труб 7, затем трубы пароперегревателя 9, экономайзера 12 и воздухоподогревателя 14, охлаждаются до температуры 150-200°C и дымососом 16 через дымовую трубу 17 удаляются в атмосферу.

Движение воздуха и продуктов сгорания по газоходам котельного агрегата обеспечивается тягодутьевой установкой (вентилятор 15, дымосос 16 и дымовая труба 17).

Питательная вода (конденсат и добавочная предварительно подготовленная вода) после подогрева питательным насосом подается в коллектор 13 водяного экономайзера 12. В экономайзере вода нагревается до температуры, близкой к температуре кипения при давлении в барабане котла, а иногда частично испаряется в экономайзерах кипящего типа и направляется в барабан 8 котла, к которому присоединены трубы топочных экранов 5 и фестона 7. Из этих труб в барабан котла поступает образовавшаяся пароводяная смесь. В барабане происходит отделение (сепарация) пара от воды. Насыщенный пар затем направляется в сборный коллектор 11 и пароперегреватель 9, где он перегревается до заданной температуры. Перегретый пар из змеевиков пароперегревателя поступает в сборный коллектор 10. Отсюда он через главный запорный вентиль по паропроводу котельного агрегата 18 направляется в главный паропровод 19 котельной к потребителям. Отделившаяся от пара в барабане котла вода смешивается с питательной водой, по необогреваемым опускным трубам подводится к коллекторам 6 экранов и из них поступает в подъемные экранные трубы 5 и фестон 7, где частично испаряется образуя пароводяную смесь. Полученная пароводяная смесь снова поступает в барабан котла.

Последний элемент котельного агрегата по ходу газообразных продуктов сгорания – воздухоподогреватель 14. Воздух в него подается дутьевым вентилятором 15, и после подогрева до заданной температуры по воздухопроводу 3 направляется в топку.

3. Управление рабочим процессом котельных агрегатов, нормальная и бесперебойная их эксплуатация обеспечиваются необходимыми контрольно-измерительными приборами, аппаратурой и средствами автоматики.

Необходимость в тех или иных вспомогательных устройствах и их элементах зависит от назначения котельной установки, вида топлива и способа его сжигания. Основными параметрами котлов являются:

- паропроизводительность;
- давление и температура питательной воды;
- КПД.

Используемая автоматика должна отвечать характеру работы технологического оборудования котельных. С помощью автоматики в котельной обычно решаются следующие задачи: регулирование в определенных пределах заранее заданных значений величин, характеризующих технологический процесс; управление работой установки; защита оборудования котельной от повреждений из-за нарушения процессов;

блокировка, обеспечивающая автоматическое включение и выключение оборудования с определенной последовательностью, обусловленной технологическим процессом.

Перечислим основные измеряемые величины и точки замера в отопительных котельных установках:

а) по тракту топливоподачи – в котельных, работающих на жидком и газообразном топливе, устанавливают объемные или скоростные расходомеры;

б) по газовому тракту – обычно измеряют разрежение в топке, за котлом, перед дымососом. Измеряют температуру и проводят анализ газов за котлом. В котельных малой мощности, как правило, используют показывающие приборы, в крупных котельных – самопишущие;

в) по тракту питания котла водой – измеряют расход воды на котельную в целом, а также давление ее на отдельных участках трубопроводов. Обычно используют показывающие приборы;

г) по паровому тракту – измеряют давление в паровом котле и перед потребителями пара в самой котельной – пароводонагревателями. Измеряют и записывают расход пара, подаваемого потребителям;

д) по водоподготовке – регистрируют расход воды, идущей на химическую очистку и после нее, измеряют ее температуру (ртутными термометрами) и давление в различных точках тракта;

е) по пароводоподогревательной установке – в основном измеряют расход воды и пара, температуру воды до и после установки, а также давление в трактах воды и пара. Регистрируют лишь расход воды и температуру после установки;

ж) по сетевым и подпиточным насосам – обычно замеряют расход воды, подаваемой в сеть и на подпитку, давление в различных точках водяного тракта и температуру воды, поступающей из теплосети. Регистрируют лишь количество подпиточной воды.

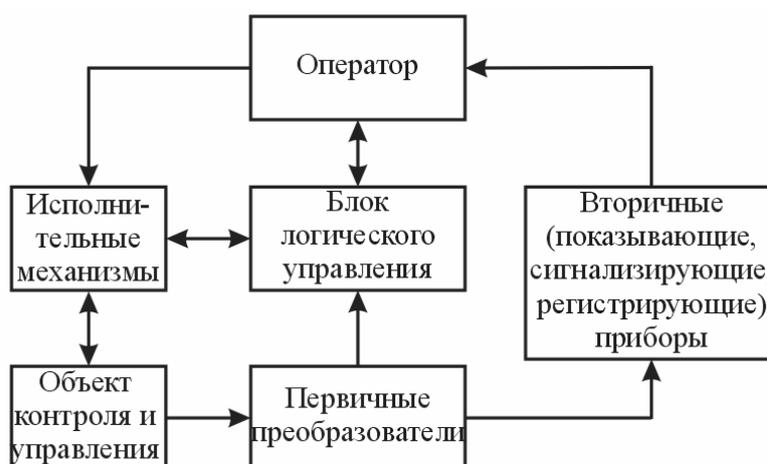


Рисунок 2 – Функциональная структурная схема подсистемы автоматизации контура регулирования температуры котельной установки

На рисунке 2 представлена функциональная структурная схема подсистемы автоматизации контура регулирования температуры котельной установки.

Под первичными преобразователями подразумеваются – термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические преобразователи, датчик расхода воздуха и др., которые передают измерительную информацию о температуре дымовых газов, температуре розжига котла, температуре кипящего слоя, температуре воды до и за контуром охлаждения, расходе воздуха на вторичные приборы и блок логического управления.

Вторичные приборы устанавливаются на щите управления и позволяют контролировать и регистрировать следующие параметры:

- а) показание непрерывных измерений температуры кипящего слоя;
- б) показание непрерывных измерений температуры розжига котла;
- в) показание непрерывных измерений и сигнализация критических значений температуры перед входом в тепловую сеть;
- г) многоканальная регистрация температуры кипящего слоя;
- д) многоканальная регистрация температуры дымовых газов;
- е) показание непрерывных измерений и многоканальная регистрация температуры воды до и за контуром охлаждения.

Блок логического управления получает сигналы от первичных преобразователей и осуществляет управление исполнительными механизмами по заранее заданному алгоритму.

Исполнительные механизмы, получив сигналы с блока логического управления регулируют подачу топлива в топку котла, либо уменьшают или увеличивают количество воздуха, требуемого для горения топлива.

Оператор наблюдает за состоянием технологического процесса и при необходимости может непосредственно управлять исполнительными механизмами, а также вносить необходимые коррективы в алгоритм работы блока логического управления в ходе эксплуатации и ремонта.

На рисунке 3 представлена блок-схема алгоритма работы подсистемы регулирования воздухоподачи.

После пуска системы следует установка начальной величины задания расхода воздуха F_3 и задания выдержки времени t . Затем проверяется условие $A=1$ – наличие блокировки (технологической либо аварийной), и условие $B=1$ – наличие команды на пуск дутьевого вентилятора. При отсутствии блокировки и появления команды на пуск обеспечивается пуск дутьевого вентилятора и технологический режим измерения расхода воздуха. При этом проверяется условие $F=F_3$. В случае соответствия условия проверяется условие $C=1$ – наличие сигнала аварийного либо технологического останова. При его отсутствии измерительный цикл повторяется. При появлении сигнала на щит управления оператора выдается сигнал о выключении дутьевого вентилятора и его останов.

При несоответствии $F=F_3$, в зависимости от полученного неравенства ($F>F_3$, $F<F_3$), обеспечивается соответственно уменьшение либо увеличение подачи воздуха на 1 шаг с помощью исполнительного механизма. Затем

проверяется условие $t=1$ – проверка достижения выдержки времени на выполнение регулирующих действий и цикл повторяется.

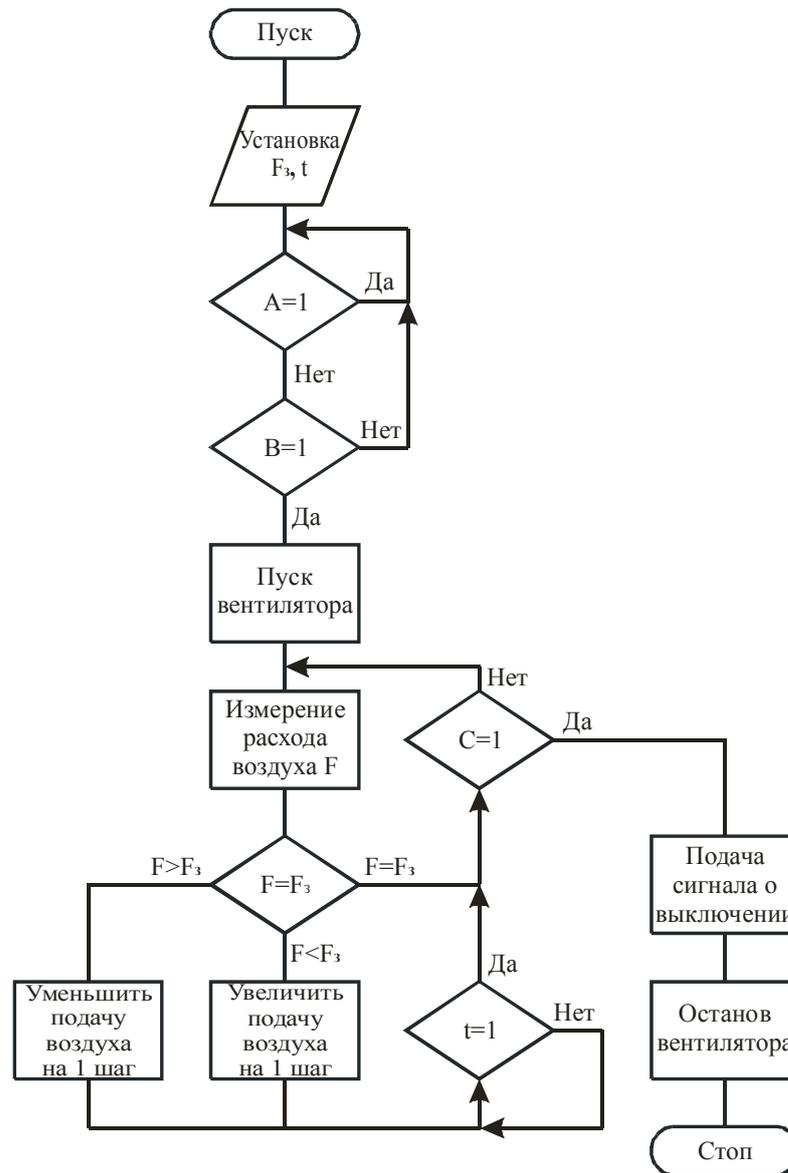


Рисунок 3 – Алгоритм работы подсистемы регулирования воздухоподачи

На рисунке 4 представлена блок-схема алгоритма работы подсистемы регулирования топливоподачи.

После пуска системы следует установка начальной величины задания температуры T_3 и задания выдержки времени t_1 и t_2 . Затем проверяется условие $A=1$ – наличие блокировки (технологической либо аварийной), и условие $B=1$ – наличие команды на пуск питателя топливоподачи. При отсутствии блокировки и появления команды на пуск обеспечивается пуск питателя топливоподачи. Затем проверяется условие $t_1=1$ – выдержка времени на установку начальных показаний температуры. После проверки выдержки времени происходит переход к технологическому режиму измерения температуры.

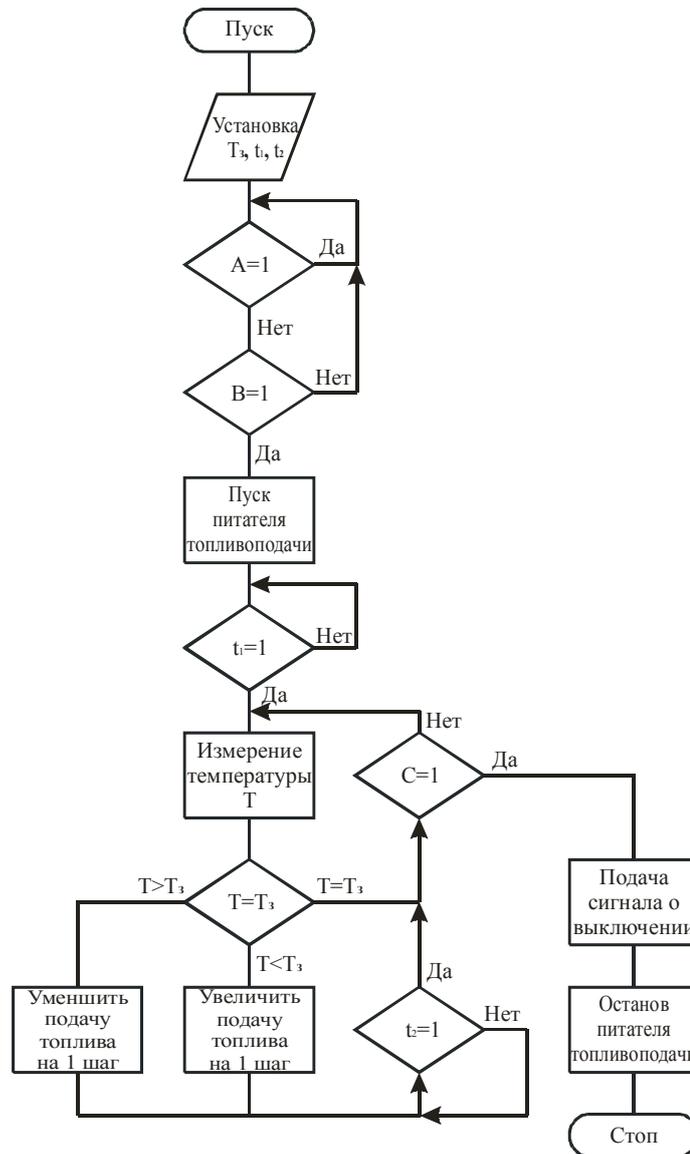


Рисунок 4 – Алгоритм работы подсистемы регулирования топливоподачи

При этом проверяется условие $T=T_3$. В случае соответствия условия проверяется условие $C=1$ – наличие сигнала аварийного либо технологического останова. При его отсутствии измерительный цикл повторяется. При появлении сигнала на щит управления оператора выдается сигнал о выключении питателя и его останов.

При несоответствии $T=T_3$, в зависимости от полученного неравенства ($T>T_3$, $T<T_3$), обеспечивается соответственно уменьшение либо увеличение подачи топлива на 1 шаг с помощью исполнительного механизма. Затем проверяется условие $t_2=1$ – проверка достижения выдержки времени на установку показаний температуры после переходных процессов и цикл повторяется.

Рекомендуемая литература

1. Справочник по автоматизации котельных / Л.М. Файерштейн, Л.С. Этинген, Г.Г. Гохбойм. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.
2. Батицкий В.А., Куроедов В.И., Рыжков А.А. Автоматизация

производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. – М.: Недра, 1991. С.209-217.

Контрольные задания для СРС [1-2]

1. Проанализировать современное состояние и перспективы развития промышленных средств автоматизации котельных установок

2. Рассмотреть типовую конфигурацию средств САиТМ котельной установки

Тема 5 САиТМ насосных установок

План лекции

1. Основные задачи автоматизации водоотливных установок

2. Промышленная аппаратура автоматизации водоотлива

3. Датчики и специальные реле автоматизации водоотлива

1. Задачи, решаемые системами автоматизации водоотливных установок различных АТК, как правило, сходны либо близки по основным положениям. В этой связи показателен перечень основных задач автоматизации процесса откачки воды из шахт и рудников.

Основными задачами автоматизации процесса откачки воды из шахт являются следующие:

– обеспечение нормального функционирования водоотлива без постоянного присутствия обслуживающего персонала;

– пуск и остановка насосов в зависимости от уровня воды в водосборнике в пределах регулировочной емкости;

– автоматическое управление насосными агрегатами;

– поочередная работа насосных агрегатов;

– автоматическое включение резервных насосных агрегатов при неисправности и автоматическом отключении работавших;

– возможность применения различных способов заливки: баковыми аккумуляторами; с применением погружных насосов или погружных камер; из нагнетательного трубопровода; вспомогательным насосом и сифонным способом;

– дозирование заливки по времени;

– работа насосов без управляющих задвижек;

– быстрое переключение с автоматического управления на ручное.

Кроме того, система автоматизации процесса откачки воды должна обеспечивать:

– местное (ручное) управление отдельными агрегатами для наладочных и ремонтных работ;

– местное управление любым числом насосных агрегатов без нарушения работы остальных агрегатов в автоматическом режиме;

– аварийный останов насосов при снижении или потере производительности, перегреве подшипников, исчезновении напряжения в цепях управления, коротких замыканиях;

– блокировки, исключающие возможность пуска насосного агрегата при

незалитом насосе, включения моторного привода задвижки до пуска насосного агрегата, останова насосного агрегата до полного закрытия задвижки, дистанционного включения насосов при отсутствии воды в водосборнике, повторного включения аварийно отключившегося насоса до устранения причины аварийного отключения;

– контроль производительности насосов, перегрева подшипников и положения задвижек;

– гидравлическую защиту, защиту от перегрева подшипников скольжения и другие виды защит;

– сигнализацию: в камере водоотлива – об аварийном отключении насосного агрегата и о наличии напряжения в цепях управления; в центральном диспетчерском пункте шахты – о работе насосных агрегатов (световую), об аварийном отключении насосных агрегатов (обезличенный сигнал), аварийном уровне воды в водосборнике, неисправности сигнальных цепей (звуковую и световую) и о наличии напряжения в цепях управления.

2. Для автоматического управления водоотливными установками применяется следующая аппаратура:

АВО-3 для установок, оборудованных одним насосом с короткозамкнутым асинхронным двигателем до 120 кВт;

УАВ для установок, оборудованных насосами с высоковольтными и низковольтными асинхронными короткозамкнутыми электродвигателями. Унифицированная аппаратура УАВ имеет нормальное исполнение и может укомплектовываться для автоматизации насосов;

ВАВ для установок, оборудованных насосами (до девяти) с высоковольтными и низковольтными асинхронными короткозамкнутыми электродвигателями. Аппаратура имеет взрывозащищенное исполнение и может использоваться в шахтах, опасных по газу или пыли.

К важнейшим операциям по управлению водоотливной установкой относится заливка насоса перед включением его в работу. В настоящее время наибольшее распространение получил способ заливки при помощи заливочного погружного насоса ЗПН, который находится в водосборнике ниже нижнего уровня и постоянно залит водой.

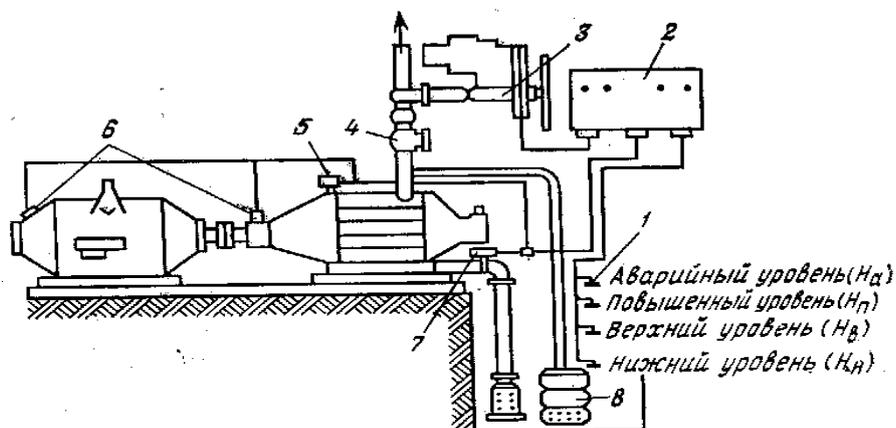


Рисунок 1 – Гидравлическая схема автоматической водоотливной установки

Схемную реализацию алгоритма работы автоматической водоотливной установки применительно к гидравлической схеме, изображенной на рис 1, можно уяснить по электрической схеме аппаратуры УАВ (рис. 2). *Унифицированная аппаратура автоматизации водоотлива УАВ* предназначена для автоматического управления водоотливными установками с высоковольтными и низковольтными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором. Аппаратура УАВ в нормальном исполнении и выпускается в различной модификации: УАВ-К – предназначена для автоматизации одиночного насоса (взамен АВО-3), УАВ-2 – для автоматизации проходческого водоотлива, УАВ-3.0 – для автоматизации низковольтных водоотливных установок (взамен АВН-1м), УАВ-3.1 ...УАВ-16.1 – для автоматизации высоковольтных водоотливных установок с одной управляемой задвижкой, УАВ-3.2 ...УАВ-16.2 – то же, с двумя задвижками. Комплектность поставки аппаратуры зависит от модификации. Количество управляемых насосных агрегатов до 16.

Аппаратура обеспечивает нормальную работу водоотливных установок без вмешательства постоянного дежурного персонала. Схема построена по блочному принципу. Для управления каждым насосом предусмотрен индивидуальный агрегатный блок управления (БН). Общие элементы аппаратуры, а также элементы управления одним насосом расположены в головном агрегатном блоке (ОБН). Число блоков управления всегда равно числу насосных агрегатов. Очередность работы насосных агрегатов устанавливается универсальным переключателем, расположенным в каждом блоке управления. Схема позволяет переводить на местное управление любое количество насосных агрегатов, не нарушая нормальной работы остальных насосных агрегатов в автоматическом режиме.

При повышении уровня воды до места установки электрода верхнего уровня ЭВ транзистор VT1 открывается и включается реле верхнего уровня K1, которое самоблокируется через электрод нижнего уровня ЭН и одновременно замыкает свой контакт K1.2 в цепи управления блоками насосов. При замыкании контакта K1.2 реле-повторитель уровня K4 обтекается током по цепи: плюс UZ3, контакт K1.2, контакт SA, контакт KT3, реле K4, контакт SA, минус UZ3. Реле K4 делает ряд переключений: включает пускатель заливочного насоса (контактор К); контактом K4 подает питание на синхронный двигатель моторного реле времени КТ по цепи: трансформатор Т, реле времени КТ, контакты КТ1 и K4, трансформатор Т.

С началом вращения профильных дисков моторного реле времени контакт КТ3 размыкается и реле K4 будет получать питание через свой контакт K4.

С выдержкой времени, необходимой для заливки главного насоса замыкается контакт КТ.6 в цепи реле главного насоса К6. Если к этому времени насос будет залит, то контакт реле контроля заливки SP замкнется и реле К6 включится по цепи: плюс UZ3, контакты К5, КТ.5, SP, КТ.6 и K4,

катушка реле К6, минус UZ3.

Реле К6 своим контактом включает высоковольтную ячейку главного насоса и одновременно включает контактор электропривода задвижки КМ1. Контактор включает привод задвижки, которая начнет открываться, замкнет свой контакт SQ2 в цепи К6 и вместе с контактом К6 зашунтирует контакты SP, КТ6 и К4.

При полном открытии задвижки разомкнется контакт SQ1 в цепи контактора КМ1 и двигатель задвижки остановится.

Через 57 с после включения реле К6 разомкнется контакт КТ7 в цепи пускателя К заливочного насоса и последний остановится. Через 70 с после включения реле К6 произойдет размыкание контактов реле времени КТ1 и КТ5, в результате чего:

контакт КТ1 разомкнет цепь питания двигателя моторного реле времени КТ, и профильные диски остановятся на все время работы насоса в нормальном (безаварийном режиме);

контакт КТ5 разомкнется в цепи реле К6. Однако оно будет питаться через контакт К6 по цепи: плюс UZ3, контакты К5, К4, К6 и SQ2, реле К6, минус UZ3.

При снижении уровня воды ниже датчика ЭН разрывается цепь делителя напряжения P2 и P3, транзистор Т1 запирается, и реле К1 отключается, размыкая свой контакт К1.2 в цепях управления блоками. Реле К4 отключается и размыкает свой контакт в цепи К6 и в цепи синхронного двигателя КТ. Одновременно замыкается контакт К4 в цепи пускателя привода задвижки КМ2 и последняя начинает закрываться.

При полном закрытии задвижки конечный выключатель SQ2 разомкнется и обесточит реле К6, которая отключит высоковольтную ячейку и обеспечит установку профильных дисков в исходное положение. При повторном повышении уровня воды до отметки верхнего уровня описанный цикл повторяется.

Работа насоса в автоматическом режиме от повышенного и аварийного уровней происходит аналогично работе насоса от верхнего уровня. Настройка насоса для работы с этих уровней производится с помощью переключателя SA.

При срабатывании любого вида защиты, которая действует на реле защиты К5, насос останавливается. Вместо вышедшего из строя насоса включается резервный. Резервным насосом считается тот насос (или несколько насосов), который настроен для работы от аварийного уровня. Он включается размыкающим контактом К5. При срабатывании любой защиты реле К5 отключается и замыкает контакт в цепи реле К4. Защита агрегата от работы его при потере производительности осуществляется реле производительности S флажкового типа, устанавливаемым на всасе насоса. Если при пуске насоса он не разовьет нормальную производительность или уменьшит ее по какой-либо причине во время работы, то контакт реле S в цепи реле К6 разомкнется и последнее обесточится. При этом одновременно

отключится высоковольтная ячейка и будет подан сигнал диспетчеру через генератор 29 кГц замыканием контактов S^I и S^{II}.

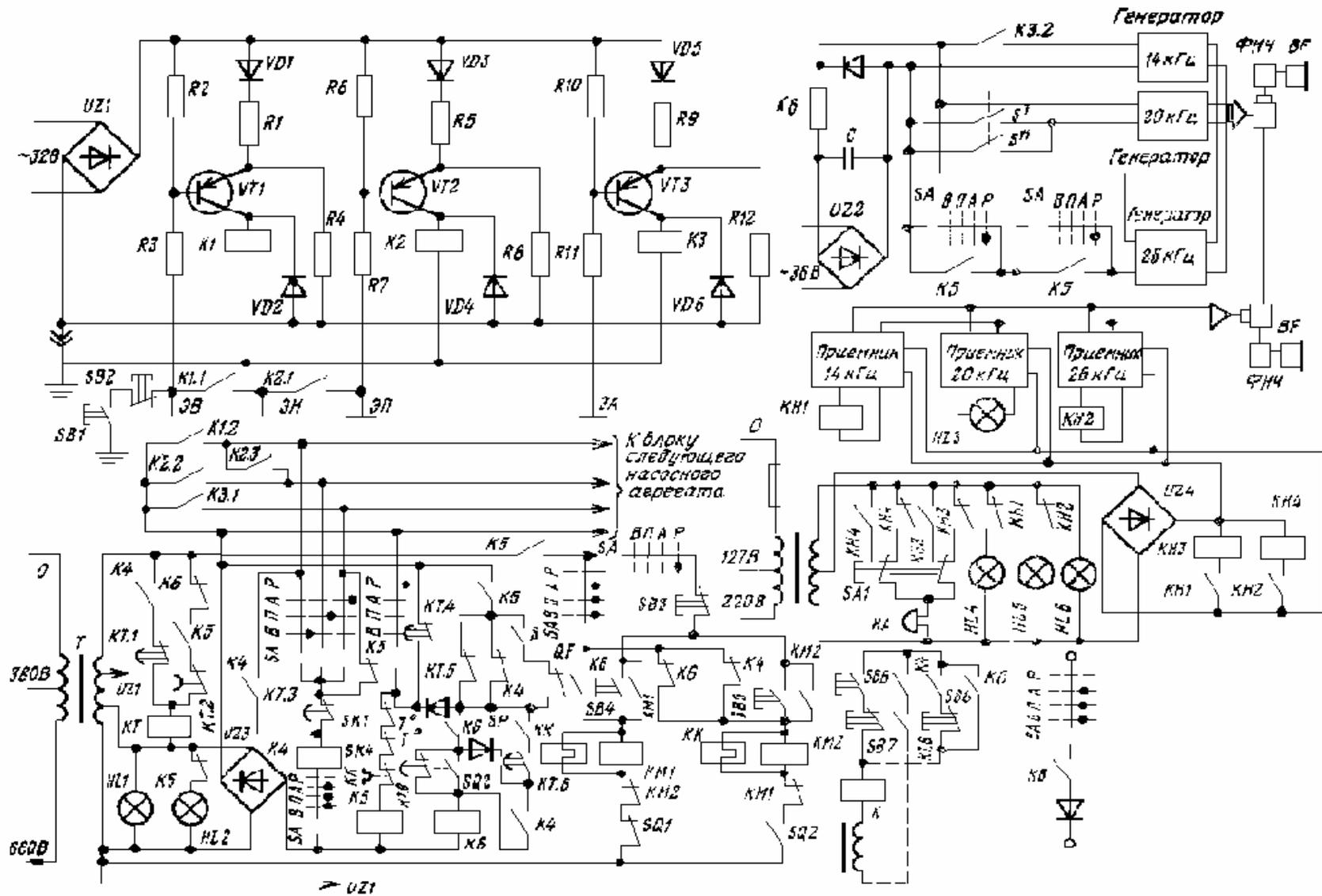


Рисунок 2 – Электрическая схема аппаратуры УАВ

Контроль заливки насоса осуществляется с помощью реле давления SP, а также по времени. Контакты этого реле включены в цепь К6. Если к моменту пуска насоса (замыкания контакта КТ6) он окажется не залитым, контакт SP в цепи реле К6 не замкнется и оно не включится. Контакт К6 в цепи двигателя моторного реле времени КТ останется замкнутым, и профильные диски будут поворачиваться до тех пор, пока не разомкнется контакт КТ.4 в цепи защиты К5 и начнется пуск резервного насоса.

Сигнализации диспетчеру о состоянии насосных агрегатов и аварийном уровне воды осуществляется по заданной паре телефонных проводов на частотах 14, 20 и 26 кГц. Соответствующие контакты (К3.3, S^I, S^{II}, К5) включают генераторы, сигналы которых поступают на приемники блока сигнализации установленного в диспетчерской. Они срабатывают и включают реле (КН1, КН2, КН3, КН4), которые замыкают цепи ламп НЛ4, НЛ5 и звонка НА. От генератора 20 кГц включается лампа НЛ3.

Для автоматизации главного водоотлива, оборудованного несколькими насосами для шахт, опасных по газу или пыли, применяется *аппаратура ВАВ*, позволяющая автоматизировать главные водоотливы с комплектом агрегатов до девяти. Приводные двигатели могут быть как низковольтные, так и высоковольтные. Аппаратура построена по блочному принципу и собрана с использованием многоконтактных герметизированных реле и полупроводниковых элементов. В комплект аппаратуры ВАВ входят: блок БУН управления насосами, сигнальное табло СТВ водоотлива, реле производительности РПН, реле давления РДВ, заливочный погружной насос ЗПН, пускатель ППВ-1, электропривод задвижки ПЗ-1, электродные датчики уровня ЭД, термодатчики ТДЛ-1, заградительный фильтр ФНЧ-1, кабельные ящики, переключатели цепей управления ПЦУ-3, индикаторы выхода ИВ-65.

Блок БУМ осуществляет: набор режима работы насосов по уровню воды в водосборнике; прием сигналов от датчиков, в соответствии с которыми формирует и выдает команды на исполнительные устройства; сигнализацию о состоянии насосного агрегата. В одном блоке БУН размещены три панели управления насосами ПУН.

Аппаратура ВАВ обеспечивает автоматическое, дистанционное и ручное управление насосными агрегатами.

В автоматическом режиме аппаратура включает насосные агрегаты в зависимости от уровня воды в водосборнике; обеспечивает включение электродвигателей насосов с выдержкой времени при параллельной работе насосных агрегатов для исключения наложения пусковых токов и гидравлического удара; включает резервный насос при выходе из строя рабочего; заливает погружным или вспомогательным насосом главные насосы и осуществляет контроль заливки по времени, контроль работы по производительности и защиты от аварийных режимов.

Рассмотрим работу схемы в автоматическом режиме. Приведенная на рис. 3 принципиальная электрическая схема автоматизации одного насоса (аппаратуры ВАВ) соответствует исходному состоянию. Переключатель положения ПР установлен в положение для работы насоса верхнего уровня

(В). при подаче напряжения в блок управления в нем загорается сигнальная лампочка и срабатывает реле защиты РЗ1 по цепи:

обмотка III трансформатора Тр3, конденсатор С7, контакт термодатчика ТДЛ, контакт конечного выключателя ПЗ1, переключатель режима работы ПР, резистор R7, конденсатор С7, диодный мост Д10-Д13, резистор R3, обмотка III Тр3. Своим замыкающим контактом реле РЗ1 включает реле защиты РЗ, которое подготавливает к включению цепи включения заливочного и главного насосов.

При контактировании датчика верхнего уровня ЭВ с водой замыкается цепь питания промежуточного реле РУ1 и оно срабатывает (обмотка IV Тр3, Д14, Д17, R5, РУ1, РВП1, ПР, ЭВ, вода-земля, обмотка IV Тр3). Реле РУ1 своим замыкающим контактом включает реле управления РУ (ввод б, Д21-Д24, РУ1, РУ, ПР, ввод а), которое своим замыкающим контактом РУ и электродом ЭН шунтирует контакт реле РУ1 до тех пор, пока вода в водосборнике не опустится ниже уровня электрода ЭН. Реле РУ замыкающим контактом включает пускатель заливочного насоса (начинается заливка главного насоса) и двигатель М моторного реле времени осуществляется программа заливки, пуска и работы главного насоса.

С выдержкой времени замыкается контакт реле РВ4 и включается реле РП (обмотка II Тр3, С6, РЗ-РВП2, РУ, РДВ, РВ4, R6, С6, Д6-Д9-R2, обмотка II Тр 3), которое своим замыкающим контактом включает реле пуска главного насоса Р.

Последнее замыкающим контактом включает пускатель ППВ1 привода задвижки на открывание и ячейку РВД 6 (если двигатель высоковольтный) или пускатель (если двигатель низковольтный) главного насоса (в последнем случае перемычка С4 – земля должна быть снята).

Через 383 с (время главного насоса) замыкается контакт реле РВ2 и включается реле РВП2, которое разрывает цепи питания двигателя моторного реле РВ и реле РП. Двигатель М выключается, а реле РВП2 будет в этом случае шунтирован контактом реле РПН.

После откачки воды до нижнего уровня размыкается цепь питания реле РУ1, которое отключается и разрывает цепь питания реле РУ. Это приводит к включению пускателя ППВ1 привода задвижки, и она закрывается. При закрывании задвижки размыкается контакт КВ32 и обесточивается реле РП. Двигатель главного насоса отключается от сети. После полного закрывания задвижки ее пускатель ППВ1 отключается контактом конечного положения КВ31.

Реле РУ своим контактом включает двигатель М, и моторного реле времени РВ будет возвращено в исходное состояние, в котором двигатель М будет отключен от цепи питания контактом РВП1, последнее же обеспечивается контактом РВ1.

3. Аппаратура управления, контроля и защиты служит для поддержания параметров работы водоотливных установок в заданных условиях и предохранения установок от аварийных режимов. В аппаратуре УАВ и ВАВ применяются типовые элементы: датчики и специальные реле (табл. 1).

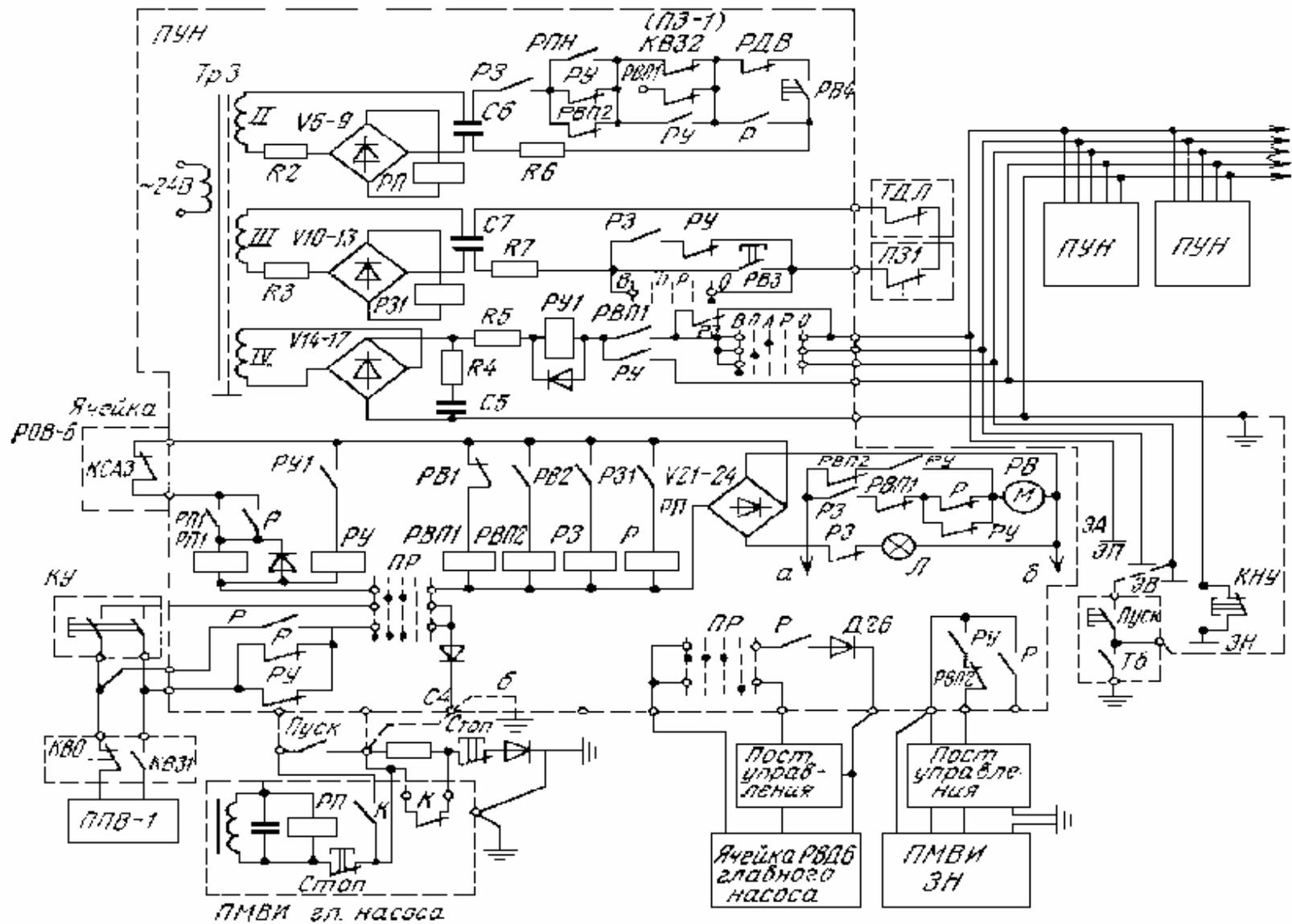


Рисунок 3 – Принципиальная электрическая схема аппаратуры ВАВ

Таблица 1 – Технические характеристики датчиков и специальных реле, используемых в установках УАВ и ВАВ

Параметры	Значения параметров			
	РПИ	РДВ	ТДЛ	ЭД
Назначение	Контроль подачи насоса	Контроль заливки главного насоса по давлению	Контроль температуры подшипников	Контроль уровня воды в водосборнике
Максимальное давление, МПа	0,1	0,03	-	-
Напряжение переменного тока, В	24	24	36	36
Скорость потока при замыкании контактов, м/с	1,3	-	-	-
Разрывная мощность контактов, Вт	100	100	100	100
Число замыкающих(з) и размыкающих(р) контактов	2р + 1з	2р + 1з	1з	1з
Масса, кг	9	7,8	0,75	2,5

Электродный датчик уровня ЭД – одноцепное подвесное устройство на гибком кабеле (рис. 4). В корпус 1 встроена свинцовая обкладка 5, прикрепленная к контактной шайбе 2. Между втулкой 3 и кабельным вводом образуется кабельная полость 4, которая заливается кабельной массой. Электродные датчики характеризуются большим диапазоном регулирования уровня воды в приёмном колодце водоотливной установки. Они не имеют подвижных частей, что повышает надежность их работы.

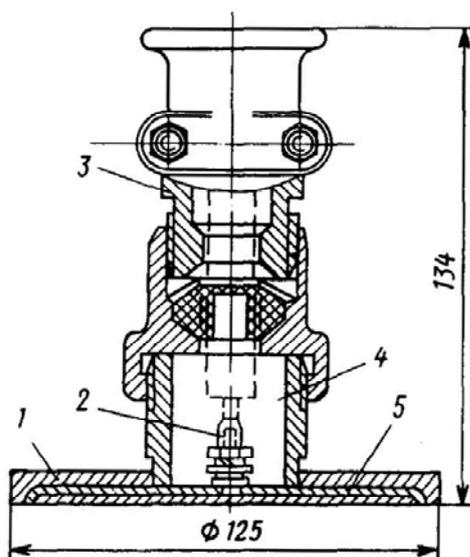


Рисунок 4 – Электродный датчик уровня ЭД

В зависимости от выбранного режима работы водоотливной установки производят наладку электродных датчиков с учетом удельной электропроводимости шахтных вод, максимального сопротивления самих электродных датчиков и уровня воды в водосборнике. Кроме электродных датчиков в горнорудной промышленности при откачке кислотных шахтных вод с высоким содержанием механических примесей используют поплавковые реле, надежные в работе и позволяющие дистанционно контролировать уровень воды в водосборниках.

С помощью реле давления происходит контроль давления в насосе и нагнетательном трубопроводе, а также проверка правильности последовательности пуска насосного агрегата и подача импульса на управление автоматизированной задвижкой. Чувствительными элементами реле давления являются уплотнённый и неуплотнённый поршни, плоская мембрана и сильфон, которые имеют нестабильную жесткость и требуют тщательной наладки и проверки в работе.

Реле давления РДВ, предназначенные для контроля заливки насоса, устанавливают на всасывающем патрубке (рис. 5). Чувствительный элемент реле – резиновая мембрана 7 – передаёт давление столба воды малому 9 и большому 8 поршням. Для уменьшения площади мембраны большой поршень может быть зафиксирован регулировочными винтами 6. Давление столба жидкости передаётся штоку 4, который воздействует на микропереключатель 2. Натяжение пружины 5 регулируется штоком 4, который в верхней части имеет шестигранник 3, регулирующий зазор между штоком и переключателем.

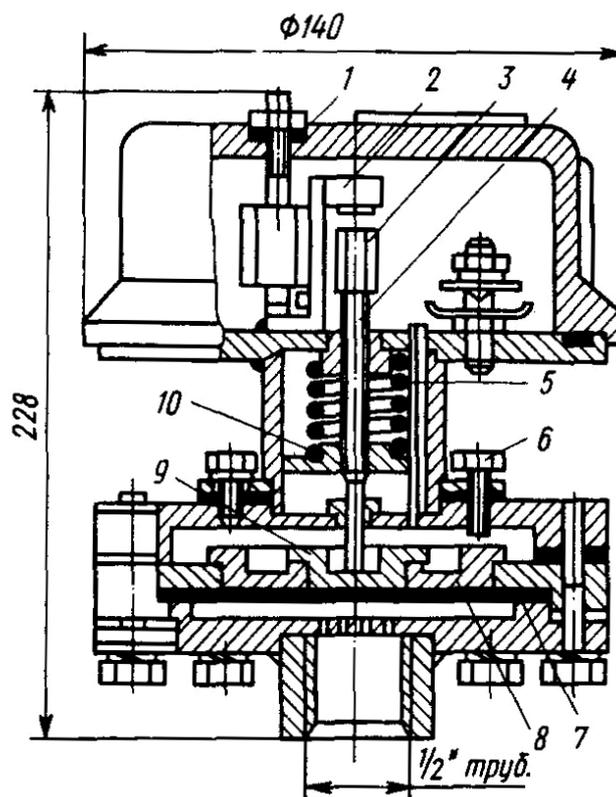


Рисунок 5 – Реле давления РДВ

Для регулировки реле служит гайка 10, а для герметизации – гетинаксовая шайба 1. Реле имеет высокую чувствительность, быстро реагирует на изменение разряжения, имеет длительный межремонтный срок. Толщину мембраны и ее активность выбирают в зависимости от способа крепления, качества материала и площади опорного диска. Температурные изменения отрицательно действуют на работу мембраны: при низких температурах резиновое покрытие отвердевает.

Реле производительности РПН (рис. 6) контролирует скорость потока жидкости во всасывающем трубопроводе. Чувствительный элемент – флажок 7 – под действием струи жидкости поворачивается на угол, при котором замыкаются контакты 3. При отсутствии струи жидкости пружина 5 возвращает флажок в исходное положение. Натяжение пружины регулируется винтом 6. Реле имеет высокую чувствительность и при уменьшении подачи насоса на 5 – 8 % отключает насосный агрегат.

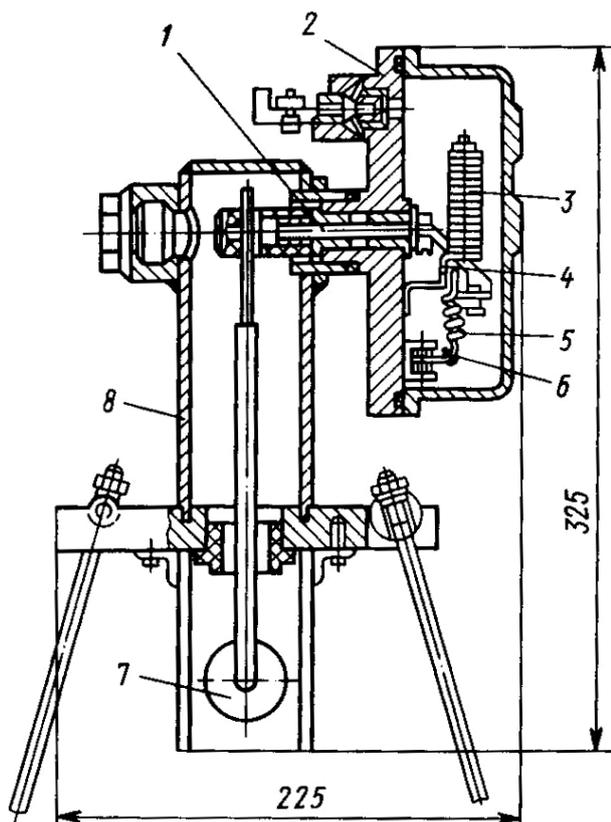


Рисунок 6 – Реле производительности РПН:

1 – валик; 2 – плата; 3 – контакты; 4 – кронштейн; 5 – пружина; 6 – винт;
7 – флажок; 8 – корпус

Термодатчик ТДЛ-2 (рис. 7) контролирует температуру подшипников. При нагреве подшипника насосного агрегата расплавляется сплав Вуда, и пружина размыкает контакт. По истечении 10 минут сплав остывает, после чего поворотом ручки датчик устанавливают в исходное положение.

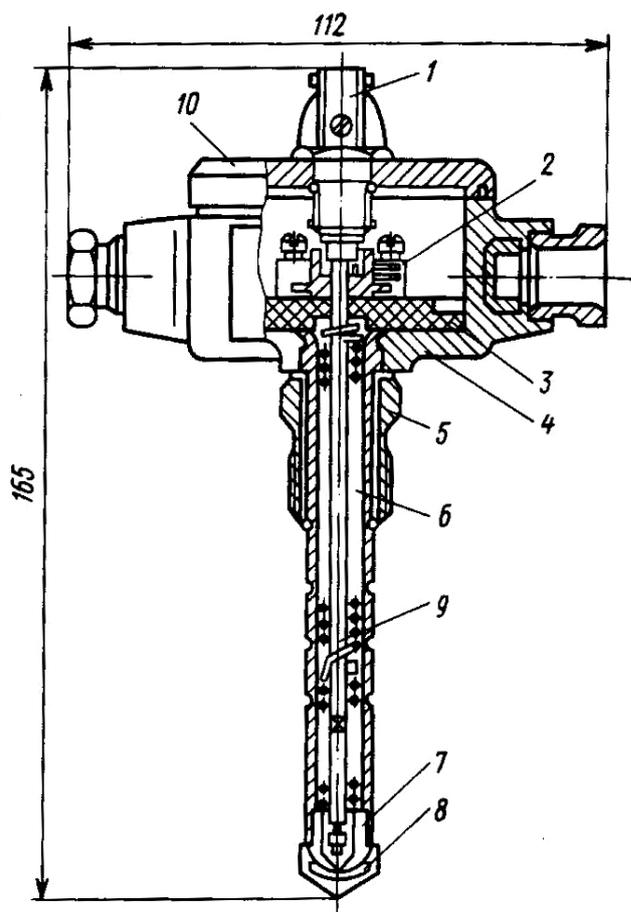


Рисунок 7 – Термодатчик ТДЛ-2:
 1 – ручка; 2 – контакт; 3 – панель;
 4 – корпус; 5 – гайка; 6 – пружина;
 7 – сплав Вуда;
 8 – корпус чувствительного
 элемента;
 9 – ось; 10 – крышка

Рекомендуемая литература

1. Попов В.М. Водоотливные установки: Справ. пособие. – М.: Недра, 1990. – 254 с.

2. Электрфикация стационарных установок шахт / С.А. Волотковский, Д.К. Крюков, Ю.Т. Разумный и др.; Под ред. Г.Г. Пивняка. – М.: Недра, 1990. С.176-198, 241-289.

3. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. С.261-306.

4. Гаврилов П.Д., Гимельшейн

Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. С.140-158.

Контрольные задания для СРС [1-4]

1. Проанализировать современное состояние и перспективы развития промышленных средств автоматизации насосных установок

2. Рассмотреть типовую конфигурацию средств САиТМ водоотливной установки

Тема 6 САиТМ вентиляторных установок

План лекции

1. Основные положения по автоматизации управления проветриванием шахт и рудников

2. Основные требования к аппаратуре автоматизации управления ВГП

3. Принцип работы аппаратуры УКВГ

1. Задача автоматизации управления проветриванием шахт и рудников сводится к подаче в шахту (рудник) такого количества воздуха и установлению такого его распределения по выработкам, при котором обеспечивается заданная производительность очистных и подготовительных работ при соблюдении требования правил безопасности и санитарно-

гигиенических норм при оптимальном режиме работы вентиляторных установок.

В общем случае решение этой задачи возможно на базе создания единой централизованной системы управления проветриванием шахты с использованием управляющей вычислительной машины. В настоящее время комплексная задача управления проветриванием шахты решается поэтапно и пообъектно. Выделяются следующие основные объекты и исследуются проблемы:

А. Вентиляторы главного проветривания (ВГП). Задачи и методы их автоматизации, регулирование производительности и депрессии (разницы давлений воздуха входящего и исходящего потоков вентилятора). Исследование статических и динамических свойств вентиляторов как звена САР, пути повышения надежности и безопасности их работы.

В. Горный участок. Его статистические и динамические характеристики как объект регулирования концентрации метана на исходящей струе.

С. Участковые контролируемые и регулирующие устройства. Их конструкции, статические и динамические характеристики как звена САР, режимы работы.

Д. Локальные системы проветривания. Их связь с системой автоматизации проветривания шахты. Регулирование вентиляторов местного проветривания.

Многие из указанных проблем получили практическую реализацию на шахтах страны или находятся в стадии теоретических исследований и опытной проверки.

Наибольшие успехи, достигнуты при решении задачи управления вентиляторными установками. Отечественной промышленностью за период развития автоматизации вентиляторных установок освоено серийное производство следующих типов аппаратуры: АВГП-5, УКВГ, АШВ-3, АДШВ, ЭГВГП-2, УКАВ-2 и др.

2. Аппаратура автоматизации управления ВГП должна удовлетворять следующим основным требованиям:

А. Обеспечивать надежную работу без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

В. Предусматривать возможность трех видов управления:

дистанционно - автоматизированного, выполняемого диспетчером или оператором с пульта управления, который должен находиться на поверхности шахты в диспетчерском пункте или в помещении одной из постоянно обслуживаемых стационарных установок;

дистанционно - автоматизированного из машинного зала, аналогичного управлению от диспетчера;

местного индивидуального, деблокированного с места установки механизмов (для проведения ремонтно-наладочных работ).

С. Переход с одного вида управления на другой не должен вызвать остановки работающего вентиляторного агрегата.

Д. Допускать реверсирование воздушной струи и переход с одного вентилятора на другой при закрытом направляющем аппарате без остановки вентиляторного агрегата (если это разрешается по технологии работы вентилятора, например, для центробежных вентиляторов).

Е. Обеспечивать аварийное отключение вентилятора при:
коротких замыканиях и нарушениях изоляции по отношению к «земле» в силовых цепях;
исчезновении более чем на 10 с напряжения на станциях управления;
неисправности в системе охлаждения приводных двигателей (при принудительном их охлаждении);
перегреве подшипников электродвигателей и вентиляторов;
несимметричных режимах работы двигателей и их длительной перегрузке;
несостоявшемся или затянувшимся пуске;
выпадении синхронного двигателя из синхронизма или неполном ходе ступеней реостата в цепи ротора асинхронного электродвигателя после окончания пуска;
прекращении потока масла через подшипники или понижении давления в маслосистеме;
действии тормозных устройств во время работы агрегата.

Ф. Обеспечивать подачу светового и звукового предупредительных сигналов при неисправностях, которые не вызывают необходимости аварийного отключения работающего вентилятора. Например, при предельной производительности или депрессии вентилятора.

Г. Обеспечивать возможность аварийной остановки вентилятора обслуживающим персоналом из машинного зала при любом виде управления.

Н. Обеспечивать блокировки, запрещающие:
одновременную работу двух вентиляторов на шахтную сеть, если не используется их параллельная работа, а также реверсирование воздушного потока без остановки вентилятора (кроме случая, изложенного в п. 4;
повторное или самопроизвольное включение привода вентилятора после оперативного или аварийного отключения без последующей команды на пуск и до устранения причин, вызвавших аварийное отключение;
одновременное применение различных видов управления агрегатом;
включение электродвигателей лебедок ляд и шиберов (перекрытий, заслонок, задвижек) при работающем вентиляторе, кроме случая, изложенного в п. 4;
пуск вентилятора при несоответствующих выбранному режиму работы положениях ляд в вентиляционных каналах.

К. Обеспечивать контроль:
депрессии и производительности вентилятора самопишущими приборами и устройствами, сигнализирующими на пульт управления об отклонении этих параметров от заданных значений;
температуры подшипников электродвигателя и вентилятора;

протока и давления масла в системе маслосмазки;
положения ляд и лопаток направляющего или спрямляюще-направляющего аппаратов.

L. Обеспечивать сигнализацию, отражающую:
в машинном здании (световую или блинкерную):
аварийное отключение вентилятора с расшифровкой причины отключения;

работу в нормальном или реверсивном режиме;
ввод в работу резервного насоса системы смазки;
повышенную температуру подшипников электродвигателей и вентиляторов.

на пульте диспетчера (световую):
включение и отключение вентилятора;
работу в нормальном или реверсивном режиме (по положению переключателя на пульте);

аварийное отключение вентилятора (без расшифровки причины) с дублированием звуковым сигналом;

неисправность, не требующую аварийной остановки вентиляторного агрегата с дублированием звуковым сигналом.

M. Обеспечивать независимость электроснабжения рабочего и резервного вентиляторных агрегатов. Схемы не должны содержать общих элементов, выход из строя которых может вызвать неуправляемость или отключение обоих агрегатов.

Следующая ступень автоматизации управления вентиляторами должна решать проблему автоматического изменения производительности и депрессии вентиляторов в соответствии с заданным алгоритмом.

3. На рис. 1 приведена упрощенная принципиальная электрическая схема аппаратуры УКВГ, которая получила широкое распространение на шахтах и рудниках СССР и ряда стран СЭВ (Совета экономической взаимопомощи) и реализует большинство предусмотренных требований.

Перед пуском вентилятора необходимо выбрать его номер и режим работы («Реверс» или «Норма») на пульте диспетчера ПД. Режим выбирается переключателем SA4 (точка у переключателя обозначает позицию, в которой контакты замкнуты) подачей «плюса» выпрямителя UZ1 на провод 7 или снятием его. Если «плюс» подан, срабатывает реле K13 в станции управления СУ по цепи: плюс UZ1, провод 7, контакт K12, реле K13, диод VD8, переключатель SA1, минус UZ1.

Реле K13 своими контактами включит приводы ляд и поставит их в режим нагнетания («Реверс»). Если на провод 7 не подан плюс UZ1, ляды установлены на всасывание («Норма»).

Номер вентилятора выбирается переключателем SA3 включением в цепи провода 4 диода VD11 или VD12 на ПД. Чтобы запустить вентилятор (например, № 2), диод VD11 необходимо соединить с проводом 4. При этом включится реле K9 по цепи: точка 1 T1, провод 4, диод VD11, провод 5, диод VD1, контакт KM1F масляного выключателя, управляющего двигателем

вентилятора, контакт K10, реле K9, переключатель SA1, точка 3 T1. Реле K9 включит лебедку, которая переключает канал неработающего вентилятора. Одновременно реле K9 подготовит цепь включения реле K11, которое своим контактом включает пускатель KM2, а он двигатель вентилятора, № 2.

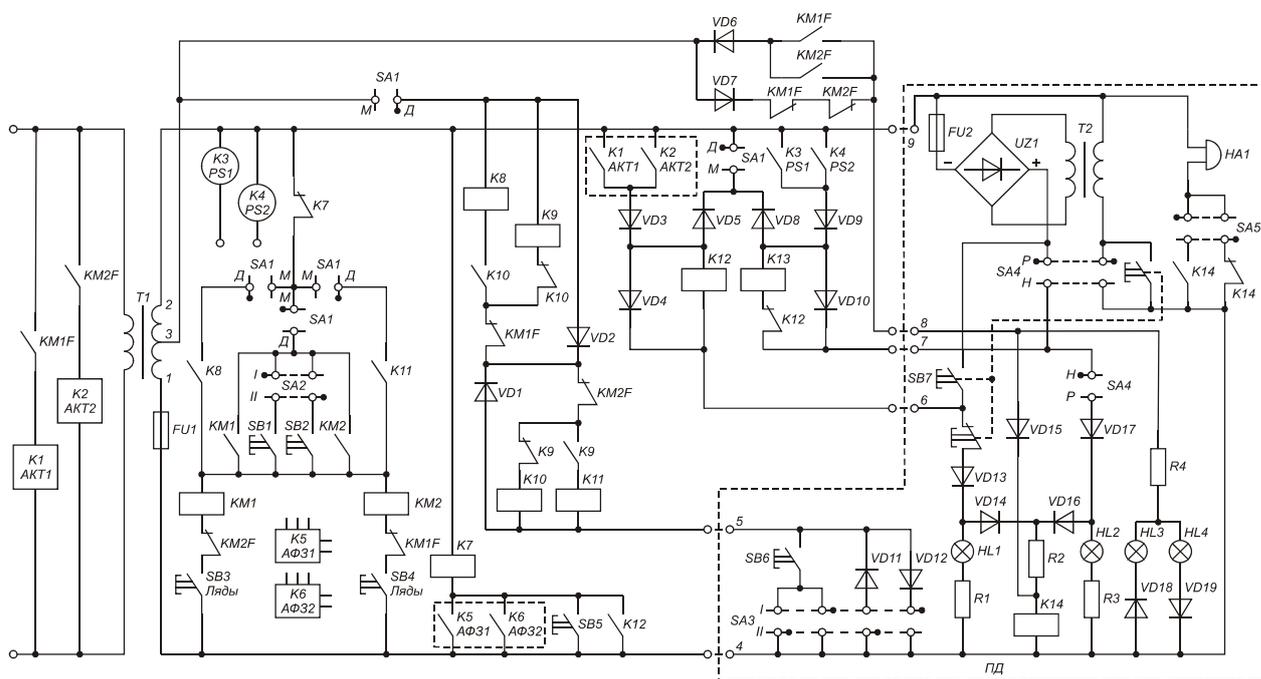


Рисунок 1 – Принципиальная схема аппаратуры УКВГ

Реле K11 включается при нажатии диспетчером пусковой кнопки SB6 на пульте ПД. Цепь включения реле K11: точка 3 трансформатора T1, переключатель SA1, диод VD2, контакты KM2F, K9, реле K11 кнопка SB6, провод 4, точка 1 T1.

Аналогично включается вентилятор № 1. Для остановки вентилятора необходимо нажать кнопку «Стоп» SB7 пульта. При этом включается реле отключения K12, которое своим контактом включит реле K7, а последнее отключит пускатель KM2, Реле K7 можно также включить кнопкой SB5, расположенной на станции СУ.

Схема УКВГ допускает местное управление, которое вводится переключателем SA1 (позиция М). В этом случае пускатели KM1 и KM2 включаются кнопками SB1, SB2 на станции СУ, а отключаются кнопкой SB5.

По характеру индикации на пульте ПД диспетчер может следить за состоянием вентиляторной установки.

Лампы HL3 («Вентилятор включен») и HL4 («Вентилятор отключен») включаются контактами KM1F и KM2F в цепи диодов VD6 и VD7 станции СУ.

Лампа HL2 («Снижена производительность») включается контактами PS1 и PS2 дифференциальных манометров через диоды VD9 и VD10.

Лампа HL1 («Перегрев подшипников») включается контактами аппарата контроля температуры АКТ через диоды VD3 и VD4.

Кроме свечения ламп при соответствующих нарушениях включается

звонок НА1 контактом реле сигнала К14. Сигнал квитируется диспетчером с помощью переключателя SA5.

Защита двигателей вентилятора осуществляется аппаратами фильтровой защиты АФЗ, контакты которых включаются в цепь отключающей катушки масляных выключателей.

На рис. 2 приведена схема расположения различных датчиков контроля в автоматической вентиляторной установке главного проветривания.

Контроль температуры осуществляется на основе аппаратуры АКТ-2 конотопского завода «Красный металлист» или КТТ-1 константиновского завода. В аппаратуре АКТ-2 используется явление срыва генерации при изменении индуктивности колебательного контура в результате нагрева ферритового сердечника, который помещается в зоне контроля.

Аппаратура КТТ-1 работает на принципе изменения активного сопротивления терморезистора КМТ-1 при его нагреве.

Контроль давления и расхода воздуха осуществляется дифференциальными манометрами различных типов. Дифманометры применяются в комплекте со вторичными приборами двух модификаций: ДМИ-Р – расходомеры и ДМИ-Т – тягомеры (напоромеры).

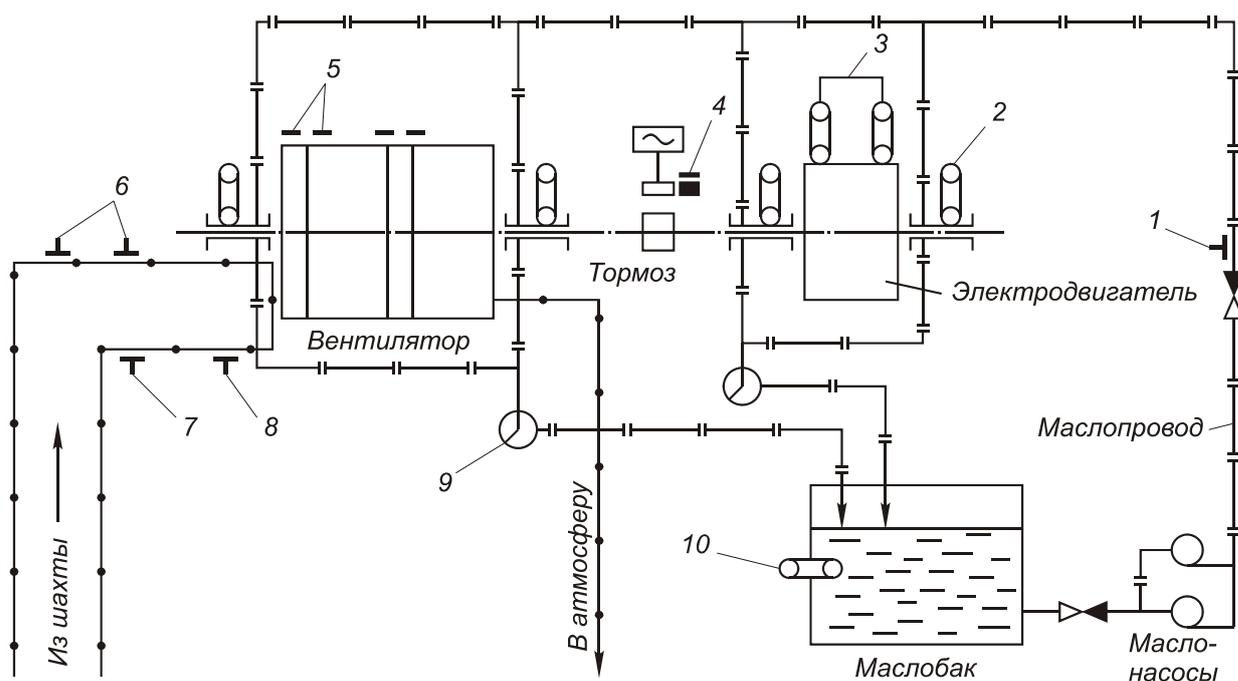


Рисунок 2 – Схема расположения датчиков контроля в автоматической вентиляторной установке:

- 1 – давления масла; 2 – температуры подшипников; 3 – температуры обмоток электродвигателя; 4 – положения тормоза; 5 – положения направляющего и спрямляющего аппаратов; 6 – положения ляд; 7 – давления воздуха; 8 – расхода воздуха; 9 – протока масла; 10 – температура масла

Контроль давления масла осуществляется при помощи электроконтактных манометров типа ЭКМ.

Контроль положения ляд выполняют взрывозащищенные выключатели ВКВ-380 или магнитные выключатели ВМ-4-65.

Рекомендуемая литература

1. Электрификация стационарных установок шахт / С.А. Волотковский, Д.К. Крюков, Ю.Т. Разумный и др.; Под ред. Г.Г. Пивняка. – М: Недра, 1990. С.199-240.
2. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. С.307-333.
3. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. С.167-175.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Проанализировать современное состояние и перспективы развития промышленных средств автоматизации вентиляторных установок
2. Рассмотреть типовую конфигурацию средств САиТМ вентиляторной установки

Тема 7 САиТМ конвейерного транспорта

План лекции

1. Основные положения по автоматизации конвейерного транспорта
2. Датчики и аппараты автоматизации конвейерных линий
3. АСУ непрерывными конвейерными линиями

1. В горной и других отраслях промышленности широко внедрено централизованное автоматизированное управление процессами *пуска-остановки* конвейерных линий с обеспечением автоматической защит от аварий. В основу централизации управления положен принцип автоматического пуска конвейера в линии в последовательности, обратной движению грузопотока, с контролем момента пуска каждого конвейера по скорости предыдущего и остановки конвейерной линии одновременным отключением аварийного конвейера и всех последующих, доставляющих груз на аварийный.

Дальнейшее качественное совершенствование автоматизации конвейерных линий должно развиваться в направлении повышения централизации управления на базе использования микроконтроллеров, что позволит повысить оперативность управления за счет обработки большого объема информации о работе конвейеров, причинах аварийных ситуаций, вести работу конвейеров в оптимальных режимах, увязанных с работой очистных забоев или других источников грузопотока.

Автоматизация конвейерного транспорта предусматривает оснащение средствами автоматического контроля и защиты каждого конвейера и управление, как отдельными конвейерами, так и всей линией.

Под автоматизированной конвейерной линией понимается такая линия, конвейеры которой объединены общей системой управления, обеспечивающей соблюдение необходимых блокировок и защит, а также автоматическую реализацию законов пуска, остановки и дозапуска конвейерной линии.

Основными факторами, влияющими на процесс автоматизации конвей-

ерных линий, являются: разнообразие технологических схем конвейерных линий по конфигурации, длине, числу конвейеров и ответвлений; разнотипность конвейеров по их технологическому назначению, производительности, конструктивному исполнению, длине и динамическим характеристикам; разнотипность приводов конвейеров по числу и типу двигателей и т.д.

Системы автоматизации конвейерных линий с учетом современного уровня совершенствования конвейеров должны обладать функциональными возможностями, обеспечивающими:

- управление конвейерной линией с пульта управления, расположенного в зоне перегрузки с конвейерной линии в вагонетки, либо с пульта, находящегося в лаве;

- автоматический пуск конвейеров в линии в направлении против грузопотока с помощью пускового устройства;

- возможность, как выбора, так и отдельного пуска любого маршрута разветвленной конвейерной линии;

- автоматическую подачу звукового предупредительного сигнала перед пуском конвейерной линии, который должен отключаться через установленное время или при несостоявшемся пуске;

- при запуске отдельных маршрутов разветвленной конвейерной линии подачу звукового сигнала только по этому маршруту;

- возможность до запуска части конвейерной линии при остальных работающих конвейерах;

- автоматический контроль скорости движения ленты или скребковой цепи конвейера;

- включение на пуск каждого последующего конвейера только после достижения предыдущим конвейером заданной скорости;

- включение дополнительных маршрутов без остановки работающих: включение системы орошения только на работающем конвейере и при наличии на нем груза;

- оперативное отключение всей конвейерной линии или маршрутов с пункта управления;

- автоматический возврат схемы в исходное положение после оперативного отключения с пункта управления;

- экстренное прекращение пуска и экстренную остановку любого конвейера из любой точки по его длине;

- автоматическое аварийное отключение конвейера при следующих нарушениях: отсутствии сигнала о достижении заданной скорости при пуске, снижении скорости во время работы несущего полотна или тяговой цепи до 75% номинальной при неисправности привода конвейера, недопустимом перегреве при водных барабанов, масла в турбомуфтах; сходе ленты в сторону; завале мест перегрузки и неисправностях цепей управления и контроля;

- возможность наложения тормозов при оперативном и аварийном отключении ленточных конвейеров только при скорости ленты меньше 0,5м/с;

для конвейеров с автоматической натяжной станцией при снижении скорости ленты до 75% номинальной включение натяжной станции на увеличение натяжения ленты;

экстренное отключение конвейера с наложением тормозов в момент отключения конвейера или при обрыве ленты или цепи, при экстренном прекращении пуска или экстренной останове конвейера из любой точки по его длине, при завале перегрузочного устройства и превышении номинальной скорости ленты на 8% для конвейеров, устанавливаемых на наклонных выработках;

сигнал аварийного или экстренного отключения конвейера, сохраняются до ручной деблокировки его по месту аварии во всех случаях, кроме завала перегрузочного устройства или схода ленты;

одновременное автоматическое отключение всех конвейеров, транспортирующих груз на остановившийся конвейер;

отключение системы орошения при остановке конвейера;

блокировку, не допускающую повторное включение остановившегося из-за аварии конвейера, без ручного возврата системы защиты в исходное состояние;

блокировку, запрещающую запуск конвейерной линии при отсутствии возможности приема груза в месте разгрузки;

возможность перевода на местное управление любого конвейера линии без нарушения процесса автоматизированного управления остальными конвейерами;

сигнализацию на пульте управления о числе конвейеров, работающих в линии, маршруте;

сигнализацию на блоках управления о неисправном состоянии и причине неисправности конвейера;

двустороннюю телефонную связь с возможностью звукового кодового вызова;

информацию о состоянии конвейерной линии в систему оперативного диспетчерского контроля и управления шахты.

Для грузопассажирских конвейеров, когда осуществляется перевозка людей, предусматриваются дополнительные требования: предупредительная сигнализация у мест схода людей с ленты; аварийное отключение конвейера при проезде человеком места схода и при превышении скорости ленты; невозможность включения конвейера при отсутствии или неисправности сбрасывающего щитка, а также повторного включения конвейера до момента ручной деблокировки при его экстренном отключении; невозможность включения механизмов, подающих груз на конвейер; отключение системы орошения и контроль движущихся площадок схода.

В настоящее время для управления конвейерами и конвейерными линиями в горной промышленности применяются как отдельные устройства контроля технологических параметров конвейера, так и комплексная аппаратура автоматизации конвейерных линий. Контроль технологических параметров конвейерных линий осуществляется с помощью датчиков контроля

скорости (ДМ-2М, УПДС, ДКС), реле контроля скорости (РСА, УКСЛ-1, РС-67), аппаратов контроля двухцепной конвейерной линии (КДК), аппаратов контроля температуры приводных барабанов ленточных конвейеров (АКТЛ-1), датчиков заштыбовки (ДЗШ), кабель-тросовых и линейных выключателей для экстренной остановки конвейера (КТВ-2, ВЛ-3), реле контроля уровня заполнения емкостей или бункеров (ИКС-2, РКУ.1М), устройства контроля целостности тросов резиновых лент (УКПЛ-1, УКЦТ-1), реле времени (РВИ-300), датчиков контроля схода ленты (КСЛ-2), аппаратов контроля пробуксовки ленты (АКП). Для автоматизации неразветвленных конвейерных линий применяется аппаратура типа АУК.1М, АУК.2, а разветвленных – ЦИКЛ, ПРЛ, РКЛД-2М.

2. Для реализации требований к автоматизации ПТС разработаны различные датчики и аппараты.

Скорость и целостность рабочего органа ленточного конвейера контролируется тахогенераторными датчиками скорости УПДС (рис.1).

Датчик УПДС представляет собой десятиполюсный синхронный генератор 8 однофазного переменного тока с ротором из постоянного магнита и статором с катушкой, размещенных в пластмассовом корпусе 7, рычаг 2 которого валиком 9 шарнирно связан со скобой 4, укрепленной на раме конвейера. Вращение генератору передается приводным резиновым роликом, укрепленным на шариковом подшипнике 6. Датчик устанавливают у приводной головки конвейера между рабочей и холостой ветвями ленты. Регулировочный болт 3 служит для контроля провисания ленты 5 конвейера.

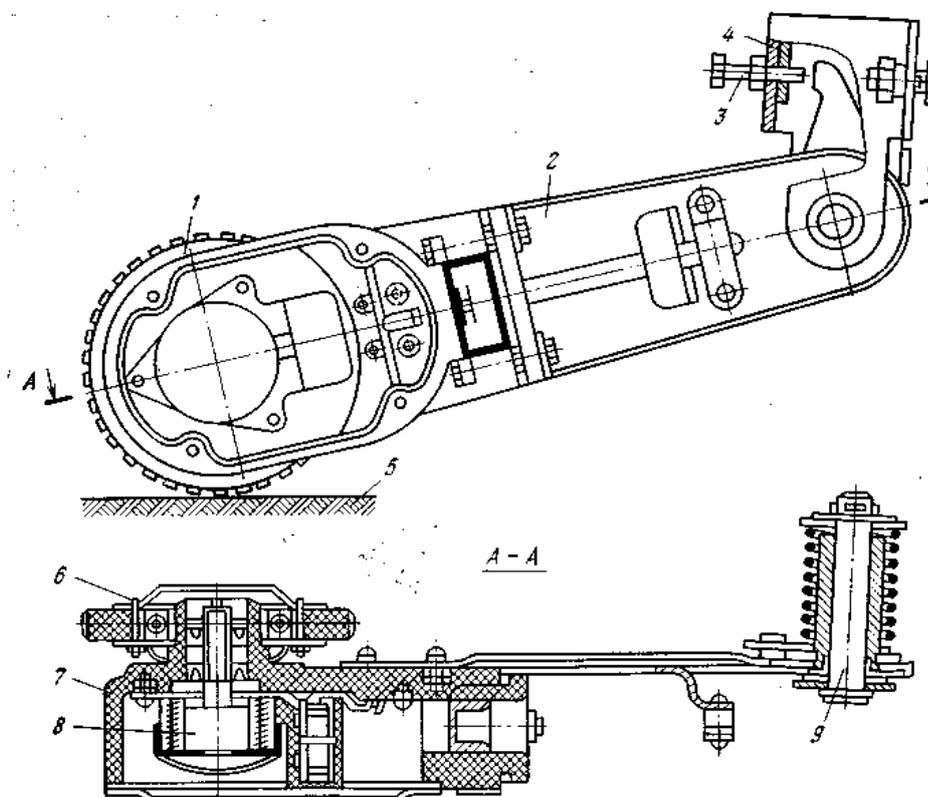


Рисунок 1 – Датчик скорости УПДС

Выходное напряжение датчика зависит от частоты вращения ролика и обычно составляет 30—35 В.

Контроль состояния рабочего органа скребкового конвейера осуществляется магнитоиндукционным датчиком ДМ-2М (рис. 2), который используется также на ленточных конвейерах.

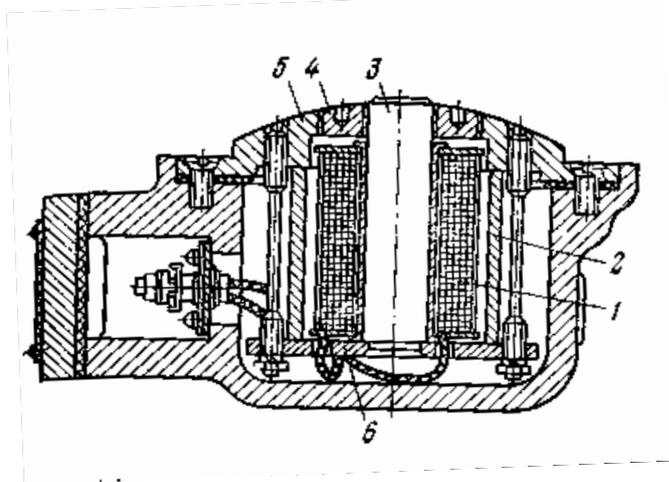


Рисунок 2 – Датчик скорости ДМ-2М

При перемещении над датчиком ферромагнитного тела переменной массы (скребковой цепи или ролика с прорезями) изменяется его магнитное сопротивление и, следовательно, магнитный поток постоянного магнита 2. Пульсирующий магнитный поток индуцирует в катушке 1 ЭДС, которая является выходным сигналом датчика. Этот сигнал пропорционален скорости движения скребковой цепи (частоте вращения ролика) и достигает 5-8 В.

Контроль аварийного схода ленты в сторону осуществляется герконовым датчиком КСЛ-2 (рис. 3).

В датчик входят корпус 4, с крышкой 5, гибкий приводной стержень 1 и исполнительное устройство, состоящее из магнитной системы 2 и магнитоуправляемого контакта 3, который замыкается при отклонении стального наконечника от центрального положения на 60—70 мм под действием сошедшей в сторону ленты.

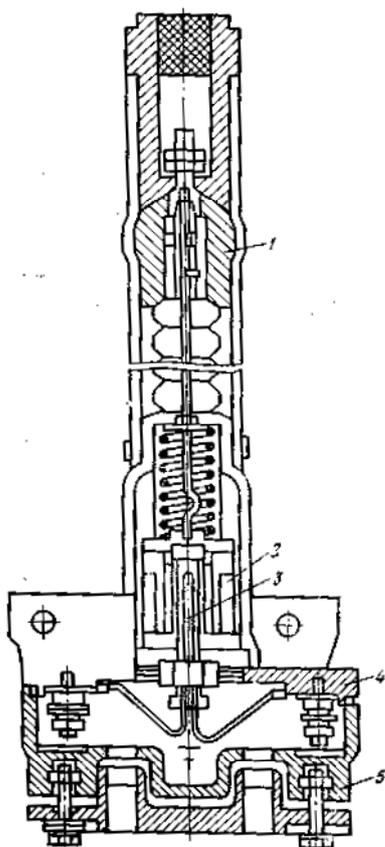


Рисунок 3 – Датчик контроля схода ленты КСЛ-2

Контроль температуры приводных барабанов ленточных конвейеров выполняется *аппаратом АКТЛ-1* (рис. 4). Аппарат АКТЛ-1 отключает приводной двигатель при нагреве барабанов выше допустимой температуры ($65\pm 10^\circ\text{C}$), предотвращая возможное воспламенение ленты при ее пробуксовке.

Принцип работы аппарата АКТЛ-1 заключается в следующем. С генератора UZ , напряжение на который подается с блока питания UI , сигнал частотой 20 кГц поступает на неподвижную обмотку $L1$, размещенную в свободном пространстве обечайки барабана 1. С нее через воздушный зазор трансформируется э. д. с. в обмотку $L2$, закрепленную на валу 2 барабана. Частью обмотки $L2$ является обмотка $L4$ ферритового термодатчика BK . При нормальной температуре обечайки барабана с обмотки $L2$ через воздушный зазор в неподвижную обмотку $L3$ трансформируется э.д.с., которая поступает на приемник сигнала $U2$. В этом случае по катушке реле K проходит ток, контакты реле K замкнуты. Горит лампа H и замкнута цепь включения пускателя.

При нагреве барабана до температуры $65\pm 10^\circ\text{C}$ резко снижается магнитная проницаемость ферритового датчика и соответственно уменьшаются сигнал катушки $L2$ и наводимая э. д. с. в обмотке $L3$. Реле K отключается. Лампа H гаснет, и разрывается цепь управления магнитного пускателя конвейера. Конвейер останавливается.

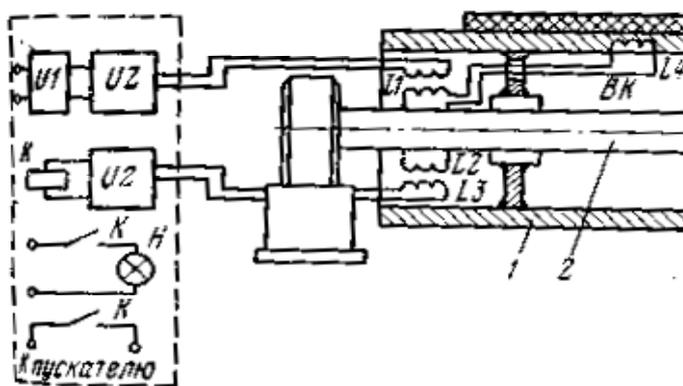


Рисунок 4 – Блок-схема аппарата АКТЛ-1

3. Все типы серийной выпускаемой аппаратуры автоматизированного управления конвейерными линиями имеют узкое целевое назначение. Все операции пуска и остановки линии, кроме выбора маршрута и подачи общего токового сигнала, осуществляются автоматически. За счет этого достигается простота схемных решений, пульт управления получается простым и для запуска линии требуется один оператор.

Комплекс автоматизированного управления конвейерами АУК.1М предназначен для управления и контроля работы стационарных и полустационарных неразветвленных конвейерных линий. Комплекс АУК.1М совместно с пультом управления ПРЛ может использоваться для управления разветвленными конвейерными линиями.

Передача команд управления и сигнализации в комплексе осуществляет-

ся по двухпроводной линии и проводу «земля». Пуск конвейерной линии (рис. 5) осуществляется командами, выдаваемыми с пульта управления по проводам 1, 2 на блоки управления.

После нажатия кнопки «Пуск» на пульте управления по линии подается звуковой предупредительный сигнал. По прошествии 5 сек. с пульта управления на первый блок управления поступает сигнал пусковой полярности, что приводит к выдаче с блока управления сигнала на запуск первого конвейера. Пускатель выключается и начинается разгон конвейера.

При достижении конвейером заданной скорости включается его реле скорости и обеспечивает подачу сигнала пусковой полярности на блок управления второго конвейера, происходит запуск конвейера и т.д. При включении реле скорости в последнем блоке управления сигнал пусковой полярности поступает в блок концевого реле *БКР*, с выхода которого по проводам 2 и "земля" выдается команда на прекращения пуска на пульт управления, в результате чего полярность сигнала с пусковой меняется на рабочую, реле в блоке *БКР* отключается и все аппараты управления переводятся в режим контроля. Число включившихся конвейеров фиксируется прибором-указателем.

Оператор может прекратить запуск в любой момент нажатием кнопки «Сигнал», что приводит к отключению реле *К3* и *К2* и прекращению пуска. Дозапуск оставшихся конвейеров производится повторным нажатием кнопки «Пуск».

Оперативная остановка конвейерной линии осуществляется нажатием кнопки «Стоп» на пульте управления, в результате чего отключается реле *К5* и реле *К4* пульта управления и реле *К1* всех блоков управления. При нажатии кнопки «Стоп» на блоке управления останавливается конвейер, управляемый этим блоком, и все последующие конвейеры по направлению против грузопотока.

Аварийная остановка конвейера или экстренное прекращение запуска линии осуществляются замыканием накоротко голых проводов или с помощью кабель тросового выключателя *КТВ-2*, а также под действием средств защиты и контроля работы конвейеров.

В блоке управления (см. рис. 6) реле *К1* предназначено для приема и выдачи сигнала управления приводом конвейера в автоматическом режиме. При запуске оно обтекается током пусковой полярности, а после запуска – рабочей полярности. В рабочем режиме реле *К1* каждого блока управления питается через контакт реле скорости *К3* данного блока управления. Реле *К1* включает вторичное реле управления *К12*, которое служит для: включения искробезопасных цепей магнитных пускателей; исключения самоблокировки реле *К7* данного блока управления при замыкании на «землю» провода 1 и наличии предпускового сигнала; исключения вероятности самовыключения реле *К1* последующего блока управления при аналогичном замыкании; обеспечения начала отсчета выдержки времени на включение схем питания реле *К3* и *К4*.

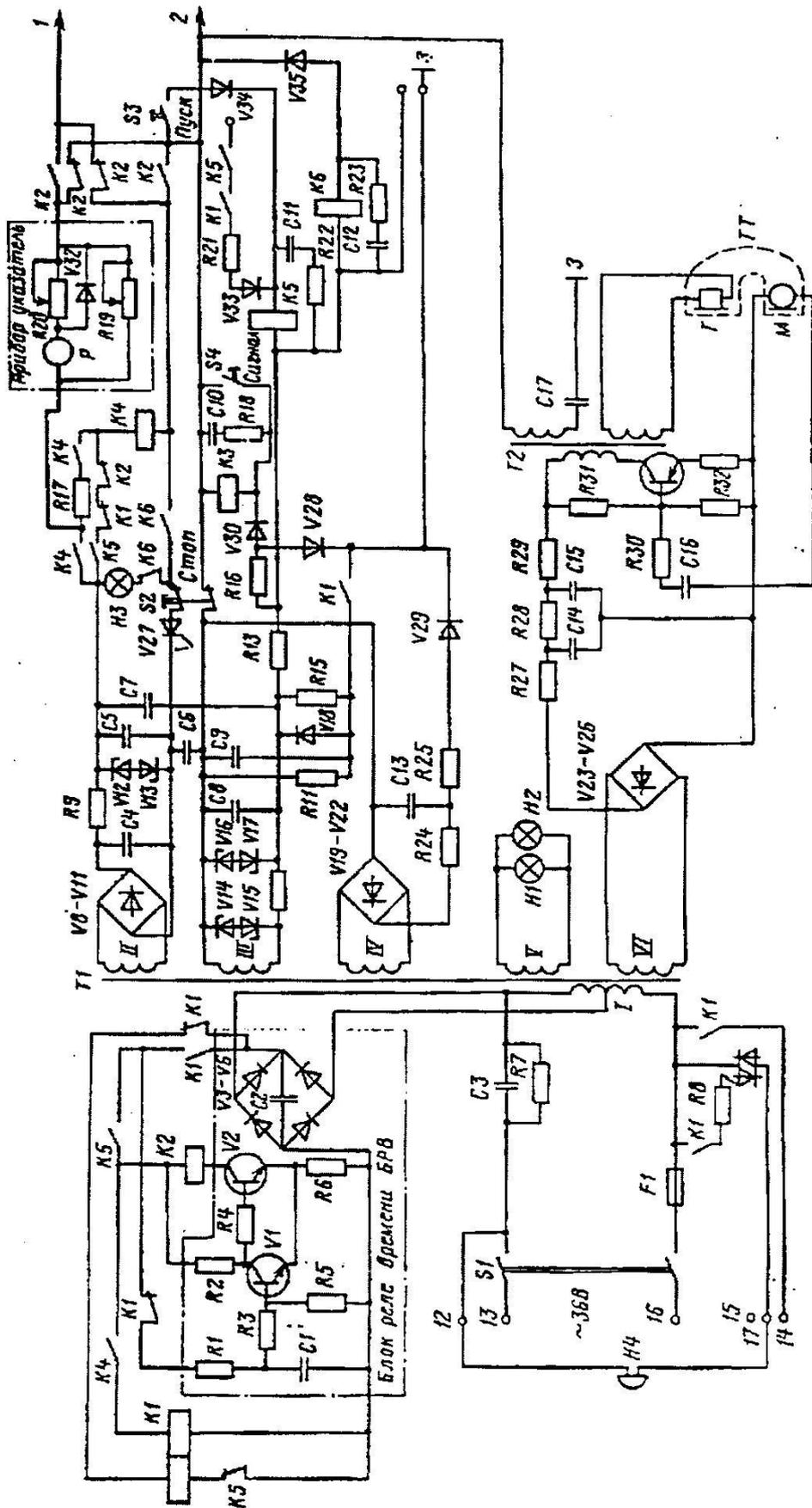


Рисунок 5 – Принципиальная схема управления аппаратуры АУК.1М

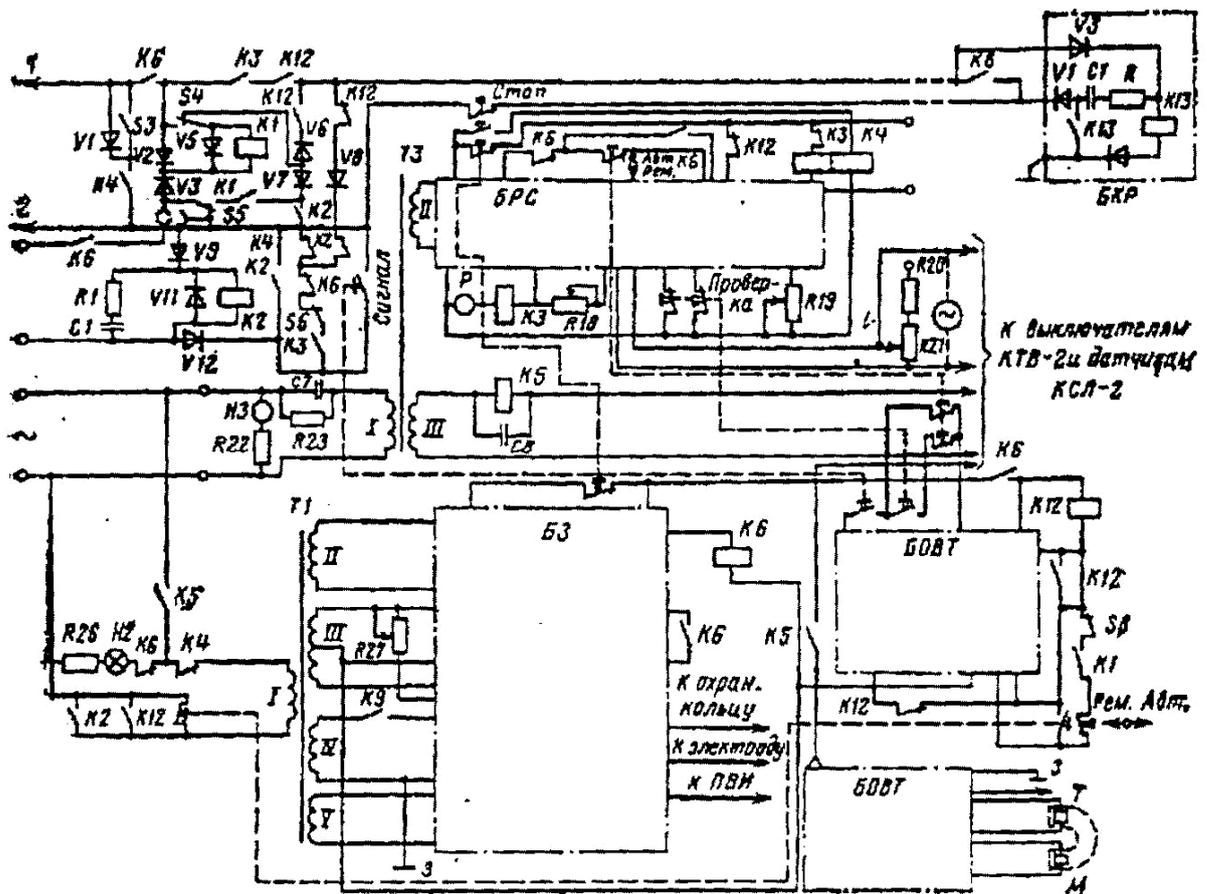


Рисунок 6 – Принципиальная схема блока управления конвейером аппаратуры АУК.1М

Реле *K2* служит для включения звукового сигнала перед пуском конвейеров, а также для осуществления кодовой или аварийной сигнализации.

Блок контроля заштыбовки *БЗ* совместно с электродным датчиком служит для контроля уровня транспортируемой горной массы в местах перегрузки с конвейера на конвейер.

Блок отсчета времени и телефона *БОВТ* служит для отсчета времени длительности предупредительного сигнала в ремонтном режиме работы, отсчета времени между пусками электродвигателей двух приводного конвейера и задержки на отключение реле *K6* от действия блокировочных устройств и усиления сигнала телефона.

Узел контроля скорости предназначен для выполнения: выдержки времени между пусками конвейеров, входящих в линию; контроля движения рабочего органа конвейеров; контроля снижения скорости тягового органа конвейера до 75% номинальной; выдержки времени на передачу звукового сигнала при аварийном отключении и заштыбовке.

Для управления разветвленной конвейерной линией разработан пульт *ПРЛ*, который обеспечивает возможность управления линией, имеющей до пяти ответвлений при общем количестве конвейеров 60 штук. Пульт можно устанавливать как в шахте, так и на поверхности. В комплект *ПРЛ* входят: блок питания *БП*, программный блок управления и сигнализации *БУС* и

блоки индикации БИ1, БИ2. Функциональная схема пульта управления ПРЛ представлена на рис.7.

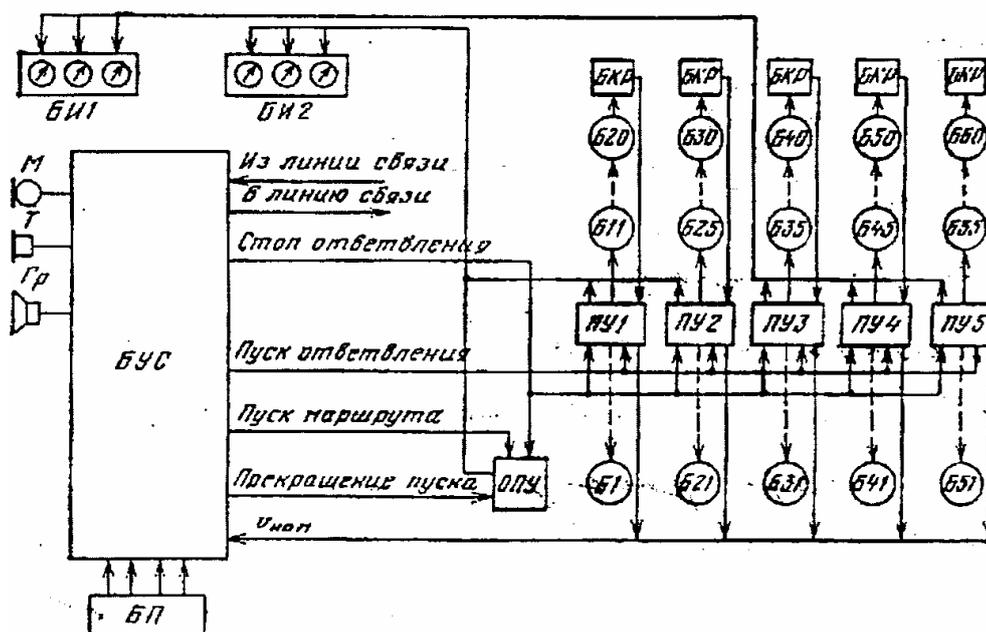


Рисунок 7 – Функциональная схема пульта управления ПРЛ:

БУС – программный блок управления и сигнализации; БП – блок питания; БИ1, БИ2 – блоки индикации; ОПУ – пульт основного направления; ПУ1-ПУ2 – пульты ответвлений; Б1-Б60 – блоки управления конвейерами; БКР – блок концевого реле; М – микрофон; Т – телефон; Гр – громкоговоритель.

Пульт ПРЛ обеспечивает:

выбор и пуск каждого маршрута с автоматическим прекращением пуска после окончания пуска последнего конвейера;

пуск части конвейеров маршрута и последующий пуск остановившихся конвейеров без остановки работающих;

оперативное отключение каждого ответвления независимо от состояния других ответвлений;

автоматическое отключение ответвления при отключении соответствующего конвейера основного (центрального) направления;

селективную подачу кодового звукового сигнала на любое ответвление и соответственно селективный прием световых и звуковых или только световых сигналов с любого ответвления;

автоматическую подачу предупредительного сигнала при пуске ответвлений;

дуплексную телефонную связь между оператором и абонентами блоков управления аппаратуры и возможность приема усиленных речевых сигналов;

визуальную информацию о числе одновременно включенных конвейеров в каждом ответвлении и на центральном направлении;

нулевую защиту, отключающую конвейер при снятии напряжения питания с пульта ПРЛ.

Рекомендуемая литература

1. Батицкий В.А., Куроедов В.И., Рыжков А.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. – М.: Недра, 1991. С.71-99.
2. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. С.135-191.
3. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. С.102-111.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Проанализировать характеристики существующих датчиков контроля работы ленточных и скребковых конвейеров
2. Определить основную конфигурацию АСУ непрерывных конвейерных линий

Тема 8 САиТМ грузоподъемных машин

План лекции

1. Общие сведения
2. АТК крановых установок
3. Шахтные подъемные установки

1. Перемещение грузов в процессе хозяйственной деятельности осуществляется с использованием грузоподъемных машин различного назначения. Грузоподъемные машины по назначению объединяются в следующие группы:

А. Универсальные машины для подъема и перемещения груза с помощью крюка на гибком подвесе (грузовом канате). К ним относятся различные краны, кран-балки, лебедки, тали. Вариантом этой группы являются машины со специальным грузозахватным органом на грузовом канате.

В. Различные грузоподъемные краны для перегрузки сыпучих грузов с помощью грейфера.

С. Грузоподъемные машины для перемещения груза при помощи захвата, перемещающегося по жестким направляющим. К ним относятся краны-штабелеры, технологические краны металлургии, штыревые краны цветной металлургии.

Д. Специализированные краны для возведения зданий и сооружений.

К ним относятся строительные башенные краны, судосборочные краны и самоподъемные строительные краны.

Е. Краны с несущими канатами (кабель-краны),

По условиям использования грузоподъемные машины объединяются:

А. Машины универсального назначения, используемые для работы в помещениях в одну-две смены в повторно-кратковременном режиме; кран-балки, мостовые опорные и подвесные краны.

В. Машины универсального назначения, используемые для работы на

открытом воздухе в одну-две смены в повторно-кратковременном режиме: козловые краны, порталные краны, поворотные стреловые краны, мостовые Краны на эстакадах: грейферные и магнитно-грейферные краны.

С. Машины для циклической перегрузки специализированных грузов (контейнеров, пакетов, поддонов, связок лесоматериалов) в две-три смены в повторно-кратковременном режиме: мостовые, козловые и порталные краны.

Д. Машины для выполнения технологических операций в металлургии. термических и кузнечных цехах по вполне определенному комплексу перегрузочных работ круглосуточно в повторно-кратковременном режиме: магнитные мостовые краны, литейные краны, ковочные краны, стриппер-краны, колодцевые краны и т. п.

Е. Машины для выполнения разовых и эпизодических грузоподъемных операций в помещениях и на открытом воздухе при кратковременном и повторно-кратковременном режиме, работы с общим годовым числом часов работы до 500t козловые краны гидроэлектростанций, мостовые краны машинных залов, мостовые краям ремонтные, козловые и порталные краны судосборки и т. п.

Номинальная грузоподъемность кранов и других подъемных машин регламентирована ГОСТ 1575-81 и представляет собой ряд: 0,2; 0,25; 0,32; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 600; 630; 800; 1000; 1250; 1600 т.

У специализированных кранов средние массы поднимаемых грузов близки к номинальной грузоподъемности. У универсальных крюковых кранов средние массы перемещаемых грузов составляют 30-50% номинальной грузоподъемности, а из всех подъемов грузы, близкие к номинальному, поднимаются не чаще каждого десятого подъема.

Грузоподъемность, т, основных подъемных машин лежит в следующих диапазонах:

Электрические тали	0,2-5
Краны:	
мостовые	1-1000
специальные мостовые	до 320
подвесные	1-25
козловые	3,2-32
монтажные козловые	до 500
перегрузочные порталные	5-32
монтажные порталные	до 160
самоходные	3,2-250

Скоростные параметры определяют производительность механизмов, их энергоемкость и технологические условия работы. Для мостовых и козловых кранов общего назначения практикой выработаны следующие скоростные параметры, значения которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Скоростные параметры мостовых и козловых кранов общего назначения

Наименование	Скорость, м/с		
	подъем	Передви- жение кранов	Передви- жение тележки
Краны, управляемые с пола, режимных групп 3К-5К, а также краны, управляемые из кабины, режимной группы 3К	0,1-0,15	0,6-0,8	0,35-0,5
Мостовые и козловые краны режимных групп 4К-5К, управляемые из кабины	0,1-0,2	0,8-1	0,5-0,6
Мостовые краны режимных групп 6К-7К, управляемые из кабины	0,3-0,4	1,2-1,5	До 0,7
Взрывобезопасные краны режимных групп 2К-3К	0,05-0,06	0,5-0,8	0,15-0,2
Кран-балки, электродвигатели режимных групп до 3К	0,1-0,15	До 0,8	До 0,2
Магнитные и грейферные мостовые краны режимных групп 7К-8К	0,5-0,7	До 2	0,8-1,2
Рудно-угольные перегружатели	0,6-0,8	До 1	До 3
Портальные перегрузочные крюковые и грейферные краны	1-1,2	0,5	1,5* об/мин
Грейферно-бункерные перегружатели	1,2-1,4	0,5	1,3-2
Козловые контейнерные перегружатели железнодорожные	0,15-0,18	1-1,3	0,7-0,8
Штабелеры	0,15-0,2	1,2-1,5	0,2**

* Скорость поворота

**Скорость выдвигания захвата

Указанные скорости установлены в результате многолетней практики использования грузоподъемных механизмов, причем повышение скорости сверх указанных значений практически не приводит к увеличению производительности, если при этом принципиально не меняются технологические Приемы транспортировки грузов, например литейные краны традиционных способов сталелитейного производства имеют скорость подъема 0,05 м/с, и ее повышение не сказывается на процессе заливки изложниц. Применение нового технологического процесса непрерывной разливки стали продиктовало необходимость увеличения скорости в 3 раза – до 0,15 м/с, которая для такого процесса является необходимой и оптимальной.

2. Крановые электроприводы могут получать питание от трехфазных сетей переменного тока промышленного предприятия или специальных единых общезаводских сетей постоянного тока. Основным напряжением для питания крановых механизмов является напряжение 380 В переменного тока. Наряду с этим напряжением по согласованию с изготовителями крановое электрооборудование может изготавливаться для следующих нестандартных

напряжений:

А. постоянный ток 220 и 440 В;

В. переменный трехфазный ток 220 В, 50 Гц; 380 В, 60 Гц; 440 В, 60 Гц; 415 В, 50 Гц; 500 В, 50 Гц.

На напряжение свыше 440 В постоянного тока и 500 В переменного тока крановое оборудование не изготавливается. В перспективе намечается использование для питания крупных кранов напряжение 660 В, 50 Гц. Качество электроэнергии переменного тока определено ГОСТ 13109-67. Допуск на отклонение частоты от номинального значения составляет ± 0.2 Гц. Допустимые колебания напряжения сети, предназначенной для питания электроприводов, от -5 до $+10$ %. Несимметрия фазных напряжений в трехфазной сети допускается в пределах до 2% номинального значения. Несинусоидальность формы кривой напряжения за счет высших гармоник не должно превышать 5% действующего значения напряжения основной частоты. Падение напряжения в крановом токоподводе и крановой сети не должно превышать 10% номинального напряжения припуске двигателя наибольшей мощности.

Система управления крановыми механизмами относятся к категории устройств, находящихся под непрерывным контролем оператора, т.е. в этих системах выбор момента начала операции скоростных параметров и момента окончания операции осуществляется лицом, управляющим механизмом. В свою очередь система управления должна обеспечивать необходимую последовательность переключения для реализации желаемых скоростных параметров, предотвращая при этом недопустимые параметры, предотвратить при этом недопустимые перегрузки и обеспечивать необходимую защиту.

Все многообразие различных систем управления может быть разделено на следующие группы.

По способу управления:

А. управляемые непосредственно силовыми кулачковыми контроллерами; весь процесс управления, включая выбор необходимых ускорений, осуществляется исключительно оператором;

В. управляемые кнопочными постами; возможности управления ограничены конструктивными особенностями поста и заданной программой пуска (торможения);

С. управляемые сложными комплектным устройством (магнитным контроллером с использованием преобразователя энергии или без него), оператор выбирает только необходимые скорости, а процессы разгона, торможения и необходимые промежуточные переключения осуществляются автоматически.

По условиям регулирования:

А. с регулированием скорости ниже номинальной;

В. с регулированием скорости выше номинальной и ниже номинальной;

С. с регулированием ускорения и замедления.

В соответствии с приведенной классификацией в крановом электроприводе применяются следующие системы электроприводов:

электропривод постоянного тока с управлением при помощи силового контроллера (К-Д);

электропривод постоянного тока с управлением при помощи магнитного контроллера (МК-Д);

электропривод постоянного тока с питанием и управлением при помощи тиристорного преобразователя (ТП-Д);

электропривод постоянного тока по системе генератор – двигатель (Г-Д);

электропривод переменного тока с асинхронным короткозамкнутым двигателем, управляемым силовым контроллером (МП-АДК);

электропривод переменного тока с асинхронным короткозамкнутым двигателем, управляемым магнитным контроллером (МК-АД);

электропривод переменного тока с асинхронным короткозамкнутым двигателем, управляемым силовым контроллером (К-АД);

электропривод переменного тока с асинхронным короткозамкнутым двигателем, управляемый силовым контроллером (К-АД);

электропривод переменного тока с асинхронным короткозамкнутым двигателем, управляемый силовым контроллером с динамическим торможением способом самовозбуждения (КД-АД);

электропривод переменного тока с асинхронным короткозамкнутым двигателем, управляемый силовым контроллером с тиристорным импульсно-ключевым регулированием (КИ-АД);

электропривод переменного тока: асинхронный двигатель с фазным ротором, управляемый магнитным контроллером с торможением способом противовключения (МКП-АД);

электропривод переменного тока: асинхронный двигатель с фазным ротором, управляемый магнитным контроллером с динамическим торможением способом самовозбуждения (МКД-АД);

электропривод переменного тока: асинхронный двигатель с фазным ротором, управляемый магнитным контроллером с бездуговой коммутацией (МКБ-АД);

электропривод переменного тока: асинхронный двигатель с фазным ротором, управляемый тиристорным преобразователем напряжения (ТПН-АД);

электропривод переменного тока: асинхронный двигатель с фазным ротором, управляемый магнитным контроллером с тиристорным импульсно-ключевым регулированием (МКИ-АД);

электропривод переменного тока: асинхронный двигатель с фазным ротором, управляемый преобразователем частоты (ПЧ-АД).

3. Шахтная подъемная установка состоит из подъемной машины, копра, шкивов, канатов, сосудов, приемных площадок и бункеров. Основными частями подъемной машины являются органы навивки канатов, редуктор, электродвигатель, аппаратура управления и защиты. Надежность и безопасность работы подъемных установок значительно повышаются при

автоматизированном управлении. Системы управления и режимы работы автоматизированного электропривода подъема определяются технологическими параметрами установки (назначение, высота подъема, тип и грузоподъемность подъемных сосудов, число горизонтов).

Управление подъемными установками различают: автоматическое, полуавтоматическое, дистанционное, дистанционно-автоматическое и ручное.

Автоматическое управление осуществляется при автоматической подаче пускового импульса по разрешающим сигналам от аппаратов, контролирующих процессы разгрузки и загрузки подъемных сосудов.

При полуавтоматическом управлении машинист растормаживает машину и дает пусковой импульс на замедление и торможение.

Дистанционное управление подъемной машиной производит машинист на расстоянии, например с приемной площадки в надшахтном здании.

При дистанционно-автоматическом управлении импульс на пуск машины подается с места погрузки или из клетки (лифтовая система).

Ручное управление подъемной машиной осуществляет машинист, ориентируясь на показания контрольно-измерительных приборов.

Для скиповых подъемных установок рекомендуется применять автоматическое (в основном) и полуавтоматическое управление, для клетевых – дистанционно-автоматическое.

Системы управления и автоматизации должны обеспечивать:

остановку подъемных сосудов в промежуточных точках ствола (режим отбоя), если по условиям эксплуатации их нельзя останавливать в крайних положениях на длительное время;

прохождение отдельных участков ствола сосуда с пониженной скоростью при автоматическом управлении, если это необходимо по условиям эксплуатации;

полное использование возможностей электропривода для формирования диаграммы скорости, близкой к оптимальной;

выборку слабины каната до начала движения, если подъемный сосуд устанавливается на посадочные брусья;

скорость движения сосуда не более 0,6 м/с, если подъемная установка оборудована загрузочным устройством с секторным затвором, открываемым под действием веса опускающегося скипа;

минимальный путь дотягивания подъемных сосудов в зависимости от конструкции загрузочно-разгрузочных устройств и самих сосудов;

точность остановки подъемных сосудов в конечных положениях (для скипов отклонение от нормального положения не должно превышать + 300 мм с учетом разброса точки срабатывания выключателя стопорения, для качающихся площадок— ± 100 мм);

снижение скорости перед стопорением до 0,3-0,4 м/с;

момент, способствующий дозированию с приемлемой точностью при заторможенной ПМ (при перемещении подъемного сосуда на небольшой участок пути, при незначительном обратном ходе);

производительность подъемной установки не ниже максимальной часовой при ручном управлении.

Сравнительная сложность или простота автоматизации управления подъемным двигателем определяется соответствием механических характеристик привода условиям работы подъемных установок, т. е. нагрузочным диаграммам подъемных систем.

Проще эта задача решается при применении двигателя постоянного тока, поскольку в этом случае привод обладает менее жесткими характеристиками, и сложнее — при использовании асинхронного двигателя, имеющего жесткую естественную характеристику только в устойчивой ее части. Мягкие характеристики асинхронного двигателя усложняют автоматическое управление, так как при работе на искусственных характеристиках изменение скорости зависит как от предела изменения нагрузки, так и от сопротивления резисторов в цепи ротора.

Система автоматизации должна обеспечивать бесперебойную работу всего комплекса скипового подъема (подъемной машины, оборудования для загрузки и разгрузки скипов, разгрузки вагонеток в приемный бункер), а автоматическое управление подъемной машиной — выполнение заданной тахограммы и точную остановку подъемного сосуда с заданной точностью, что возможно при автоматическом определении режима работы электропривода для данного вида, регулировании по заданной программе частоты вращения подъемной машины во время выполнения каждого цикла, безопасности работы подъемной установки и сигнализации о режиме работы подъемной установки и причинах отклонений от заданного режима.

К средствам автоматизации управления подъемными машинами относятся: путевые программные командоаппараты, датчики начала замедления, регуляторы давления, бесконтактные сельсинные командоаппараты, комплексы управления пневмоприводом тормоза подъемных машин, аппаратура управления гидравлическим приводом тормоза подъемных машин, комплексы автоматической дозировки скипов по весу и др.

Путевые программные аппараты полностью или частично выполняют:

выдачу импульсов в отдельных точках пути движения подъемного сосуда для осуществления необходимых переключений в схеме управления машиной;

подачу электрических сигналов сельсинному указателю глубины в зависимости от положения сосудов в стволе;

задание программы движения подъемной машины при автоматическом управлении;

защиту от переподъема;

контроль практической скорости в период разгона, равномерного хода и замедления;

корректировку работы элементов аппарата в соответствии с положением подъемных сосудов в стволе шахты при вытяжке каната, износе футеровки, проскальзывании или переполнении канатов;

контроль целостности кинематических цепей, передающих вращение от подъемной машины и своих собственных.

В простейшем случае функции путевых программных устройств выполняют механические указатели глубины с путевыми датчиками, командоаппаратами ограничителей скорости и автоматического управления. На подъемных установках применяют аппараты программирования и контроля с приводом от вала подъемной машины типа ППК, АЗК-1, АУЛ-1, «Горизонт».

Путевой программный аппарат АЗК-1 подключают к приводному редуктору по симметричной схеме с независимой синхронизацией одной части относительно другой, позволяющей использовать аппарат для разных типов подъемных машин. Аппарат АЗК-1 состоит из привода аппарата, корректирующего устройства, блока сельсинов-датчиков и блока этажных выключателей (шкаф *ШПА-1*); блоков программирования *БПМ-1* (при разездах на максимальной скорости) и *БПМ-2* (при разездах на пониженной скорости), каждый из которых содержит редуктор с электромагнитной муфтой и программное устройство; двух реле контроля вращения РКВ-1; электрического ограничителя скорости *ЭОС-2* (*ЭОС-3*).

Редуктор привода аппарата *АЗК-1* приводится во вращение от вала барабана подъемной машины. Посредством редуктора вращение передается блокам программирования *БПМ-1* и *БПМ-2*, блокам сельсин-датчиков указателей глубины и ограничителя скорости, блокам этажных выключателей. Редуктор может получать вращение и от двигателей корректирующих устройств.

Корректор предназначен для согласования положения всех выключателей и профилей программных дисков с положением сосудов в стволе после остановки сосуда на верхней приемной площадке. При включении электродвигателя корректирующего устройства все механизмы масштабного измерения пути аппарата приводятся во вращение. Для уменьшения выбега ротора двигателя применен электромагнитный тормоз с катушкой постоянного тока. Схемой управления корректирующими устройствами предусматривается ручное и автоматическое управление.

Регуляторы давления унифицированные РДУ-1 и РДУ-2, с вертикальным и горизонтальным расположением золотника соответственно, предназначены для дистанционного и автоматического управления пневматическими приводами тормозов шахтных подъемных машин.

В регуляторе РДУ-1 (рис. 1) камеры 3 корпуса 1 изолированы друг от друга уплотнительными кольцами 4. Во втулке 2 корпуса перемещается золотник 5, вес которого уравнивается пружиной 19. Электромагнит управления, позволяющий плавно регулировать давление воздуха в цилиндре рабочего тормоза, состоит из корпуса 7, магнитопроводов 9—11, обмотки 17 (*L2*) и подвижного сердечника 16, который соединен с заслонкой 8, регулирующей истечение струи воздуха через отверстие сопла 6. Через штуцер 18 производится отвод воздуха в атмосферу. Сердечник 16 подвешен на пружинах.

Электромагнит 12 (L1) первой ступени предохранительного торможения установлен в верхней части корпуса и закрыт крышкой 14. Когда на обмотку электромагнита не подано напряжение, якорь 15 под действием пружины через шток воздействует на заслонку 8. Для регулирования давления первой ступени предохранительного торможения служит винт 13.

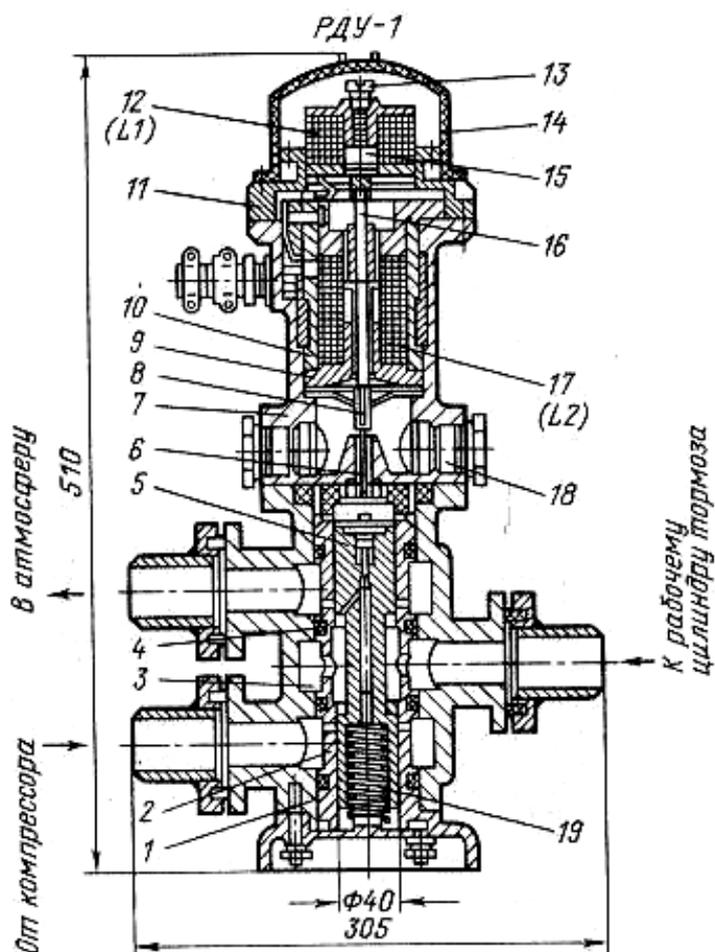


Рисунок 1 – Регулятор давления унифицированный РДУ-1

Комплекс управления пневмоприводом тормоза КУПТ предназначен для дистанционного и автоматического управления пневмоприводом тормоза в системе управления подъемными машинами и лебедками.

Комплекс КУПТ изготавливается для различных типов тормозных приводов и условий эксплуатации в трех модификациях: КУПТ-1 — для подъемных машин на поверхности шахт с трехфланцевым присоединением регулятора давления РДУ-1 к воздушной сети; КУПТ-2 — для подъемных машин на поверхности шахт с однофланцевым присоединением регулятора давления РДУ-2 к воздушной сети; КУПТ-3, состоящий из взрывобезопасного регулятора давления РДВП и взрывобезопасного блока управления регулятором БУРВ-1 — для подъемных машин и лебедок в подземных выработках шахт, опасных по газу или пыли.

Принцип действия комплекса основан на преобразовании электрического сигнала в изменение давления в цилиндре рабочего тормоза подъемной машины при перемещении рукоятки управления тормозом.

Аппаратура управления гидроприводом тормоза АУГТ предназначена для дистанционного и автоматического управления гидроприводом тормоза подъемных машин на поверхности и под землей. В состав аппаратуры входят: регулятор давления взрывобезопасный гидравлический РДУГ, в зависимости от исполнения (всего четыре) тормозной командоаппарат взрывобезопасный ТКВ, командоаппарат сельсинный бесконтактный, устройство обратной связи УОС, блок управления БУРВ и устройство предохранительного торможения УПТВ.

В бесконтактном сельсинном командоаппарате (рис. 2) в качестве датчика используется сельсин БД-501А. Однофазная обмотка сельсина питается от сети стабилизированным напряжением ПО В, а с вторичных обмоток снимается напряжение, величина которого зависит от угла поворота ротора сельсина. Командоаппарат встраивается в пульт управления подъемной машиной.

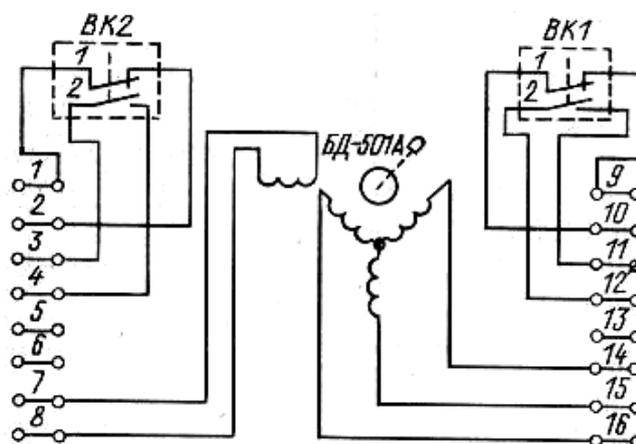


Рисунок 2 – Схема бесконтактного сельсинного командоаппарата

Заводы, как правило, поставляют электропривод подъемных установок комплектно с аппаратурой автоматизации.

Совершенствование асинхронного привода подъемных машин направлено на улучшение его регулировочных свойств. Использование динамического торможения, жидкостных реостатов и дросселей насыщения позволило получить плавное регулирование скорости асинхронного привода и улучшить условия эксплуатации механической части подъемной установки.

Основные направления дальнейшего развития системы асинхронного электропривода и схем автоматизации – улучшение энергетических показателей электропривода; повышение надежности, экономичности и обеспечения точности выполнения заданной диаграммы скорости за счет замены релейно-контактных элементов бесконтактными; применение самонастраивающихся систем автоматического регулирования, обеспечивающих оптимальный режим движения подъемных сосудов.

Перспективным приводом переменного тока для рудничного подъема является частотно-регулируемый привод на основе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. С учетом роста мощности привода подъемных машин широкое применение найдет также частотно-регулируемый

безредукторный привод с тихоходным синхронным двигателем и тиристорным преобразователем частоты. Такой преобразователь обладает неограниченными возможностями обеспечения любого соотношения между выходными напряжением и частотой в большом диапазоне регулируемой частоты, позволяет двухсторонний обмен мощностью между питающей сетью и нагрузкой, в комплекте с приводом обладает высокой перегрузочной способностью.

Для скиповых подъемных установок целесообразно применение привода постоянного тока по системе ТП-Д.

Для автоматизации грузовых подъемов используется *аппаратура АГП-2*.

Рассмотрим одну из схем автоматического управления подъемной машины. Схема (рис. 3) включает следующие узлы: статическое задающее устройство (ЗУ), систему автоматического регулирования (САР) скорости в режиме механического подтормаживания, САР скорости в режиме динамического торможения, схему управления контакторами (УК), электродвигатель *M*, тахогенератор *BR*, источник постоянного тока *UZ3*, магнитный усилитель тормоза *A1*.

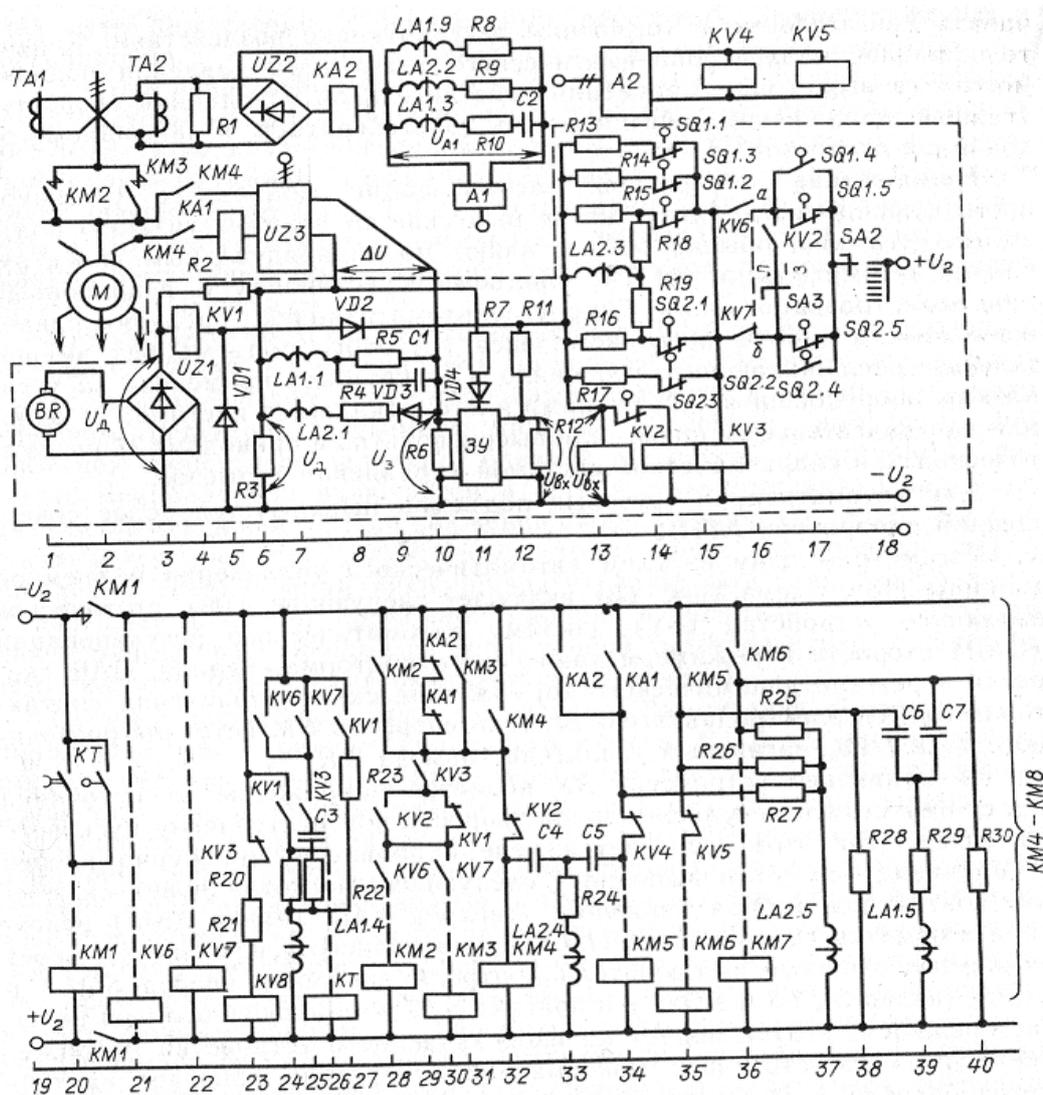


Рисунок 3 – Схема аппаратуры АГП-2

На задающее устройство $3U$ подается напряжение от источника U_2 , соответствующее максимальной скорости при поступлении пускового импульса.

При этом включается реле направления движения вперед $KV6$ (назад – $KV7$) и выполняет следующее: подготавливает включение контактора выбора движения – вперед $KM2$ (назад $KM3$) реверсора и обмотки управления $LA1.4$ магнитного усилителя $A1$; через замкнутые этажные выключатели контроля движения вперед $SQ1.1$ и $SQ1.5$ (назад $SQ2.3$ и $SQ2.4$) и контакт $SA2$ командоконтроллера включает реле $KV2$ и подает на вход задающего устройства напряжение U'_B , соответствующее максимальной скорости; включает двухобмоточное реле $KV3$ по одной из его обмоток. При этом напряжении U_3 на выходе $3U$ нарастает до максимальной величины, диод $VD3$ запирается результирующим напряжением обратной полярности, а реле $KV3$ включает контактор $KM2$ ($KM3$) и замыкает цепь питания обмотки смещения $LA1.4$ магнитного усилителя $A1$, растормаживая подъемную машину. Включается реле $KA2$ и замыкает цепь обмотки смещения $LA2.5$. Обмотки смещения $LA2.5$ и контроля ошибки по скорости $LA2.1$ магнитного усилителя $A2$, действующие в направлении уменьшения выходного напряжения усилителя, обтекаются током, так как $U_3 > U_a$, $U_{A1} \gg 0$, этажный выключатель $SQ1.1$ замкнут. На выходе усилителя $A2$ устанавливается минимальное выходное напряжение, реле $KV4$ и $KV5$ отключаются, способствуя включению контакторов ускорения $KM5$ и других.

В схеме предусмотрена возможность остановки сосудов в промежуточной точке ствола – размыкается участок $a-b$. При работе в режиме «лето» (Л), этажный выключатель $SQ1.4$ ($SQ2.4$) срабатывает раньше и цепь $a-b$ выводится из работы.

Машинист с помощью командоконтроллера $SA2$ имеет возможность вмешаться в работу автоматики и остановить подъемные сосуды в любом месте ствола, не используя предохранительный тормоз.

Рекомендуемая литература

1. Электрификация стационарных установок шахт / С.А. Волотковский, Д.К. Крюков, Ю.Т. Разумный и др.; Под ред. Г.Г. Пивняка. – М: Недра, 1990. С.88-175.

2. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. С.192-260.

3. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. С.125-139.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Современное состояние и перспективы развития средств САиТМ грузоподъемных установок

2. Определить основную конфигурацию средств автоматизации шахтной подъемной установки

Тема 9 САиТМ металлургического производства

План лекции

1. Основные типовые узлы регулирования
2. Автоматическое регулирование температуры в печи
3. Автоматическое регулирование соотношения топливо-воздух
4. Автоматизация кислородно-конвертерного процесса
5. Автоматизация непрерывной разливки стали

1. Несмотря на большое разнообразие конструкций металлургических печей и видов тепловой обработки материалов, общность главных назначений печей (получение тепла и его передача материалу) приводит к тому, что ряд узлов систем автоматического регулирования различных печей служит для выполнения одинаковых функций. Общность функций вызывает единообразие структурного, а часто и аппаратного построения узлов регулирования. Наиболее распространенными в системах автоматизации металлургических печей являются узлы:

- 1) *регулирования температуры;*
- 2) *регулирования расхода и давления газа;*
- 3) *регулирования горения топлива, т. е. соотношения топливо / воздух (кислород);*
- 4) *регулирования давления в печи;*
- 5) *автоматической блокировки и сигнализации падения давления топлива, воздуха, кислорода, воды.*

Основой построения всех этих узлов являются системы автоматической стабилизации, т. е. поддержания регулируемой величины (температуры, расхода, соотношения, давления) на заданном уровне.

В нагревательных печах периодического действия возмущения по температуре, давлению и условиям горения топлива возникают при загрузке и выгрузке заготовок. Поступление новых холодных масс металла при загрузке и воздуха при открывании заслонок при этом могут вызвать падение температуры на несколько десятков градусов с одновременным изменением давления в рабочем пространстве. Подсосы воздуха в печь и выбивание газов из нее вызывают также изменения условий горения топлива. В зависимости от вида и емкости печи периодические возмущения такого характера могут возникать с интервалом от 5...7 до 40...60 мин.

В крупных нагревательных печах для обработки единичных изделий и в термических печах отсутствуют кратковременные возмущения, связанные с загрузкой и выгрузкой заготовок, но имеют место ступенчатые или монотонные возмущения, связанные с изменением задания регулятору в соответствии с определенной программой температурного режима нагрева. В нагревательных печах монотонные возмущения температуры могут достигать 2...2,5 град/мин, а в термических 1...1,5 град/мин.

В нагревательных и термических печах непрерывного действия возмущающие воздействия возникают из-за открытия окон при загрузке и выгрузке металла, изменения производительности печи, т. е. скорости

продвижения металла через печь, и изменения сортамента обрабатываемого металла.

Случайные возмущения при работе печей вызываются колебаниями состава, теплоты сгорания и давления топлива, влажности и давления воздуха и т. п. Медленно меняющиеся и случайные возмущения связаны с износом и старением конструктивных элементов печи. Прогар кладки, например, сопровождается увеличением тепловых потерь теплопроводностью через нее и увеличением выбивания или подсосов газов в зависимости от режима давления в печи.

Статические и динамические характеристики металлургической печи как объекта регулирования существенно различаются по каналам температура–расход топлива, соотношение топливо–воздух–расход воздуха, давление в печи–разрежение в борове, а следовательно, различаются и передаточные функции объекта W_0 по соответствующим каналам. В результате различия передаточных функций объекта, вида возмущений и заданного качества регулирования необходимо использовать регуляторы с различными и соответствующими объекту передаточными функциями W_P , что обеспечивается выбором закона регулирования и настроек регуляторов.

2. *Автоматическое регулирование температурного режима* является, как правило, основной задачей системы автоматики металлургической печи. Температурный режим, уровень температуры в печи определяет теплопередачу к металлу и, следовательно, скорость его нагрева, распределение температуры в массе металла, интенсивность окалинообразования, износ кладки печи и другие важнейшие параметры, характеризующие процесс тепловой обработки материала и работу самого агрегата.

Температура в печи определяется интенсивностью подвода и сжигания топлива и в этом смысле она является регулируемым параметром. Однако температура в печи может рассматриваться и как регулирующее воздействие по отношению, например, к температуре металла или температуре кладки.

Узлы регулирования обеспечивают поддержание заданной температуры в рабочем пространстве нагревательных колодцев, методических, колпаковых, башенных и других печей; они стабилизируют температуру в камере зажигания агломерационной машины и температуру дутья, подаваемого в доменную печь и др.

Качественное регулирование температуры в рабочем пространстве печи предполагает выбор представительной точки контроля, правильную установку датчика температуры, правильный выбор типа регулятора и соответствующую настройку его, правильный выбор регулирующего органа.

Датчиками температуры чаще всего являются термопары или пирометры, пределы измерений которых соответствуют значениям контролируемых температур. Термопару или пирометр устанавливают в своде или стене печи в специальной арматуре; пирометр визируют на дно огнеупорного стакана. Термопара или огнеупорный стакан пирометра, погруженные в рабочее пространство печи, в результате теплообмена с факелом, горячими газами и

нагретыми поверхностями кладки и металла приобретают температуру, соответствующую некоторой средней температуре в рабочем пространстве или в данной зоне рабочего пространства печи.

Тип исполнительного механизма зависит от типа выбранного регулятора (электрический, пневматический, гидравлический) и вида регулирующего органа.

В пламенных печах регулирующими органами, изменяющими расход газообразного или жидкого топлива, обычно являются поворотные заслонки и регулировочные клапаны различных конструкций.

Металлургическая печь с точки зрения динамических свойств по каналу топливо–температура представляет собой весьма инерционный и нестационарный объект.

В определенном режиме работы печи передаточная функция по этому каналу может быть, как правило, представлена выражением вида

$$W(p) = \frac{ke^{-pt}}{Tp + 1},$$

таким образом, металлургическая печь аппроксимируется последовательно соединенными апериодическим звеном и звеном чистого запаздывания.

Динамические характеристики объекта регулирования зависят от способа измерения температуры. Можно выделить два основных способа контроля температуры в печи:

А) термопарой или радиационным пирометром, визированным на дно огнеупорного стакана;

В) радиационным пирометром, визированным непосредственно на факел или через факел на стенку печи или металл.

Выбор того или иного способа измерения температуры определяется теплотехническими, метрологическими и конструктивными требованиями.

Чистые запаздывания и постоянные времени в контурах регулирования температуры различных печей могут достигать нескольких минут. Большая инерционность связана с тепловой инерцией как самих печей, так и датчиков температуры, имеющих, как правило, достаточно массивные огнеупорные защитные чехлы.

Количественные характеристики переходных кривых существенно зависят от режима работы печи. Для печей непрерывного действия (методических, проходных, протяжных) статические и динамические характеристики меняются с изменением производительности, т.е. при возмущениях по нагрузке. В печах периодического действия статические и динамические свойства контура регулирования температуры сильно меняются со временем внутри цикла нагрева. В начале нагрева, когда металл и кладка печи имеют сравнительно низкую температуру, их аккумулярующая способность по теплу велика и коэффициент передачи объекта значителен. По мере прогрева металла и кладки их способность поглощать тепло уменьшается и коэффициент передачи объекта падает, так, например, для нагревательных колодцев в начале периода выдержки коэффициент передачи

по каналу температура в ячейке–расход топлива составляет 70, а в конце периода 15 град/тыс. м³ газа в час.

Нестационарность статических и динамических характеристик печей в контуре регулирования температуры требует особого внимания при выборе и настройке регуляторов. В этих контурах применяют регуляторы непрерывного действия, работающие по П, ПИ и ПИД-законам регулирования, а также релейные (двух- и трехпозиционные) и импульсные регуляторы. Хорошее качество регулирования обеспечивается обычно применением регуляторов, работающих по ПИ-закону регулирования, с настройкой степени неравномерности и времени удвоения регулятора по кривой разгона, характерной для преимущественного режима работы печи. Однако в каждом конкретном случае закон регулирования необходимо определять по индивидуальным показателям объекта. Улучшенными динамическими свойствами обладают адаптивные системы с коррекцией настроек регулятора при изменении режима работы печи.

3. *Автоматическое регулирование соотношения расходов топлива и воздуха*, подаваемых в печь, должно обеспечивать необходимые условия сжигания топлива. Эти условия различаются для печей того или иного назначения, но в целом их можно сформулировать следующим образом:

- 1) топливо должно сжигаться экономично;
- 2) сжигание топлива должно быть организовано так, чтобы в печи сохранялись наилучшие условия теплообмена факела с металлом и кладкой;
- 3) сжигание топлива должно обеспечивать поддержание в печи газовой атмосферы определенного состава.

В зависимости от типа печи перед САР ставится задача выполнения одного из перечисленных требований или определенной их совокупности.

Численно соотношение топливо–воздух определяется так называемым коэффициентом расхода воздуха α . Часто встречающееся название «коэффициент избытка воздуха» сложилось исторически и является менее точным, так как в ряде современных металлургических печей топливо сжигается в определенных зонах не при избытке, а при недостатке воздуха.

Если топливо сжигается с $\alpha=1$ и при идеальном смешении с воздухом, то развивается максимальная калориметрическая температура горения. При $\alpha<1$ часть топлива не сгорает из-за недостатка кислорода и максимальная температура не достигается. При $\alpha>1$ топливо сгорает полностью, но часть выделяющегося при этом тепла идет на нагрев излишнего воздуха и максимальная температура горения также не достигается.

Как показывают исследования, при сжигании газообразного топлива в различных реальных печах максимальная температура достигается при $\alpha=1,05\dots 1,15$, а при сжигании жидкого топлива — при $\alpha = 1,15\dots 1,25$.

Таким образом, если требуется получить наибольшую скорость нагрева металла и экономичное сжигание топлива, то в печи нужно иметь максимальную температуру и, следовательно, система автоматического регулирования должна поддерживать коэффициент расхода воздуха на соответствующем уровне. В термических печах часто возникают несколько

иные задачи, связанные с тем, что воздух следует подавать с избытком или недостатком для снижения температуры факела и изменения его длины и формы с целью предотвращения перегрева изделий и кладки и обеспечения равномерного нагрева садки.

Автоматическое регулирование соотношения расходов топлива и воздуха на большинстве печей осуществляется при помощи регуляторов соотношения. Чаще всего ведущим потоком в схеме отопления и автоматического пропорционирования является топливо, расход которого задается регулятором температуры. Регулятор соотношения получает информацию о расходах топлива и воздуха и управляет расходом воздуха, который является, таким образом, ведомым потоком. В некоторых случаях применяется обратная схема, где ведущим потоком служит воздух, а ведомым – топливо. Расходы газообразного топлива и воздуха измеряются обычно дросселирующими устройствами: диафрагмами, соплами, трубами Вентури. Расход мазута измеряют расходомерами постоянного перепада или объемными расходомерами.

Поскольку объектом регулирования соотношения является участок трубопровода между датчиком расхода воздуха и регулирующим органом, то запаздывания в системе невелики. Например, при аппроксимации переходной характеристики, снятой на нагревательном колодце, кривой первого порядка с чистым запаздыванием параметры имеют следующие значения: чистое запаздывание $\tau = 0,2 \dots 0,3$ с, постоянная времени $T = 0,6 \dots 0,7$ с. Удовлетворительное качество регулирования соотношения получают обычно при использовании И-регуляторов различных конструкций.

4. Если проанализировать *конвертерный процесс* как объект автоматического управления (рис. 1), то можно выделить следующие управляемые величины, возмущающие и управляющие воздействия (вопросы контроля и регулирования охладителя конвертерных газов и газоочистки не рассматриваются).

Основные выходные управляемые величины (величины x): концентрация углерода, фосфора и серы в металле в процессе $[C]$ (τ), $[P]$ (τ), $[S]$ (τ) и в конце продувки $C_{ст}$, $P_{ст}$, $S_{ст}$, %; температура металла в процессе $t_m(\tau)$ и в конце продувки $t_{м.к.}$, °C; масса металла в процессе $G_m(\tau)$ и в конце продувки $G_{ст}$, т.

Дополнительные выходные величины (величины x_1): окисленность металла в конце продувки $O_{ст}$, %; масса шлака $G_{ш}$, т; состав шлака, %; количество конвертерных газов $V_{к.г.}$, м³/мин; температура конвертерных газов $t_{к.г.}$, °C; состав конвертерных газов, %.

Контролируемые возмущающие воздействия (величины Z_1): содержания в чугуне кремния, марганца, серы, фосфора $Si_{ч}$, $Mn_{ч}$, $S_{ч}$, $P_{ч}$, %; изменение температуры чугуна $t_{ч}$, °C; интервал времени между плавками $\tau_{прост}$; содержание кислорода в дутье $O_{2д}$, %.

Неконтролируемые возмущающие воздействия (величины Z_2): содержание углерода в чугуне; состав сыпучих материалов; состав, размеры

и температура лома; масса и состав попадающего в конвертер миксерного шлака.

Управляющие воздействия (величины U): масса чугуна $G_{ч}$, т; масса лома $G_{л}$, т; масса руды в каждой порции сыпучих $G_{р}$, т; масса извести в каждой порции сыпучих $G_{и}$, т; время ввода в конвертер сыпучих материалов $\tau_{доб}$, мин; расход кислорода и O_2 , $m^3/мин$; расстояние между кислородной фурмой и уровнем спокойной ванны H , мм; продолжительность продувки $\tau_{прод}$, мин.

К основным выходным управляемым величинам отнесены те величины, получение конечных значений которых является целью конвертерного процесса (получение заданной массы стали заданного состава и необходимой температуры).

Основные и дополнительные выходные величины характеризуют состояние конвертерного процесса как по ходу, так и в конце плавки и их значения определяются возмущающими и управляющими воздействиями. К дополнительным выходным величинам отнесены такие величины, значение которых не является целью управления процессом. Кроме перечисленных выше, можно выделить еще ряд дополнительных величин, характеризующих ход и состояние процесса: скорость окисления углерода, скорость изменения температуры конвертерных газов, интенсивность шума конвертера, излучение пламени над горловиной конвертера (в конвертерах с дожиганием CO), вибрацию продувочной фурмы и др.

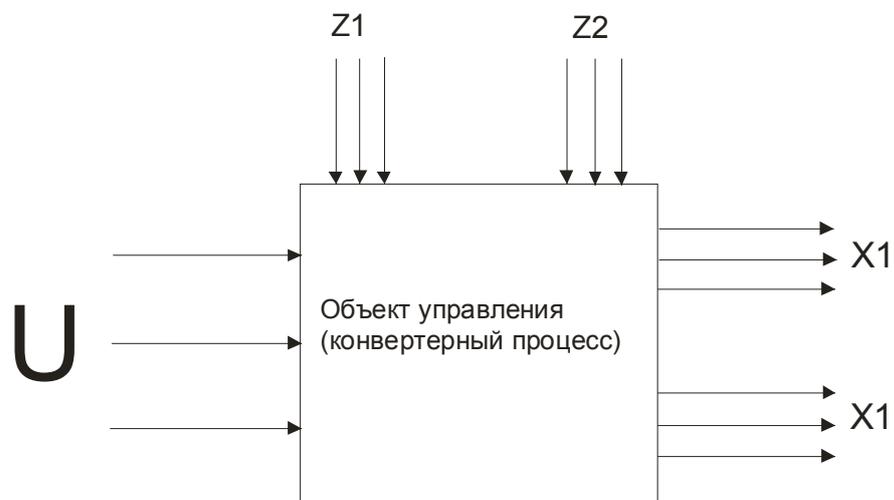


Рисунок 1 – Структурная схема конвертерного процесса как объекта автоматического управления

Возмущающие воздействия подразделены на контролируемые, (значения которых измеряются и известны в процессе плавки), и неконтролируемые, значения которых нецелесообразно или невозможно измерить. Все возмущающие воздействия, кроме содержания кислорода и давления дутья, действуют до начала процесса, поскольку относятся в основном к характеристикам шихтовых материалов.

Управляющие воздействия призваны обеспечивать реализацию целей управления (получение стали заданного состава и температуры). Первые два

управляющих воздействия (масса чугуна и лома) относятся к разовым (статическим), которые по ходу плавки изменить невозможно. Почти все остальные воздействия динамические, т. е. могут изменяться во времени по ходу плавки.

Главная задача управления конвертерной плавкой - получение заданного состава стали по углероду, что в основном сводится к определению времени прекращения продувки. Эта задача очень сложна, тем более, что обычно непосредственная информация о содержании углерода в металле отсутствует, а скорость выгорания углерода столь велика, что одна минута продувки приводит к получению другой марки стали. Выполнение задачи усложняется и тем, что скорость выгорания углерода существенно меняется по ходу продувки.

Другая задача управления заключается в получении к моменту достижения заданного содержания углерода необходимой по условиям разливки температуры стали (около 1600 °С). Обеспечивается это предварительным расчетом количества охладителей (прежде всего лома, а также руды в завалку) и частично за счет присадок руды и известняка по ходу продувки. Некоторое влияние оказывает высота расположения кислородных фурм.

Требуемые *дефосфорация* и *десульфурация* обеспечиваются за счет получения нужного количества и состава шлака, что в основном определяется количеством извести на плавку.

При реализации управляющих воздействий приходится сталкиваться с рядом ограничений, возникающих в связи с особенностями технологического процесса.

Производительность конвертера определяется в основном скоростью окисления углерода, а последняя зависит от интенсивности подачи кислорода. Повышая расход кислорода, можно почти пропорционально увеличивать скорость обезуглероживания и уменьшать длительность периода продувки. Однако при этом увеличение производительности конвертера приходит в противоречие с качеством металла. Для хорошего удаления серы и фосфора из металла требуется шлак достаточной основности и жидкоподвижности. Растворение извести в шлаке – довольно медленный процесс и для его ускорения в шлаке нужно иметь достаточное количество оксидов железа. Этого можно добиться снижая в начале плавки расход кислорода и увеличивая высоту расположения кислородной фурмы, т. е. большим расходом кислорода на окисление железа. Таким образом, в начальной стадии плавки на интенсивность подачи кислорода наложено определенное ограничение.

Выход жидкой стали зависит от ряда факторов: окисления примесей чугуна (необходимый процесс), окисления железа и перехода оксидов в шлак, выбросов металла из конвертера, уноса металла при отсутствии достаточного шлакового покрова в начале плавки, испарения железа и потерь его с отходящими газами. Последний процесс практически не поддается регулированию, так что на выход жидкой стали возможно влиять изменением

окисления железа, а также уменьшая или устраняя выбросы и унос металла из конвертера. Таким образом, минимизация потерь металла связана с условиями шлакообразования (через унос металла) и с ограничением скорости окисления металла – интенсивности продувки (через выбросы из конвертера).

На суммарное количество окислившегося за плавку железа влияет главным образом *шихтовка плавки*: если в конвертер загружено избыточное количество лома, то недостающее тепло для нагрева металла до нужной температуры выпуска может быть получено только окислением дополнительного количества железа.

В кислородном конвертере в процессе плавки автоматически контролируются следующие величины:

- положения корпуса конвертера и кислородной фурмы;
- расходы кислорода на продувку и охлаждающей воды на фурму, а также конвертерных газов;
- давление кислорода на продувку и охлаждающей воды; давление в кессоне над горловиной конвертера;
- температуры металла, конвертерных газов и охлаждающей воды после фурмы;
- составы металла и конвертерных газов.

Положение корпуса конвертера контролируется системой сельсин-датчик/сельсин-приемник. Измерение положения кислородной фурмы относительно постоянной отметки также производится с помощью сельсинов: сельсин-датчик связан с редуктором привода. Для определения уровня спокойного металла, установки по нему начального положения фурмы и нулевой точки шкалы прибора применяются различные методы. Например, к фурме приваривается металлический штырь, который в момент погружения в металл образует замкнутую цепь и обеспечивает появление импульса в системе измерения.

Момент появления импульса соответствует нахождению фурмы на границе металла или на определенном от нее расстоянии, равном длине штыря.

Уровень жидкого металла может быть определен с помощью специального зонда на вспомогательной *водоохлаждаемой фурме*. Зонд имеет два графитовых электрода, расположенных в керамическом корпусе и выступающих из него примерно на 20 мм. Керамический корпус вставлен в картонную гильзу, а концы электродов защищены металлическим колпачком, расплавляющимся в металле. Электроды замыкаются через жидкий металл. При подъеме вспомогательной фурмы изменение напряжения во время перехода электродов из металла в шлак дает импульс на электронный прибор, связанный с механизмом подъема вспомогательной фурмы и показывающий уровень жидкого металла. Измерение производится до начала продувки, точность ± 20 мм.

Получает распространение метод определения уровня ванны с помощью микроволновой локации. Приемник микроволн, расположенный над

конвертером, фиксирует отраженные от поверхности шлака микроволны, излучаемые микроволновым генератором. По времени прохождения микроволн рассчитывается на ЭВМ уровень ванны.

Подъем уровня шлака во время продувки и появление возможности выбросов можно определить по возникновению разности давлений в двух трубках диаметром 10 мм, устанавливаемых на разной высоте в футеровке конвертера, через которые вдувают воздух, азот или аргон. Разность давлений появляется тогда, когда шлак вспенивается и поднимается выше нижней трубки.

Расход кислорода на продувку определяется по перепаду давления на диафрагме с помощью дифманометра. Поскольку к точности измерения расхода кислорода предъявляются повышенные требования, обязательно вводится коррекция по температуре и давлению.

Расход конвертерных газов определяется после газоочистки с помощью сужающих устройств (труб Вентури) и дифманометров. Известен метод определения расхода отходящих газов с помощью газа-«метки». К кислородному дутью добавляется известное количество (не более 5%) другого газа (например, аргона), не реагирующего с металлом и не присутствующего в шихте и продуктах плавки. Концентрация этого газа определяется в конвертерных газах с помощью масс-спектрометра и пересчитывается на расход отходящих газов. Добавка газа-«метки» может производиться в течение всей плавки или только в отдельные моменты, например, в конце плавки.

Локальные системы управления и регулирования автоматически функционируют на основании заданий, устанавливаемых оператором. В АСУ ТП задания локальным системам рассчитываются ЭВМ и устанавливаются автоматически или оператором на основе рекомендации ЭВМ. Может применяться и прямое цифровое управление. В современных условиях локальные системы могут выполняться на базе микроконтроллеров. В этом случае микропроцессорный контролер осуществляет также связь с ЭВМ более высокого уровня, передавая соответствующую информацию о регулируемой величине и работе локальной системы управления.

Наиболее важной локальной системой является система регулирования расхода кислорода (рис. 2). Главное требование к этой системе – обеспечение высокой точности поддержания расхода кислорода, что достигается измерением расхода сужающим устройством 1 с коррекцией по температуре 2 и давлению кислорода 8. Прибор 4 обеспечивает измерение расхода с поправками на отличие давления и температуры от расчетных. Прибор 5 осуществляет индикацию и регистрацию расхода кислорода. Регулятор 6 обеспечивает поддержание заданного ручным задатчиком 7 расхода кислорода.

В схеме может использоваться сумматор (интегратор) расхода кислорода 8, который после подачи в ванну заданного задатчиком 9 количества кислорода дает сигнал (буква S в характеристике функции прибора) на прекращение продувки и извлечение фурмы из конвертера.

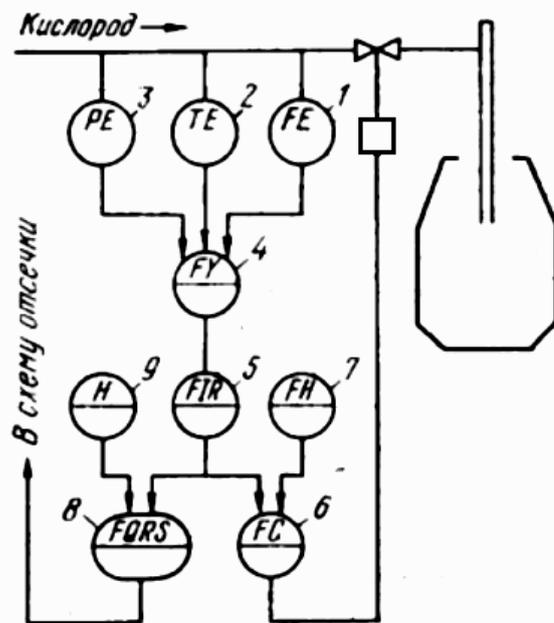


Рисунок 2 – Схема регулирования расхода кислорода на продувку

Другие локальные системы управления показаны на рис. 3. Система 2 предназначена для регулирования положения фурмы относительно постоянной отметки. Определение положения фурмы производится с помощью сельсинов. Система работает как стабилизатор заданного положения фурмы или как программное устройство. Программа задается оператором (или УВМ) и является ступенчатой функцией времени или количества израсходованного с начала продувки кислорода, определяемого интегратором 8 (рис. 2). Для определения уровня спокойной ванны и корректировки начала шкалы прибора, работающего с сельсинами, используются методы, рассмотренные ранее. Дальнейшее функционирование системы в процессе продувки осуществляется относительно скорректированного уровня.

В конвертерах без дожигания конвертерных газов необходимо поддерживать в кессоне над конвертером небольшое (несколько паскалей) избыточное давление, чтобы предотвратить подсос окружающего воздуха в дымоотводящий тракт и выбивание токсичных конвертерных газов, содержащих СО. Для этой цели служит система 3, в которой регулирование давления в кессоне осуществляется воздействием на поворотную заслонку в трубе-распылителе газоочистки.

Устройство 4 (см. рис. 3) обеспечивает безопасную работу конвертера и защиту фурмы от прогара. Оно дает команду на прекращение продувки и извлечение фурмы из конвертера при падении давления кислорода, падении давления или расхода охлаждающей воды (на подводе воды к фурме) ниже допустимых пределов, а также при увеличении температуры воды на сливе после фурмы выше определенного уровня. Уменьшение давления и расхода охлаждающей воды сигнализирует об ухудшении охлаждения и опасности прогара фурмы и она извлекается из конвертера для предотвращения прогара. Повышение температуры воды на сливе (при постоянных давлении

и расходе воды на входе) свидетельствует о перегреве фурмы, наступившем в результате прогара фурмы и потери части охлаждающей воды. В этом случае фурма извлекается из конвертера для предотвращения попадания воды в расплавленный металл и шлак. Кроме того, продувка прекращается и фурма извлекается из конвертера при аварийных ситуациях в некоторых других устройствах конвертера (газоочистка, охладитель конвертерных газов).

К локальным системам управления можно отнести и *систему автоматического дозирования сыпучих материалов (САДСМ)*. САДСМ представляет собой разомкнутую систему управления и построена с использованием элементов логики и вычислительной техники.

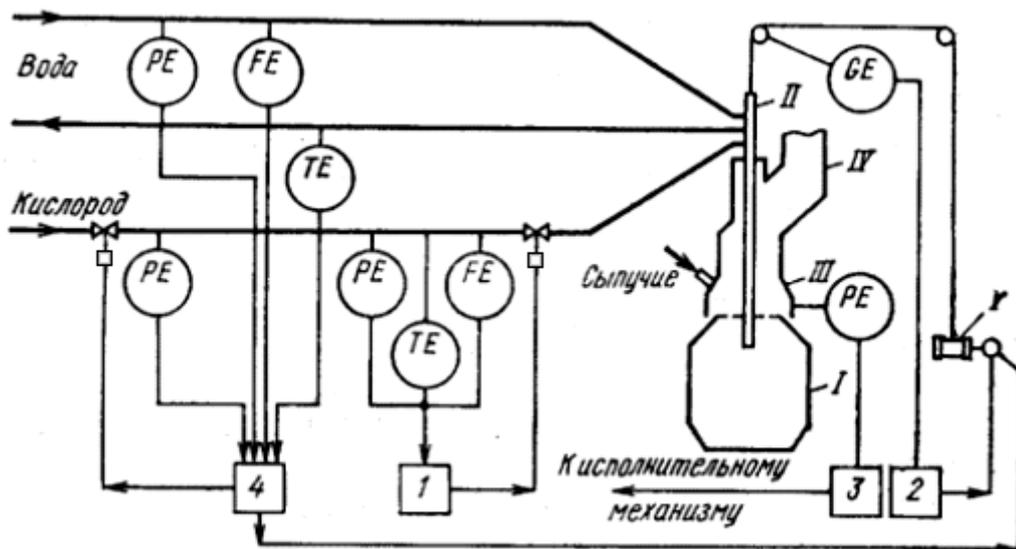


Рисунок 3 – Локальные системы управления в конвертере:

I - конвертер; II - продувочная фурма; III - кессон; IV - газоотвод;

V - лебедка перемещения фурмы; 1 - система регулирования расхода кислорода; 2 - система регулирования положения фурмы; 3 - система регулирования давления в кессоне; 4 - устройство безопасности

САДСМ предназначена для автоматического взвешивания и дозирования различных сыпучих материалов (руда, известь, шпат, боксит), загружаемых в конвертер по программе. САДСМ обеспечивают любой порядок разгрузки материалов и любую очередность загрузки весовых бункеров.

Предусмотрены три режима работы САДСМ:

- 1) ручное дозирование (дистанционное управление оператором с пульта);
- 2) автоматическое дозирование с ручным вводом программы (по времени или по количеству поданного кислорода);
- 3) автоматическое дозирование с вводом заданий от управляющей ЭВМ.

Программное задающее устройство САДСМ имеет несколько ручных задатчиков и переключателей, позволяющих задать номер подачи, номер расходного бункера, количество взвешиваемого материала и время ввода порции металла в конвертер. В целом программное устройство обеспечивает возможность набора десяти различных подач из восьми компонентов как по одному, так и по два компонента в каждой подаче. Для обеспечения

визуального контроля работы САДСМ предусмотрена мнемосхема, располагаемая в пульте управления.

5. В работе МНЛЗ можно выделить три режима: гидравлический, связанный непосредственно с разливкой жидкого металла и наполнением кристаллизатора; тепловой, определяющий кристаллизацию и охлаждение непрерывного слитка; энергосиловой, характеризующий работу всех механизмов и приводов МНЛЗ.

Гидравлический режим. Металл к МНЛЗ от сталеплавильного агрегата подается в сталеразливочных ковшах. Поступление металла из этих ковшей в промежуточный ковш происходит через разливочный стакан, перекрываемый для регулирования расхода металла стопорным или скользящим затвором (поворотного или шиберного типа).

Промежуточный ковш должен обеспечивать подачу стабильной струи жидкого металла и возможность регулирования поступления металла в кристаллизатор. Кроме того, промежуточный ковш позволяет вести разливку одновременно в несколько кристаллизаторов (ручьев).

Первая задача управления гидравлическим режимом заключается в поддержании постоянного уровня металла в промежуточном ковше, обеспечивающем стабильное состояние струи металла и, следовательно, одинаковое, качество разливки. Решается эта задача путем изменения подачи металла из сталеразливочного ковша при регулировании расхода металла стопорным или скользящим затвором.

Подача металла из промежуточного ковша в *кристаллизатор* производится в основном двумя способами: открытой струей через данные стаканы с регулированием расхода металла стопорным или скользящим затвором и закрытой струей через данные погружные стаканы (опущенные в кристаллизатор ниже уровня металла). Регулирование расхода металла в этом случае может производиться как при первом способе или за счет изменения уровня металла в промежуточном ковше (стопорный или скользящий шиберный затворы служат только запорными устройствами). Второй способ обеспечивает отсутствие брызг и охлаждения металла и поэтому лучшее качества слитка. Разрабатываются и другие способы регулирования истечения металла. Например, при электромагнитном способе вокруг разливочного стакана размещаются индукционные катушки, взаимодействие магнитных полей которых с металлом вызывает сужение струи металла и его торможение, что изменяет в итоге расход жидкого металла.

Вторая, наиболее важная задача управления гидравлическим режимом состоит в поддержании постоянного уровня металла в кристаллизаторе. Этот уровень в процессе разливки должен находиться в довольно узких заданных пределах, что обусловлено следующими причинами: превышение уровня может привести к переливу металла через верх кристаллизатора; понижение уровня ниже допустимого предела приводит к получению тонкой корочки слитка, ее разрыву и прорыву жидкого металла под кристаллизатором. Значительные колебания уровня металла нарушают также стабильность охлаждения слитка в кристаллизаторе, изменяют условия кристаллизации и

сказываются на качестве слитка. Решается эта задача путем изменения подачи металла в кристаллизатор стопорным или скользящим затворами промежуточного ковша. Другой вариант заключается в изменении скорости вытягивания слитка при примерно постоянной подаче металла из промежуточного ковша. Может применяться и комбинированное управление с использованием обоих управляющих воздействий.

Рассмотренные особенности и задачи управления гидравлическим режимам относятся к установившемуся режиму работы МНЛЗ. Вместе с тем определенное время занимают режимы работы МНЛЗ, связанные с ее пуском и остановкой.

В пусковой период главным является гидравлический режим заполнения металлом промежуточного ковша, а затем кристаллизатора. Заполнение промежуточного ковша производится при полном открытии затвора сталеразливочного ковша до номинального уровня с последующей выдачей сигнала на открытие затворов промежуточного ковша и включением регулятора уровня металла в промежуточном ковше.

Тепловой режим. В этом режиме кристаллизатор должен обеспечивать максимальный теплоотвод от затвердевающего металла для быстрого формирования достаточно прочной оболочки слитка, чтобы она не разрушалась под действием ферростатического давления жидкого металла при выходе слитка из кристаллизатора. Основные требования к тепловому режиму кристаллизатора и слитка сводятся к следующему:

- расход охлаждающей воды в кристаллизаторе должен исключать ее перегрев, вызывающий отложение солей и ухудшение теплоотвода от слитка;
- при выходе слитка из кристаллизатора толщина твердой оболочки должна быть достаточной для исключения прорыва металла из середины слитка;
- распределение интенсивности теплоотвода на длине и периметру слитка должно обеспечивать отсутствие больших градиентов температур и недопустимых термических напряжений, вызывающих образование трещин в оболочке слитка.

На теплообмен между слитком и кристаллизатором и, следовательно, на формирование твердой оболочки слитка влияют очень многие факторы: марка стали, температура металла, скорость разливки, конструктивные параметры кристаллизатора и др. Наибольшее значение имеют конструктивные особенности кристаллизатора: размеры граней, конусность и толщина стенок, режим охлаждения. Из всех перечисленных параметров для данного кристаллизатора переменным является режим охлаждения (расход и температура охлаждающей воды) и именно он является управляющим воздействием на режим кристаллизации слитка.

Изменение теплового потока в определенной степени соответствует изменению температуры поверхности слитка, которая быстро падает до 800-900°C в начальный момент, затем немного возрастает при отходе оболочки от стенок кристаллизатора и далее остается примерно постоянной.

Основной целью управления первой стадией кристаллизации слитка

является получение достаточно толстой и прочной оболочки слитка на выходе из кристаллизатора.

Управление первой стадией кристаллизации сводится к управлению тепловым режимом кристаллизатора, заключающемся в стабилизации перепада температур воды на выходе и входе в каналы кристаллизатора (при постоянной скорости вытягивания слитка) путем изменения расхода воды. Величина перепада температур выбирается максимальной по предельно допустимой температуре нагрева воды по условиям отложения солей.

Вторая стадия кристаллизации в зоне вторичного охлаждения определяет внутреннюю структуру и, в конечном итоге, качество непрерывно литого слитка. Поэтому автоматизации этого процесса должно уделяться большое внимание. Управление второй стадией кристаллизации осуществляется путем изменения интенсивности охлаждения поверхности слитка. При чрезмерно интенсивном охлаждении температура оболочки слитка падает до 200...300 °С, и при этом деформации переходят из пластической в упругую область, что может вызвать появление трещин. С другой стороны, недостаточная интенсивность охлаждения и, следовательно, низкая скорость роста оболочки может вызвать раздутие слитка из-за внутреннего ферростатического давления.

В современных МНЛЗ применяется *форсуночно-роликовая система* вторичного охлаждения, при которой по всей длине зоны вторичного охлаждения устанавливаются опорные ролики, предотвращающие раздутие слитка. Такая конструкция позволяет снизить интенсивность охлаждения и поддерживать температуру поверхности слитка в пределах 600...700 °С, т. е. в области пластических деформаций. Вода в такой системе охлаждения подается между роликами с помощью форсунок, обеспечивающих хорошее распыление жидкости.

Таким образом, задачей управления вторичным охлаждением слитка является создание условий, предотвращающих чрезмерное охлаждение оболочки слитка и вместе с тем обеспечивающих равномерное затвердевание слитка с окончанием затвердевания по всей его толщине к концу зоны вторичного охлаждения. Единственным управляющим воздействием при постоянной скорости вытягивания слитка служит расход охлаждающей воды и его распределение по секциям зоны вторичного охлаждения. Поскольку количество тепла, которое нужно отобрать у слитка, пропорционально скорости разливки, то и расход воды должен быть практически пропорционален этой скорости, т. е. целесообразно применение системы регулирования соотношения: скорость разливки – расход охлаждающей воды.

Энергосиловые режимы. Качество оболочки слитка после кристаллизатора, отсутствие трещин и разрывов определяются не только тепловым режимом процесса кристаллизации, но и усилением вытягивания слитка из кристаллизатора. В процессе вытягивания слитка между его поверхностью и стенками кристаллизатора возникают значительные силы трения, которые могут привести к «зависанию» верхней части слитка и его

разрыву. Для предотвращения этого явления на современных МНЛЗ применяют движущиеся (качающиеся) кристаллизаторы. В течение примерно 3/4 времени цикла кристаллизатор перемещается вниз на 15...25 мм со скоростью, равной или несколько превышающей скорость вытягивания слитка, и после этого возвращается в верхнее положение со скоростью в 2-3 раза большей. Возникает задача управления энергосиловыми режимами МНЛЗ, в частности стабилизации усилия вытягивания слитка, с помощью изменения подачи смазки в кристаллизатор (смазкой служат различные масла или парафин).

МНЛЗ представляет собой многоагрегатный комплекс с большим количеством электрических, пневматических и гидравлических приводных устройств. Основные механизмы (качание кристаллизатора, тянущие и правильные клетки, платформа газорезки, перемещение резака и др.) имеют электрические приводы, что связано главным образом с необходимостью изменения скорости в широких пределах. Существует задача управления, связанная с пуском этих приводов в начале разливки в определенной последовательности, изменения их скорости и синхронизация в процессе работы. Например, после получения мерной длины слитка включается механизм передвижения платформы газорезки в направлении перемещения слитка, и скорость синхронизируется со скоростью вытягивания слитка; одновременно включается механизм передвижения резака в поперечном направлении. После завершения резки, резак и платформа отводятся в первоначальное положение.

К управлению энергосиловым режимом следует отнести системы изменения ширины сляба в процессе разливки. Регулирование осуществляется изменением положения боковых стенок кристаллизатора со скоростью до 100 мм/мин с помощью нескольких гидроцилиндров, управление работой которых осуществляется микропроцессором.

Очень важной задачей оптимального управления конечной фазой разливки, косвенно связанной с энергосиловым режимом (последовательность выключения отдельных механизмов), является максимизация выхода мерных заготовок из имеющейся массы жидкого металла. Наиболее простой способ разливки заключается в подаче металла из промежуточного ковша во все ручьи (кристаллизаторы) МНЛЗ вплоть до полного его расходования. В этом случае немерные остатки могут достигать большой величины, а их количество равно числу ручьев. Оптимальное управление заключается в выборе количества ручьев в зависимости от остатка металла в промежуточном ковше и расхода металла на получение заготовки мерной длины. При этом может получиться, что окончание разливки производится (в четырехручьевых МНЛЗ) в четыре, три, два и даже один кристаллизатор. При такой системе управления немерный остаток может быть только в одном ручье, что обеспечивает максимальный выход мерных заготовок.

Рекомендуемая литература

1. АСУ ТП в черной металлургии: Учебник для ВУЗов / Г.М. Глинков,

В.А. Маковский. – М.: Металлургия, 1999. – 310 с.

2. Автоматизация управления металлургическими процессами: Учебник для ВУЗов / В.Ю. Каганов, О.М. Блинов, А.М. Беленький, В.Ф. Бердышев. – М.: Металлургия, 1989. – 360 с.

3. Автоматическое управление электротермическими установками: Учеб. пособ. для ВУЗов / А.М. Кручинин, К.М. Махмудов, Ю.М. Миронов и др.; Под ред А.Д. Свенчанского. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 416 с.

Контрольные задания для СРС [1-2]

1. Современное состояние и перспективы развития средств САиТМ металлургического производства

2. Проанализировать существующие средства автоматизации металлургического производства

Тема 10 САиТМ производства строительных материалов

План лекции

1. Общие сведения

2. Автоматизация процесса мокрого помола сырья

3. Автоматизация процесса помола сырья в трубной шаровой мельнице с гидроциклонами

4. Автоматизация процесса сухого помола сырья

1. Цементная промышленность занимает ведущее место в промышленности строительных материалов. По уровню и объему внедрения средств автоматизации она также является передовой.

Современный цементный завод представляет собой высокомеханизированное и автоматизированное предприятие, на котором основные технологические процессы – *обжиг* и *помол* – ведутся в автоматическом режиме с использованием промышленных контроллеров и SCADA-систем. На заводах также действуют АСУ ТП различного назначения и степени сложности.

Основная задача управления *процессом измельчения* состоит в поддержании (стабилизации) заданного уровня качества (тонкости или удельной поверхности) получаемого продукта при максимально возможной производительности. Для эффективного использования агрегатов, в которых измельчают сырье, также необходимо поддержание на минимальном уровне влажности исходного материала, при которой обеспечивается его эффективное измельчение, легкость транспортирования при сухом и мокром способах производства.

Процесс измельчения протекает в условиях непрерывного изменения характеристик размалываемого материала и помольного агрегата. Следовательно, поддержание только постоянного количества подаваемых в помольный агрегат компонентов не приводит к стабилизации качества продукта помола в связи изменением физических свойств материала, износа футеровки и мелющих тел в мельнице, а также колебаний расхода и температуры аспирационного и транспортирующего воздуха.

Для эффективного управления процессом измельчения необходимо осуществлять компенсацию действующих возмущений. Однако, поскольку точный учет большей части возмущений затруднителен или вообще невозможен, то необходимо использовать для управления косвенные характеристики. Это положение нашло отражение при создании локальных систем управления процессом измельчения.

Косвенной характеристикой процесса измельчения в мельнице может служить уровень ее заполнения материалом, так как при неизменной производительности агрегата он зависит от размалываемости материала.

Цементное сырье независимо от его вида приготавливают в *трубных шаровых мельницах*. Если завод использует мягкое пластичное сырье – мел и глину, то мельницы служат только для окончательного его измельчения. При работе на твердых породах весь процесс измельчения после его дробления ведется непосредственно в трубных мельницах.

2. САУ процессом помола в многокамерных шаровых мельницах открытого цикла должны обеспечивать стабилизацию технологических параметров тонкости помола, влажности и максимальной производительности (рис. 1).

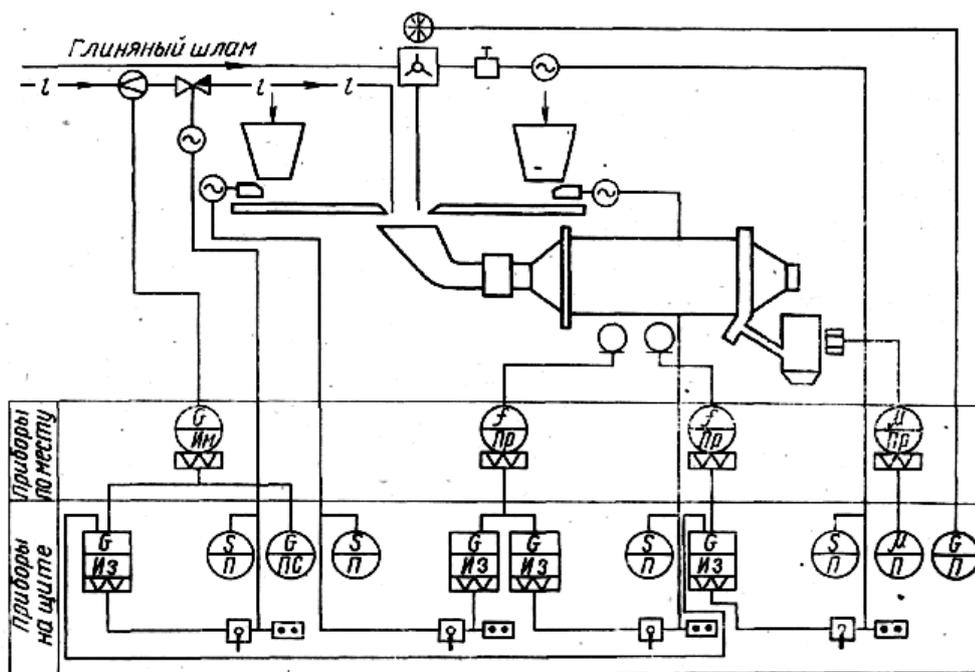


Рисунок 1 – Функциональная схема автоматического регулирования мокрого помола сырья в трубной шаровой мельнице

В автоматическом регулировании загрузки мельниц сырьем заложен принцип поддержания электронным регулирующим прибором *соотношения между частотой шума в первой камере и расходом подаваемого материала*. При этом соотношение принимают таким, при котором колебания тонкости помола шлама получаются наименьшими. У первой камеры установлен микрофон, который воспринимает частоту шума, издаваемого камерой, и преобразует ее в ЭДС. Для контроля и регулирования процессов мокрого

помола используют микрофоны с экранировочными щитками, что повышает направленность их действия. Возбужденная в микрофоне ЭДС передается в усилительно-преобразующий блок, который усиливает и преобразует шумовую электродвижущую силу в напряжение постоянного тока. Значение напряжения пропорционально этой частоте. Полученное таким образом напряжение подается на электронный *автоматический потенциометр*, измеряющий и регистрирующий напряжение и, следовательно, заполнение мельницы материалом. Сигнал с автоматического потенциометра поступает на вход электронного регулирующего прибора, управляющего исполнительным механизмом, который переставляет нож *тарельчатого питателя*. На ноже питателя установлен индукционный преобразователь расхода сырья. Исполнительный механизм включается лишь тогда, когда регулируемый параметр выходит за пределы зоны нечувствительности регулирующего прибора. Поскольку при изменении размалываемости материала изменяется частота шума камеры, регулятор всякий раз уменьшает или увеличивает количество материала, поступающего в мельницу. САР загрузки сырья устраняет перегрузку второй и третьей (а в четырехкамерной мельнице – и четвертой) камер при подаче мелкого сырья и недогрузку этих камер при подаче крупного сырья. В результате становится возможным иметь меньший разброс значений тонкости помола шлама.

В основу *автоматического регулирования влажности шлама*, выходящего из мельницы, положен принцип поддержания определенного соотношения между частотой шума в зоне шламо-образования и расходом воды, подаваемой в мельницу. Это соотношение принимают, исходя из необходимости обеспечить минимальные колебания влажности шлама, и поддерживают автоматически электронным регулирующим прибором. На вход прибора подаются сигнал, пропорциональный уровню загрузки мельницы и плотности шлама в зоне шламообразования (под зоной шламообразования подразумевают ту часть длины мельницы, где вся вода усвоена материалом и перемещение водяного потока относительно материала практически отсутствует), сигнал, пропорциональный расходу воды, и сигнал от системы автоматической коррекции, пропорциональный вязкости шлама. Указанная система коррекции автоматически изменяет расход воды при отклонении вязкости шлама от заданного значения.

В схеме автоматического регулирования влажности шлама, выходящего из мельницы, использован промежуточный каскад регулирования расхода воды по частоте шума второй камеры. Микрофон, установленный вблизи обечайки мельницы у зоны шламообразования против середины второй камеры, воспринимает частоту шума в этой камере. В усилительно-преобразующем блоке ЭДС микрофона усиливается и преобразуется в напряжение постоянного тока, которое подается на вход электронного автоматического потенциометра. Потенциометр измеряет и регистрирует напряжение и косвенно загрузку второй камеры шламом, а также его вязкость. С реостатного преобразователя автоматического потенциометра сигнал поступает на вход электронного регулирующего прибора,

управляющего исполнительным механизмом, который установлен на кране трубопровода.

Измерителем расхода воды служит дифманометр. От него сигнал поступает на электронный регулирующий прибор, который и обеспечивает стабилизацию расхода воды в заданном объеме. Исполнительный механизм включается только тогда, когда значения регулируемых параметров – расхода воды или шума – в зоне шламообразования выходят за пределы нечувствительности регулирующего прибора.

При изменении частоты шума в зоне *шламообразования* регулятор автоматически изменяет расход подаваемой в мельницу воды. При стабильном давлении в трубопроводе и достаточно линейной характеристике крана обратную связь через расходомер заменяют жесткой обратной связью от исполнительного механизма, перемещающего кран. Если расход воды изменяется в результате изменения давления в водопроводной магистрали, то регулятор восстанавливает заданный расход воды.

При работе рассмотренного каскада регулирования в качестве самостоятельного регулятора влажности необходимо периодически изменять его задание, поскольку происходит постоянный «уход» вязкости шлама от заданного значения. Для этого в схеме предусмотрен каскад регулирования, состоящий из вискозиметра и регулирующего прибора прерывистого действия. Такой регулятор при большом запаздывании и плавном изменении регулируемой величины (что наблюдается при использовании промежуточного каскада) позволяет улучшить динамическую характеристику регулирования.

3. *Автоматизация процесса помола сырья в трубной шаровой мельнице с гидроциклонами.* Пластичные материалы после диспергирования в болтушках содержат 70...80% мелких фракций, не требующих дополнительного измельчения в мельницах. Отделение готового продукта от общей массы шлама позволяет сократить общую потребность в помольных агрегатах и интенсифицировать процесс помола, а также снизить расход электроэнергии на приготовление шлама почти в два раза. Для этого на ряде цементных заводов применяют сырьевые мельницы, работающие в комплекте с *гидроциклонами (гидроклассификаторами)*.

Для регулирования загрузки мельниц используют *электроакустический метод*. По загрузке регулируют подачу шлама в гидроциклоны и добавок в мельницу. Контролируя разрежение в гидроциклонах, можно контролировать также режим их работы, так как при увеличении или уменьшении разрежения по сравнению с заданным значением нарушается отделение крупных кусков от мелких. Для контроля разрежения в гидроциклонах используют манометры, которые являются бесшкальными преобразователями с электрическим унифицированным выходным сигналом постоянного тока. Вторичным прибором служит показывающий прибор, предназначенный для визуального контроля значения одного параметра. В качестве регулирующих используют приборы, которые могут работать с приборами, имеющими выходной сигнал унифицированных параметров.

4. Автоматизация процесса сухого помола сырья в трубной шаровой мельнице. Для производства цемента сухим способом нужно подготовить сырьевую массу необходимой тонкости и минимальной влажности. Это достигается в мельницах, работающих по замкнутому циклу с промежуточным отбором готовой фракции. В качестве устройства для промежуточного отбора в установке применяют сепаратор, который разделяет поступающую в него сырьевую смесь. Готовый материал, имеющий нужную тонкость, направляется в емкость для хранения, а крупная фракция возвращается в мельницу на домол через течку. Таким образом осуществляется замкнутый цикл помола. В отечественной промышленности применяют трубные шаровые мельницы размером 3,2x4,5 м с центробежными сепараторами. Раздробленное сырье дозаторы (рис. 2) подают в сушильную камеру, где оно разбрасывается лопастями и подсушивается потоком горячих газов, а затем измельчается мелющими шарами.

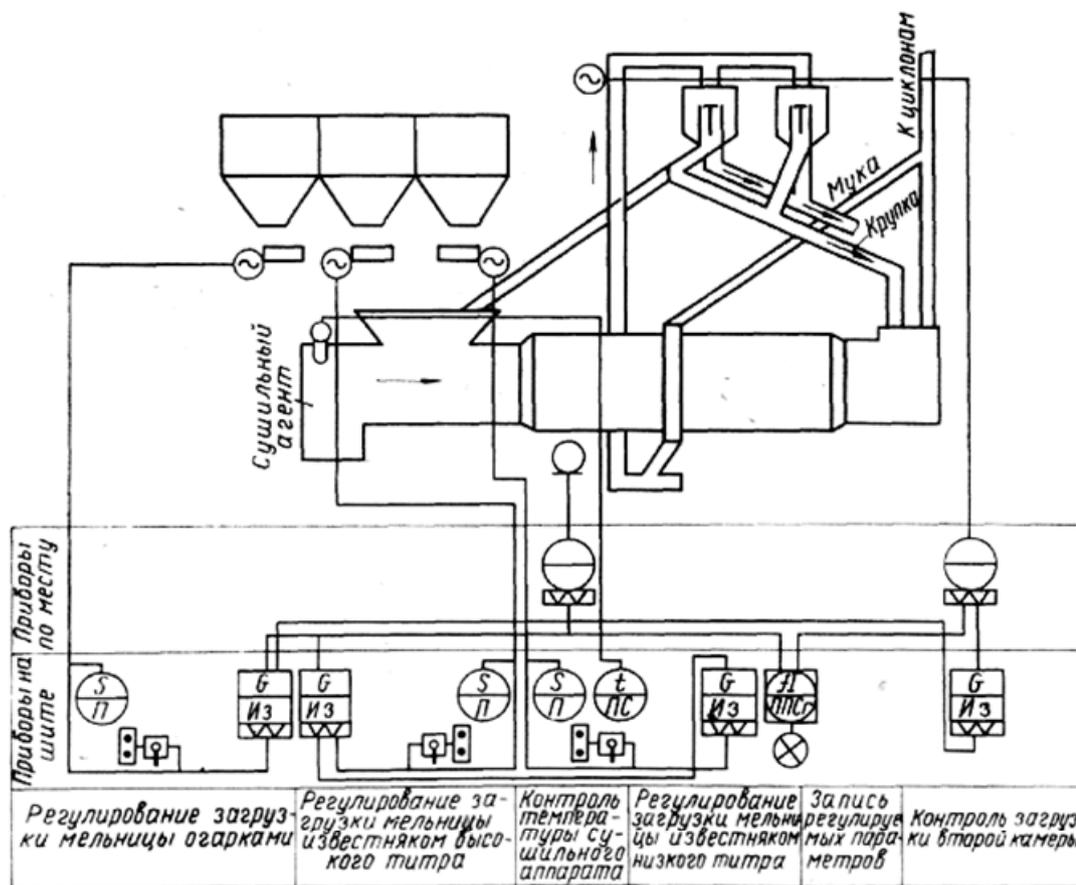


Рисунок 2 – Функциональная схема автоматического регулирования сухого помола сырья в трубной шаровой мельнице

Пройдя первую камеру, материал через разгрузочное устройство попадает в *ковшовый элеватор*, который подает его в два центробежных сепаратора для разделения на фракции. Мелкие частицы – готовый продукт – по аэрожелобу поступают в пневмонасосы, которые их транспортируют в силосы, а крупная фракция подается во вторую размольную камеру мельницы, заполненную мелющими телами – **цельебсом**. После вторичного

измельчения сырья вновь поступает в разгрузочное устройство и вместе с материалом, выходящим из первой камеры, поступает в сепараторы. Горячие газы, необходимые для сушки сырья, подаются по газоходам из топки, установленной для этой цели в сырьевом отделении. После просасывания через мельницу газы очищаются в циклонах и электрофильтрах. Вся система подсушки и помола работает под разрежением.

Рекомендуемая литература

1. Боронихин А.С., Гризак Ю.С. Основы автоматизации производства, вычислительная техника и КИП на предприятиях промышленности строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1981. С.201-308.

2. Промышленные приборы и средства автоматизации / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др./ Под ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 826 с.

Контрольные задания для СРС [1-2]

1. Современное состояние и перспективы развития средств САиТМ производства строительных материалов

2. Проанализировать существующие средства автоматизации производства строительных материалов

4 Методические указания для выполнения практических занятий

Практическая работа № 1

Типовые структуры и средства АСУ ТП

Цель работы: изучение принципов построения и типовых структур современных автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Обобщенная блок-схема АСУ ТП. Комплекс типовых функций

В соответствии с ГОСТ 20.003–84 *автоматизированные системы управления технологическими процессами предназначены для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления и представляют собой человеко-машинные системы, обеспечивающие автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием.*

Технологический объект управления (ТОУ) — это совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим инструкциям или регламентам технологического процесса производства. В зависимости от уровня АСУ ТП в качестве ТОУ можно рассматривать: технологические агрегаты и установки, группы станков, отдельные производства (цехи, участки), реализующие самостоятельный технологический процесс; производственный процесс всего промышленного предприятия, если управление им заключается в рациональном выборе и согласовании режимов работы агрегатов, участков и производств.

Совместно функционирующие ТОУ и управляющая им АСУ ТП образуют *автоматизированный технологический комплекс (АТК).*

АСУ ТП являются частным видом систем управления, которые представляют, в свою очередь, особый класс систем, характеризующихся наличием самостоятельных функций и целей управления и необходимой для реализации этого специальной системной организацией. Степень достижения поставленных целей принято характеризовать с помощью *критерия управления*. Критерием может быть технико-экономический показатель, например себестоимость выходного продукта при заданном качестве, производительность ТОУ при заданном качестве выходного продукта, технологические показатели — параметры процесса, характеристики выходного продукта и т. п.

Отметим, что определение АСУ ТП как системы отличается от классического определения системы управления из теории автоматического управления, согласно которому система автоматического управления — это совокупность объекта управления и регулятора. В этом смысле понятие АТК подпадает под классическое определение системы управления, где в роли объекта выступает ТОУ, а в роли регулятора — АСУ ТП. Обобщенная блок-схема АСУ ТП изображена на рис.1.1.

Сформулированное выше определение подчеркивает, во-первых, наличие в составе АСУ ТП современных автоматических средств сбора и переработки информации (в первую очередь средств вычислительной техники); во-вторых, роль человека в системе как субъекта труда, принимающего содержательное участие в выработке решений по управлению; в-третьих, что АСУ ТП – это система, осуществляющая переработку технологической и другой информации.

Еще один важный признак АСУ ТП – это осуществление управления в темпе протекания технологического процесса, т. е. *в реальном масштабе времени*.

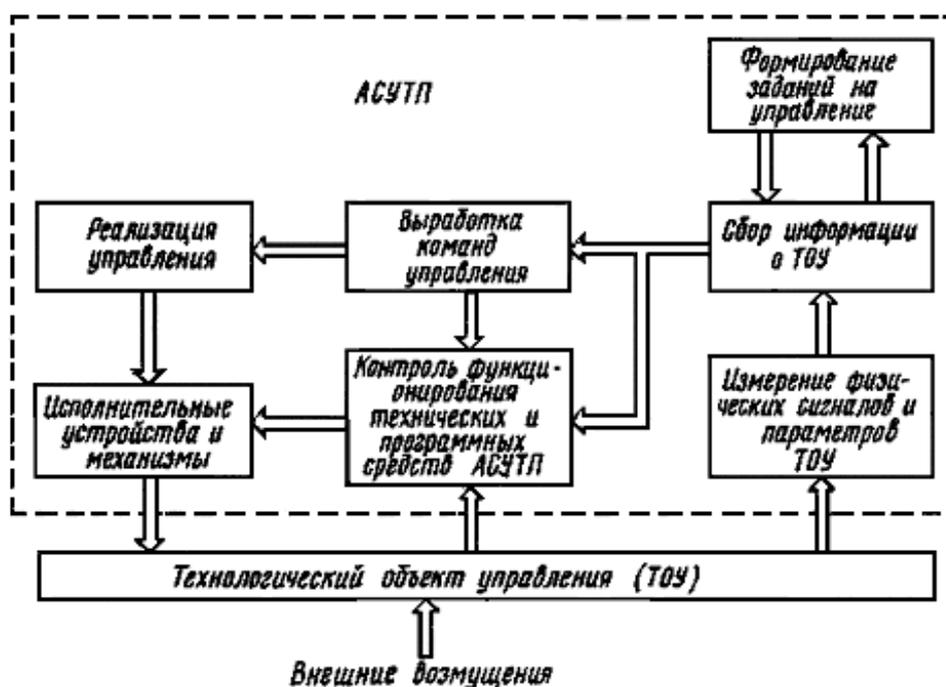


Рисунок 1.2 – Обобщенная блок-схема АСУ ТП

АСУ ТП как компонент общей системы управления промышленным предприятием (АСУП) предназначена для целенаправленного ведения технологических процессов и обеспечения смежных и вышестоящих систем управления оперативной и достоверной технико-экономической информацией. АСУ ТП, созданные для объектов основного и вспомогательного производства, представляют низовой уровень автоматизированных систем управления производством.

Перечень, форма представления и режим обмена информацией между АСУ ТП и другими взаимосвязанными с ней системами управления определяется в каждом конкретном случае в зависимости от специфики производства, его организации и структуры управления им.

Реализация целей в конкретных АСУ ТП достигается выполнением в них определенной последовательности операций и вычислительных процедур, в значительной степени типовых по своему составу и потому объединяемых в *комплекс типовых функций АСУ ТП*.

Функции АСУ ТП подразделяются на управляющие, информационные

и вспомогательные.

Управляющие функции АСУ ТП — это функции, результатами которых является выработка и реализация управляющих воздействий на объект управления. К управляющим функциям АСУ ТП относятся: регулирование (стабилизация) отдельных технологических переменных; одноктактное логическое управление операциями или аппаратами; программное логическое управление группой оборудования; оптимальное управление установившимися или переходными режимами или отдельными стадиями процесса; адаптивное управление объектом в целом, например управление участком станков с ЧПУ.

Информационные функции АСУ ТП — это функции системы, содержанием которых является сбор, обработка и представление информации о состоянии АТК оперативному персоналу или передача этой информации для последующей обработки. К информационным функциям АСУ ТП относятся: централизованный контроль и измерение технологических параметров; косвенное измерение; вычисление параметров процесса (технико-экономических, внутренних переменных); формирование и выдача данных оперативному персоналу АСУ ТП или АТК; подготовка и передача информации в смежные системы управления; обобщенная оценка и проверка состояния АТК и его оборудования.

Отличительная особенность управляющих и информационных функций АСУ ТП — их направленность на конкретного потребителя (объект управления, оперативный персонал, смежные системы управления).

Вспомогательные функции АСУ ТП состоят в обеспечении контроля за состоянием функционирования технических и программных средств системы.

Локальные системы контроля, регулирования и управления

Локальные системы контроля, регулирования и управления ЛСКРУ (рис.1.2) эффективны при автоматизации технологически независимых

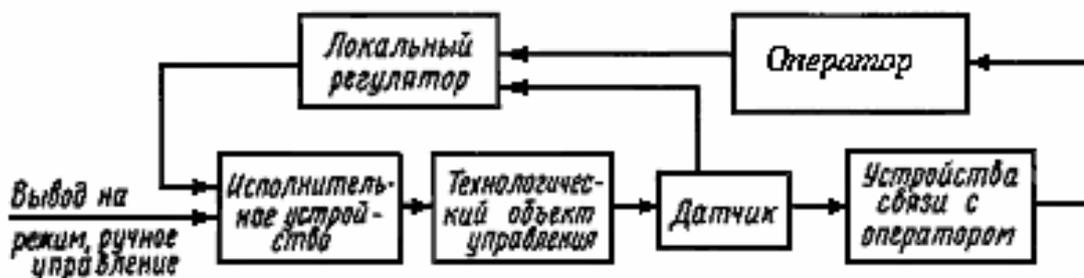


Рисунок 1.2 – Типовая структура ЛСКРУ

объектов с компактным расположением основного оборудования и несложными целями управления (стабилизация, программное управление) при хорошо отработанной технологии и стационарных условиях эксплуатации. Локальные регуляторы (ЛР) могут быть аналоговыми, цифровыми, одно- или

многоканальными. Наличие человека-оператора в системе позволяет использовать эту структуру на объектах с невысоким уровнем механизации и надежности технологического оборудования, осуществлять общий контроль за выполнением технологического процесса и ручное управление (РУ). Структура ЛСКРУ соответствует классической структуре систем управления: содержит датчики измеряемых переменных (Д) на выходе ТОО, автоматические регуляторы, исполнительные устройства (ИУ), передающие команды управления (в том числе, оператор в режиме ручного управления) на регулирующие органы ТОО. Устройство связи с оператором состоит, как правило, из измерительных, сигнализирующих и регистрирующих приборов.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами

Развитие экономико-математических методов управления с широким использованием современной вычислительной техники позволило существенно облегчить работу оператора при управлении сложными технологическими объектами. В результате появились человеко-машинные системы управления технологическими процессами, в которых обработка информации и формирование оптимальных управлений осуществляются человеком с помощью управляющей вычислительной машины (УВМ). УВМ в этом случае является многоканальным информационно-управляющим устройством в системе автоматизированного управления технологическим процессом.

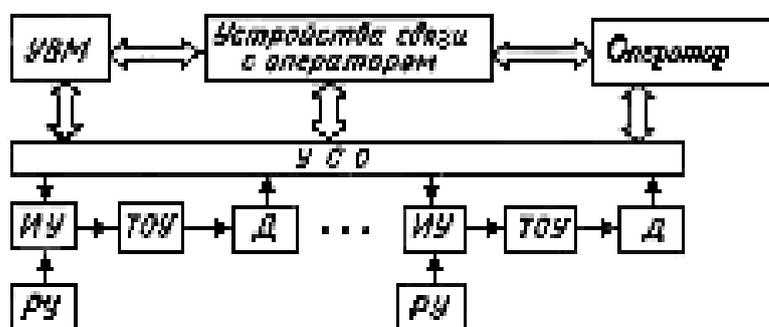


Рисунок 1.3 – Типовая структура централизованной АСУ ТП

В зависимости от распределения информационных и управляющих функций между человеком и УВМ, между УВМ и средствами контроля и регулирования возможны различные принципы построения АСУ ТП. Наибольшее распространение в промышленной практике нашли три принципа построения АСУ ТП: централизованные АСУ ТП, АСУ ТП с супервизорным управлением и децентрализованные распределенные АСУ ТП.

Типовая структура централизованной АСУ ТП (рис.1.3) включает в себя устройство связи с объектом (УСО) и УВМ, осуществляющую централизованное управление одним или несколькими технологическими процессами. Надежность всего комплекса определяется в этом случае

надежностью УСО и УВМ, и при выходе их из строя нормальное функционирование технологического оборудования невозможно.

Характерным примером централизованной АСУ ТП является система, УВМ которой непосредственно вырабатывает оптимальные регулирующие воздействия и с помощью соответствующих преобразователей передает команды управления на исполнительные устройства (механизмы). Централизованные АСУ ТП, УВМ которых работают в таком режиме, называются системами с непосредственным или прямым цифровым управлением (ПЦУ).

В АСУ ТП с ПЦУ оператор должен иметь возможность изменять уставки, контролировать избранные переменные, варьировать диапазоны допустимого изменения переменных, изменять параметры настройки и иметь доступ к управляющей программе. Для обеспечения этих функций необходимо иметь сопряжение (человек-машина) в виде пульта оператора и средств отображения информации.

Применение УВМ в режиме ПЦУ позволяет строить программным путем системы регулирования по возмущению, комбинированные системы каскадного и многосвязного регулирования, учитывающие связи между отдельными частями объекта управления. ПЦУ позволяет реализовать не только оптимизирующие функции, но и адаптацию к изменению внешней среды и переменным параметрам объекта. В системах с ПЦУ упрощается реализация режимов пуска и остановки процессов, переключение с ручного управления на автоматическое, операции переключения исполнительных механизмов.

Главный недостаток систем с ПЦУ заключается в том, что при отказе в работе УВМ объект теряет управление. Несмотря на высокую надежность всех средств системы, отказы в УВМ возможны, и это обстоятельство необходимо особо учитывать при построении АСУ ТП с ПЦУ.

Более широкими возможностями и лучшей надежностью обладают АСУ ТП, в которых непосредственное регулирование объектами ТП осуществляют ЛР, а УВМ выполняет функции «советчика» в так называемом *супервизорном режиме*.

Типовая структура супервизорной АСУ ТП изображена на рис.1.4. По данным, поступающим от датчиков (Д) локальных подсистем через УСО, УВМ вырабатывает значение уставок в виде сигналов, поступающих непосредственно на входы систем автоматического регулирования.

Основная задача супервизорного управления – автоматическое поддержание процесса вблизи оптимальной рабочей точки. Кроме того, супервизорное управление позволяет оператору-технологу использовать плохо формализуемую информацию о ходе технологического процесса, вводя через УВМ коррекцию уставок, параметров алгоритмов регулирования в локальные контуры. Например, оператор вводит необходимые изменения в управление процессом при изменении сырья и состава вырабатываемой продукции. Это требует определения новых значений коэффициентов уравнений математической модели объекта управления, что может выполняться

любой другой внешней ЭВМ или самой УВМ, если она не загружена.

Работа информационно-измерительной части системы супервизорного управления практически не отличается от рассмотренной выше системы. Функции оператора в этом случае сводятся лишь к наблюдению, а его вмешательство необходимо только в аварийных ситуациях.

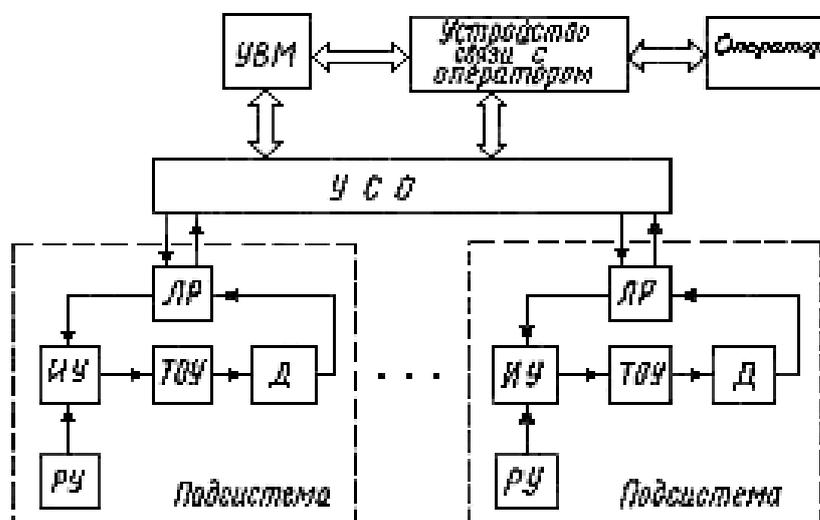


Рисунок 1.4 – Типовая структура АСУ ТП с супервизорным режимом работы УВМ

Достоинство системы супервизорного управления состоит в том, что УВМ в ней не только автоматически контролирует процесс, но и автоматически управляет им вблизи оптимальной рабочей точки. Рассматриваемая система управления технологическим процессом является многоканальной как в информационной части, так и на уровне оптимизации.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям АСУ ТП и АТК.
2. Опишите обобщенную блок-схему АСУ ТП и выполняемые системой типовые функции.
3. Опишите типовую структуру ЛСКРУ.
4. Опишите типовую структуру АСУ ТП с супервизорным режимом работы.

План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать соответствующую структуру АСУ ТП.

Рекомендуемая литература

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев]; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.
2. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1989. С.29-72.

3. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.22-27.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития современных автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Практическая работа №2

Принципы функциональной и топологической децентрализации

Цель работы: изучение основных типов децентрализованных структур АСУ ТП, ознакомление с различными вариантами топологической децентрализации и характеристикой современных типов интерфейсов АСУ ТП.

Общие сведения

Развитие АСУ ТП на современном этапе связано с широким использованием для управления микропроцессоров и микроЭВМ, стоимость которых с каждым годом становится все более низкой по сравнению с общими затратами на создание систем управления. До появления микропроцессоров эволюция систем управления технологическими процессами сопровождалась увеличением степени централизации. Однако возможности централизованных систем теперь уже оказываются ограниченными и не отвечают современным требованиям по надежности, гибкости, стоимости систем связи и программного обеспечения.

Переход от централизованных систем управления к децентрализованным вызван также возрастанием мощности отдельных технологических агрегатов, их усложнением, повышением требований по быстродействию и точности к их работе. Централизация систем управления экономически оправдана при сравнительно небольшой информационной мощности (число каналов контроля и регулирования) ТОО и его территориальной сосредоточенности. При большом числе каналов контроля, регулирования и управления, большой длине линий связи в АСУ ТП децентрализация структуры системы управления становится принципиальным методом повышения живучести АСУ ТП, снижения стоимости и эксплуатационных расходов.

Наиболее перспективным направлением децентрализации АСУ ТП следует признать автоматизированное управление процессами с распределенной архитектурой, базирующееся на функционально-целевой и топологической децентрализации объекта управления.

Основные типы децентрализованных структур

Функционально-целевая децентрализация – это разделение сложного процесса или системы на меньшие части – подпроцессы или подсистемы по функциональному признаку (например, переделы технологического процесса,

режимы работы агрегатов и т.д.), имеющие самостоятельные цели функционирования.

Топологическая децентрализация означает возможность территориального (пространственного) разделения процесса на функционально-целевые подпроцессы. При оптимальной топологической децентрализации число подсистем распределенной АСУ ТП выбирается так, чтобы минимизировать суммарную длину линий связи, образующих вместе с локальными подсистемами управления сетевую структуру.

Технической основой современных распределенных систем управления, обусловившей возможность реализации таких систем, являются микропроцессоры и микропроцессорные системы.

Микропроцессорная система выполняет функции сбора данных, регулирования и управления, визуализации всей информации базы данных, изменения уставок, параметров алгоритмов и самих алгоритмов, оптимизации и т.д. Использование микропроцессоров (в том числе микроЭВМ) для решения перечисленных задач дает возможность достичь следующих целей:

а) заменить аналоговые технические средства на цифровые там, где переход к цифровым средствам повышает точность, расширяет функциональные возможности и увеличивает гибкость систем управления;

б) заменить технические средства с жесткой логикой на программируемые (с возможностью изменения программы) устройства, или *микроконтроллеры*;

в) заменить одну мини-ЭВМ системой из нескольких микроЭВМ, когда необходимо обеспечить децентрализованное управление производством или технологическим процессом с повышенной надежностью и живучестью или когда возможности мини-ЭВМ полностью не используются.

Микропроцессорные системы могут выполнять в подсистемах распределенной АСУ ТП все типовые функции контроля, измерения, регулирования, управления, представления информации оператору.

В распределенных АСУ ТП приняты в основном три топологические структуры взаимодействия подсистем: звездообразная (радиальная); кольцевая (петлевая); шинная (магистральная) или их комбинации. Организация связи с датчиками и исполнительными устройствами носит индивидуальный и преимущественно радиальный характер.

На рис.2.1 изображены варианты топологий распределенных АСУ ТП.

Радиальная структура взаимодействия подсистем (рис.2.1,а) отражает традиционно применявшийся способ соединения устройств с выделенными линиями связи и характеризуется следующими особенностями:

а) существуют отдельные, не связанные между собой линии, объединяющие центральную подсистему (ЦП) с локальными системами автоматики $ЛА_i$;

б) технически просто реализуются устройства сопряжения $УС_1—УС_m$ локальной автоматики. Центральное устройство связи УСЦ представляет собой набор модулей типа $УС_i$ по числу линий либо достаточно сложное устройство мультиплексирования каналов передачи информации;

в) обеспечиваются максимальные скорости обмена по отдельным линиям при достаточно высокой производительности вычислительных устройств на уровне ЦП;

г) надежность подсистемы связи в значительной степени зависит от надежности и живучести технических средств ЦП. Выход из строя ЦП практически разрушает подсистему обмена, так как все потоки информации замыкаются через верхний уровень.

Распределенная система с радиальной структурой является двухуровневой системой, где на нижнем уровне в подсистемах реализуются необходимые функции контроля, регулирования, управления, а на втором — в ЦП координирующая микроЭВМ (или мини-ЭВМ) кроме координации работы микроЭВМ-спутников осуществляет оптимизацию задач управления ТОО, распределение энергии, управляет технологическим процессом в целом, вычисляет технико-экономические показатели и т.п. Вся база данных в распределенной системе с радиальной структурой должна быть доступной координирующей микроЭВМ для прикладных программ управления на верхнем уровне. Вследствие этого координирующая микроЭВМ работает в режиме реального времени и должна управляться с помощью языков высокого уровня.

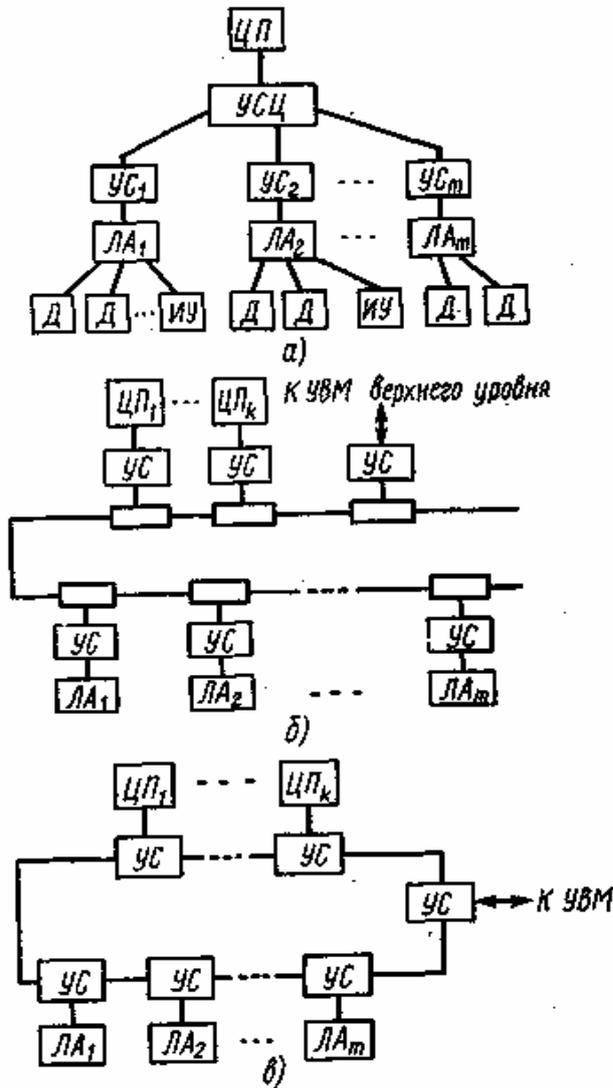


Рисунок 2.1 – Типовые структуры распределенных АСУ ТП:

а — радиальная, б — магистральная, в — кольцевая

На рис.2.1 (б, в) изображены кольцевая и шинная топологии взаимодействия уровней. Эти структуры имеют ряд достоинств по сравнению с радиальной:

а) работоспособность подсистемы связи, включающей в себя канал и устройства связи, не зависит от исправности технических средств на уровнях автоматизации;

б) имеются возможности подключения дополнительных устройств и контроля всей подсистемы с помощью специальных средств;

в) необходимы значительно меньшие затраты кабельной продукции.

За счет обмена информацией между ЛА_і через канал связи и УС («каждый с каждым») появляется дополнительная возможность динамического перераспределения функций координации совместной работы подсистем ЛА

по нижним уровням в случае выхода из строя ЦП. Шинная (в меньшей степени кольцевая) структура обеспечивает широковещательный режим обмена между подсистемами, что является важным преимуществом при реализации групповых команд управления. Вместе с тем шинная и кольцевая архитектура предъявляет уже значительно более высокие требования к «интеллекту» устройств сопряжения, а следовательно, повышенные единовременные затраты на реализацию базовой сети.

Сравнивая кольцевую и шинную топологии подсистемы связи, следует отметить, что организация кольцевой структуры менее дорогостоящая, чем шинная. Однако надежность всей подсистемы с кольцевой системой связи определяется надежностью каждого устройства сопряжения и каждого отрезка линий связи. Для повышения живучести необходимо применение двойных колец или дополнительных линий связи с обходными путями. Работоспособность физического канала передачи для шинной архитектуры с трансформаторной развязкой не зависит от исправности устройств сопряжения, однако, как и для кольца, выход из строя любого устройства сопряжения в наихудшем случае приводит к полностью автономной работе отказавшего узла подсистемы, т. е. к потере функции управления от уровня ЦП автоматикой отказавшего узла.

Явным методом повышения живучести всей системы автоматики в случае отказа устройств согласования в подсистеме связи является дублирование устройств согласования в узлах подсистемы. В кольцевой структуре такой подход уже подразумевается при организации двойных колец и обходных путей. Если надежность непрерывного физического канала для нижней топологии не вызывает сомнений, то возможно дублирование только устройств сопряжения без применения резервного магистрального кабеля.

Более дешевым способом повышения надежности подсистемы связи является использование комбинированных структур, сочетающих в себе достоинства радиальных и кольцевых (магистральных) топологий. Для кольца число радиальных связей может быть ограничено двумя-тремя линиями, реализация которых дает простое и недорогое решение.

Оценка таких показателей распределенных АСУ ТП, как *экономические* (затраты на кабельную продукцию, трассировку кабеля, на разработку или приобретение сетевых средств, в том числе устройства связи и т. п.), *функциональные* (использование групповых операций передачи, интенсивность обмена, возможность обмена «каждый с каждым»), а также *показатели унификации и возможности эволюции* сети (возможность простого включения дополнительных узлов-абонентов, тенденции к применению в АСУ ТП) и *показатели надежности сети* (отказ канала связи и устройств связи или сопряжения), позволяет сделать следующие выводы:

а) наиболее перспективной в смысле развития и использования является магистральная организация подсистемы связи;

б) функциональные возможности магистральной топологии не уступают возможностям кольцевой и радиальной;

в) надежностные показатели магистральной структуры достаточно удовлетворительные;

г) магистральная топология распределенной АСУ ТП требует больших единовременных затрат на создание и внедрение канала связи и устройств сопряжения.

Во многом благодаря этим особенностям магистральной структуры и модульной организации аппаратных и программных средств в современных АСУ ТП *магистрально-модульный принцип* построения технического обеспечения нашел преимущественное распространение.

Применение микропроцессоров и микроЭВМ позволяет эффективно и экономно реализовать принцип функциональной и топологической децентрализации АСУ ТП. Тем самым можно значительно повысить надежность и живучесть системы, сократить дорогостоящие линии связи, обеспечить гибкость функционирования и расширить область применения в народном хозяйстве комплексов технических средств, основным элементом которых является микроЭВМ или микропроцессор. В таких распределенных системах управления большое значение приобретает *стандартизация интерфейсов*, т.е. установление и применение единых норм, требований и правил, гарантирующих информационное объединение технических средств в типовых структурах АСУ ТП.

Краткая характеристика современных интерфейсов АСУ ТП

Для последовательной передачи цифровых данных существует три формы связи:

А) *симплексная связь* предполагает наличие одного передатчика и одного приемника; информация передается в одном направлении, связь осуществляется через отдельную пару проводов;

Б) *полудуплексная связь* допускает двунаправленную передачу данных, но не одновременно; связь осуществляется по кабелю, состоящему из двух или четырех проводов;

В) *дуплексная связь* обеспечивает одновременную двунаправленную передачу данных, а связь осуществляется также по кабелю, состоящему из двух или четырех проводов.

Для каждой из указанных выше форм связи необходимо, чтобы приемное устройство было готово принять и идентифицировать каждый набор данных, переданный передатчиком. Существуют два способа решения этой задачи. При *асинхронной передаче* каждому пакету данных предшествует *старт-бит*, а по окончании передачи этого пакета данных следует *стоп-бит*. Таким образом, приемник четко определяет начало и конец сообщения. Однако из-за необходимости постоянной проверки старт- и стоп-битов скорость передачи при данном виде связи ограничена и, как правило, не превышает 1200 бит/с.

Асинхронная передача используется в условиях неуверенного приема и высокого уровня помех. *Синхронная передача* не требует старт- и стоп-битов, передатчик и приемник *синхронизированы*. Начало приема-передачи данных

предварительно синхронизируется синхроимпульсом, а затем каждое слово пакета данных распознается как блок из семи или восьми бит. Синхронная передача данных может обеспечивать скорость более 1200 бит/с и наиболее часто применяется для передачи таких потоков данных, как программные файлы.

Современные интеллектуальные датчики и элементы управления наряду с традиционным *интерфейсом RS-232C* могут иметь также в своем составе подсистему последовательного ввода-вывода на базе *интерфейса RS-485*. Программируемые логические контроллеры большинства производителей в качестве средств организации территориально-распределенных систем сбора данных и управления содержат ту или иную реализацию интерфейсов *RS-422A/RS-485*.

RS-232C – широко распространенный стандартный последовательный интерфейс. Он может быть использован для синхронной передачи данных со скоростью до 20 000 бит/с на расстояние до 15 метров; на более длинные дистанции скорость передачи уменьшается. Интерфейс *RS-449* – это более поздний стандарт, он обладает улучшенными по сравнению с *RS-232* характеристиками по скорости и расстоянию передачи; здесь достижима скорость до 10 000 бит/с на расстояние до 1 км. Уровни напряжения, соответствующие стандарту *RS-232*, составляют +12 В для логического “0” и –12 В для логической “1”. Интерфейс *RS-232* является в настоящее время стандартным для *COM*-портов персональных компьютеров. Поскольку подавляющее большинство микропроцессоров построено на *ТТЛ-структуре* (транзисторно-транзисторная логика), где уровень логического нуля составляет 0 В, а логической единицы +5 В, то, очевидно, что уровни сигналов необходимо преобразовывать для согласования. Последнее достигается использованием интегральных микросхем – преобразователей уровня, таких как: *MC1488* для преобразования ТТЛ-уровней в уровни *RS-232* и *MC1489* для преобразования уровней *RS-232* в ТТЛ-уровни.

Интерфейс *RS-485 (EIA-485)* – один из наиболее распространенных стандартов физического уровня связи (канал связи + способ передачи сигнала).

Сеть, построенная на интерфейсе *RS-485*, представляет собой приемопередатчики, соединенные при помощи *витой пары* – двух скрученных проводов. В основе интерфейса *RS-485* лежит принцип *дифференциальной (балансной) передачи* данных. Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум проводам. Причем по одному проводу (условно *A*) идет оригинальный сигнал, а по другому (условно *B*) – его инверсная копия. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов (рис. 2.2).

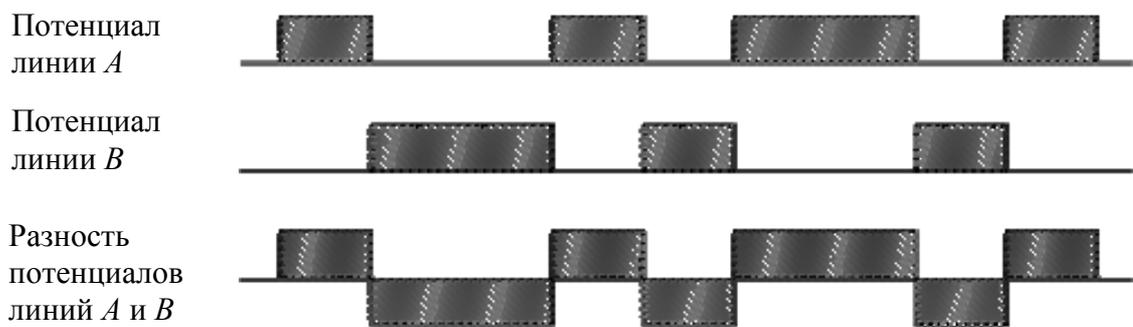


Рисунок 2.2

Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе, действующей на оба провода линии одинаково. Если сигнал передается потенциалом в одном проводе относительно общего, как в RS-232, то наводки на этот провод могут исказить сигнал относительно хорошо поглощающего наводки общего («земли»). Кроме того, на сопротивлении длинного общего провода будет падать разность потенциалов общих точек как дополнительный источник искажений. При дифференциальной передаче таких искажений не происходит, поскольку в витой паре наводка на оба провода одинакова. Таким образом, потенциал в одинаково нагруженных проводах изменяется одинаково, при этом информативная разность потенциалов остается без изменений.

Аппаратная реализация интерфейса – микросхемы приемопередатчиков с дифференциальными входами/выходами (к линии) и цифровыми портами (к портам UART-контроллера). Существуют два варианта такого интерфейса: RS-422 и RS-485.

RS-422 – дуплексный интерфейс. Прием и передача обеспечиваются по двум отдельным парам проводов. На каждой паре проводов может быть только по одному передатчику.

RS-485 – полудуплексный магистральный аналог интерфейса RS-422. Прием и передача выполняются по одной паре проводов с разделением во времени. В сети может быть много передатчиков, так как они могут отключаться в режиме приема.

Все устройства подключаются к одной витой паре одинаково: прямые выходы (A) к одному проводу, инверсные (B) - к другому.

Входное сопротивление приемника со стороны линии обычно составляет 12 кОм. Поскольку мощность передатчика не беспредельна, это создает ограничение на количество приемников, подключенных к линии. Согласно стандарта RS-485, с учетом согласующих резисторов, передатчик может вести до 32 приемников. Однако, применяя микросхемы с повышенным входным сопротивлением, можно подключать к линии значительно большее количество устройств (более 100 приборов). При этом приборы подключаются к линии параллельно, а контроллер (компьютер) должен быть снабжен дополнительным устройством – преобразователем последовательного порта RS-485/ RS-232 .

Максимальная скорость связи в RS-485 может достигать 10 Мбит/сек, а

максимальная длина линии связи – 1200 м. Если необходимо организовать связь на расстоянии, превышающем 1200 м, или подключить большее число устройств, нежели допускает нагрузочная способность передатчика, то применяют специальные повторители (*репитеры*).

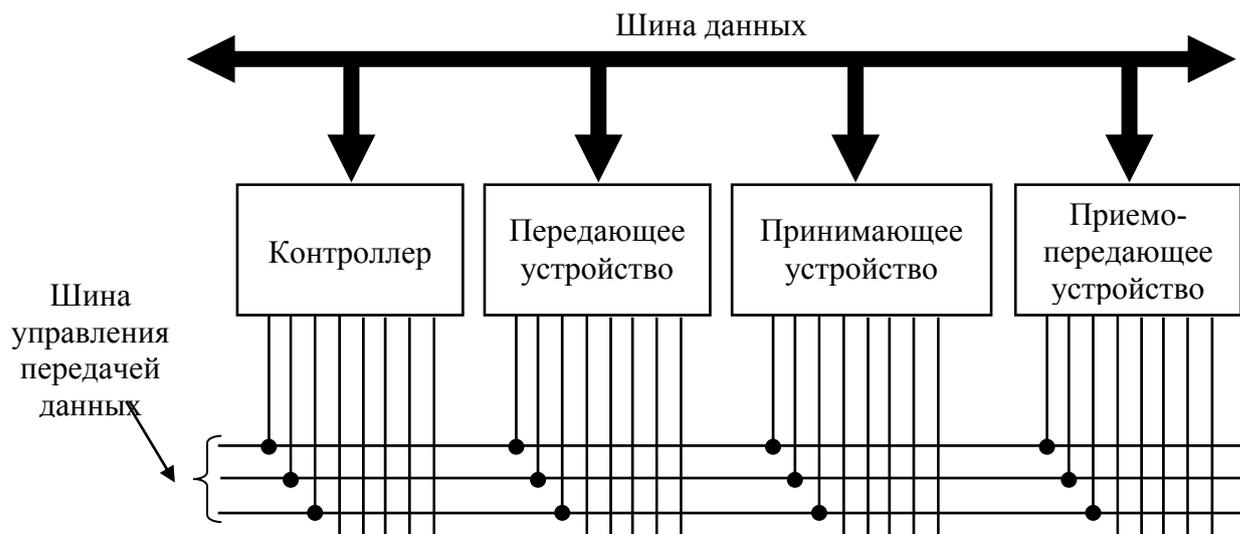
Диапазон напряжений логических “1” и “0” в передатчика RS-485 составляют, соответственно, +1,5...+6 В и –1,5...–6 В, а диапазон синфазного напряжения передатчика – (–1...+3 В).

Значения параметров определены таким образом, что любое устройство, входящее в состав измерительной информационной системы, сохраняет работоспособность при наличии на его клеммах, подключенных к линии связи, помехи общего вида, напряжение которой находится в диапазоне от –7 до +7 В.

Для параллельной передачи данных в измерительных информационных системах часто используется стандартный интерфейс *IEEE-488* (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), называемый также *HP-IB* (*Hewlett-Packard Interface Bus*) или *GPIB* (*General Purpose Interface Bus* – интерфейсная шина общего применения). Международная электротехническая комиссия (*МЭК*) рекомендовала данный стандарт в качестве международного, по этой причине на постсоветском пространстве он носит название *цифрового интерфейса МЭК*.

Интерфейс *IEEE-488* был разработан для программируемых и непрограммируемых электронных измерительных приборов и преобразователей. Он рассчитан на асинхронный обмен информацией, ориентирован на сопряжение устройств, располагаемых относительно друг друга на расстоянии до 20 м, и обеспечивает работу в ИИС приборов различной сложности, допускает прямой обмен информацией между ними, дистанционное и местное управление приборами. Описываемый интерфейс имеет магистральную структуру (рис.2.3).

Магистраль интерфейса состоит из 24 сигнальных линий, восемь из которых – линии заземления, а остальные линии разбиты на три группы. Первая группа, состоящая из восьми двунаправленных сигнальных линий, является *шиной данных*. Она предназначена для передачи данных и команд между различными приборами, присоединенными к интерфейсу. Другая группа из пяти сигнальных линий – *шина общего управления*, по ней передаются сигналы управления и состояния. Последняя группа из трех линий используется для управления передачей данных (*шина квитирования*).



Приборы, подсоединенные к интерфейсу, могут работать как приемники либо источники сообщений. В каждый момент времени только одно устройство может быть источником информации, тогда как приемниками сообщений могут работать одновременно несколько устройств. Одно из устройств на магистрали является *контроллером* интерфейса.

Общее количество приемников и источников информации в IEEE-488 не должно превышать 31 при однобайтовой адресации, а число параллельно подключаемых приборов – 15 (включая управляющий контроллер).

В стандарте IEEE-488 высокому уровню сигнала в линии соответствует значение напряжения, равное или больше 2 В, а низкому уровню – значение, равное или меньше 0,8 В.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям *децентрализация, интерфейс*.
2. Опишите известные вам варианты топологий распределенных АСУ ТП
3. Какие формы связи существуют для последовательной передачи цифровых данных?
4. В чем различие между асинхронной и синхронной передачей данных?
5. Дайте краткую характеристику последовательным интерфейсам АСУ ТП.
6. Дайте краткую характеристику параллельным интерфейсам АСУ ТП.

План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать соответствующую структуру распределенной АСУ ТП и тип интерфейса.

Рекомендуемая литература

4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ. пособие / [А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев]; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.

5. Справочник по средствам автоматизации / [Б.И. Филиппович, А.П. Шорыгин, В.А. Царьков и др.]; Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с.

6. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1989. С.29-72.

7.Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.16-20, 27-31.

Контрольные задания для СРС [1-4]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития интерфейсов систем автоматики.

Практическая работа №3

Функциональные схемы автоматизации

Цель работы: освоение техники чтения функциональных схем автоматизации, получение практических навыков составления функциональных схем систем автоматического измерения, контроля, регулирования и управления.

Общие сведения

Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом, определяющим функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок, отдельных машин, механизмов и агрегатов, выполняющих технологический процесс.

Функциональная схема автоматизации представляет собой чертеж, на котором схематически, условными обозначениями изображены: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства, элементы телемеханики) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматизации. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, автоматические выключатели и предохранители в цепях питания, соединительные коробки и другие устройства и монтажные элементы, на функциональных схемах автоматизации не показываются.

Для сложных технологических процессов с большим объемом автоматизации схемы могут быть выполнены отдельно по видам технологического контроля и управления, т.е. отдельно выполняют схемы автоматического управления, контроля и сигнализации. Для объектов с несложными технологическими процессами и простыми системами контроля управления функциональные схемы автоматизации могут не составляться. Их заменяют перечнями систем контроля, регулирования, управления и сигнализации.

Прочитать функциональную схему автоматизации означает определить из нее:

- 1) параметры технологического процесса, которые подлежат автоматическому контролю и регулированию;
- 2) наличие защиты и аварийной сигнализации;
- 3) принятую блокировку механизмов;

- 4) организацию пунктов контроля и управления;
- 5) функциональную структуру каждого узла контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления;
- 6) технические средства, с помощью которых решается тот или иной функциональный узел контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления.

Чтобы прочитать функциональную схему автоматизации, необходимо знать принципы построения систем технологического контроля и управления и условные изображения технологического оборудования, трубопроводов, приборов и средств автоматизации, функциональных связей между отдельными приборами и средствами автоматизации, а также иметь представление о характере технологического процесса и взаимодействии отдельных установок и агрегатов технологического оборудования [1-3].

Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации на функциональных схемах

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации показывают в соответствии с действующим ГОСТ 21.404-85.

В отдельных случаях при отсутствии в стандартах необходимых изображений могут быть использованы нестандартные изображения, которые, выполняяют на основе характерных признаков изображаемых устройств.

В ГОСТ 21.404-85 принята система обозначений по функциональному признаку, выполняемому данным прибором или средством автоматизации.

Первичные измерительные преобразователи, отборные и приемные устройства, встраиваемые в технологические аппараты и трубопроводы (бобышки, карманы, расширители и т.п.), на функциональных схемах автоматизации не показывают.

Ряд приемных устройств по своей конструкции и принципу действия не требуют непосредственного контактирования с измеряемой средой (радиоактивные устройства — коллиматоры, видеоприемные устройства и т.п.). Их устанавливают и соответственно изображают на функциональных схемах в непосредственной близости от объекта измерения.

Регуляторы прямого действия изображают как совокупность отборного устройства (или первичного преобразователя), линии связи и регулирующего органа (рис.3.1, а).

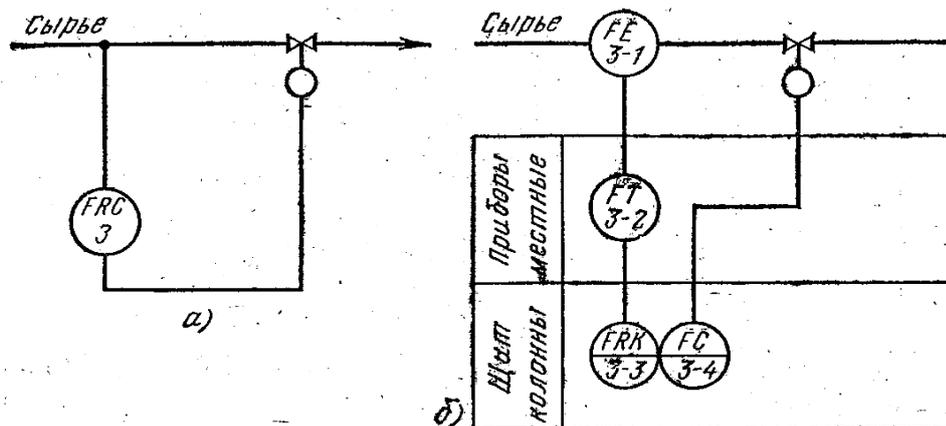


Рисунок 3.1 – Примеры изображения условных обозначений приборов и средств автоматизации упрощенным (а) и развернутым (б) способами

Изображение комплектов приборов и средств автоматизации на функциональных схемах может быть выполнено упрощенным или развернутым способом.

Упрощенный способ применяют в основном для изображения приборов и средств автоматизации на технологических схемах. При упрощенном способе на схемах не показывают первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру. Приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции (контроль, регулирование, сигнализацию и т.п.) и выполненные в виде отдельных блоков, изображают одним условным графическим обозначением.

Развернутый способ применяют для выполнения функциональных схем автоматизации, когда каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект, показывают отдельным условным графическим изображением.

Пример 3.1. На рис.3.1,а изображен участок технологического трубопровода, на котором упрощенным способом показан функциональный узел автоматического регулирования расхода технологического сырья. Первичный измерительный преобразователь (диафрагма или сопло) в данном случае не показан. Место установки первичного преобразователя обозначено пересечением линий технологического трубопровода с линией, связывающей этот преобразователь с условным обозначением прибора, осуществляющего сложные функции. На рис.3.1,б изображен тот же узел, что и на рис.3.1,а, но только развернутым способом.

В системах технологического контроля и управления часто применяют комбинированные и комплексные устройства, например комбинированные измерительные и регулирующие приборы, машины централизованного контроля, полуккомплекты телемеханики, устройства телевидения и т. п. Такие устройства обозначают прямоугольником произвольных размеров с указанием внутри прямоугольника типа устройства по документации завода-изготовителя.

Позиционные обозначения приборов и средств автоматизации

Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на функциональных схемах автоматизации, присваивают позиционные обозначения (позиции), сохраняющиеся во всех материалах проекта. На стадии проекта позиционные обозначения выполняют арабскими цифрами в соответствии с нумерацией в заявочной ведомости приборов, средств автоматизации и электроаппаратуры. На стадии рабочей документации и при одностадийном проектировании позиционные обозначения приборов и средств автоматизации образуются из двух частей: арабских цифр — номера функциональной группы и строчных букв русского алфавита — номера прибора и средств автоматизации в данной функциональной группе.

Буквенные обозначения присваивают каждому элементу функциональной группы в порядке алфавита в зависимости от последовательности прохождения сигнала — от устройств получения информации к устройствам воздействия на управляемый процесс (например, приемное устройство-датчик, вторичный преобразователь, задатчик, регулятор, указатель положения, исполнительный механизм, регулирующий орган).

Позиционные обозначения отдельных приборов и средств автоматизации, таких как регулятор прямого действия, манометр, термометр и т.п., состоят только из порядковых номеров.

Позиционные обозначения присваивают всем элементам функциональных групп, за исключением:

- а) отборных устройств;
- б) приборов и средств автоматизации, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием;
- в) регулирующих органов и исполнительных механизмов, входящих в данную автоматическую систему управления, но заказываемых и устанавливаемых в технологических частях проектов.

Показанную на функциональных схемах автоматизации электроаппаратуру на стадии рабочего проекта при одностадийном проектировании обозначают индексами, принятыми в принципиальных электрических схемах.

При определении границ каждой функциональной группы необходимо учитывать следующее обстоятельство: если какой-либо прибор или регулятор связан с несколькими датчиками или получает, дополнительные воздействия по другим параметрам (например, корректирующий сигнал), то все элементы схемы, осуществляющие дополнительные функции, относятся к той функциональной группе, на которую оказывается воздействие.

В системах централизованного контроля с применением вычислительной техники, в схемах телеизмерения, а также в сложных схемах автоматического управления с общими для разных функциональных групп устройствами все общие элементы выносятся в самостоятельные функциональные группы.

Позиционные обозначения в функциональных схемах автоматизации проставляют, как правило, в нижней части окружности, обозначающей прибор, или рядом с условными графическими обозначениями приборов и средств автоматизации с правой стороны или над ним.

Выполнение функциональных схем автоматизации

Функциональные схемы автоматизации разрабатывают с большей или меньшей степенью детализации. Однако объем информации, представленной на схеме, как правило, обеспечивает полное представление о принятых основных решениях по автоматизации данного технологического процесса и возможность составления на стадии проекта заявочных ведомостей приборов и средств автоматизации, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, основных монтажных материалов и изделий, а на стадии рабочей документации — всего комплекса проектных материалов, предусмотренных в составе проекта.

Функциональные схемы автоматизации могут быть выполнены двумя способами:

1) с изображением щитов и пультов управления при помощи условных прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в пределах которых указывают устанавливаемые на них средства автоматизации;

2) с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульта, пункты контроля и управления.

При выполнении схемы по первому способу на ней показывают все приборы и средства автоматизации, входящие в состав функционального блока или группы, а также место их установки. Преимуществом этого способа является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы и работу с проектными материалами.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ними, изображают на чертеже в непосредственной близости от них. К таким средствам автоматизации относятся: отборные устройства, датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулируемых величин (измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики и т.п.), исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы.

Прямоугольники щитов и пультов располагают в такой последовательности, чтобы при размещении в их пределах обозначений приборов и средств автоматизации обеспечивалась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи. В прямоугольниках могут быть даны номера чертежей общих видов щитов и пультов. В каждом прямоугольнике с левой стороны указывают его наименование.

Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показывают в прямоугольнике «Приборы местные».

Для облегчения понимания существа автоматизируемого объекта и возможности выбора диапазона измерения и шкал приборов, а также уставок регуляторов на участках линий связи над верхним прямоугольником («Приборы местные») указывают предельные рабочие (максимальные и

минимальные) значения измеряемых или регулируемых технологических параметров при установившихся режимах работы. Эти значения дают в единицах шкалы выбираемого прибора или в международной системе единиц без буквенных обозначений.

На схемах автоматизации с правой стороны чертежа приводят необходимые пояснения, например на основании каких документов разработаны схемы автоматизации, краткую техническую характеристику автоматизируемого объекта, таблицы, диаграммы и т.п.

Над основной подписью по ее ширине сверху вниз на первом листе схем в необходимых случаях помещают таблицу условных обозначений, не предусмотренных стандартами. В отдельных случаях таблицы нестандартизированных условных обозначений могут быть выполнены на отдельных листах формата А4.

Пояснительный текст располагают обычно над таблицей условных обозначений (или над основной надписью) или в другом свободном месте.

Контуры технологического оборудования на схемах автоматизации выполняют обычно линиями толщиной – 0,6...1,5 мм, трубопроводные коммуникации – 0,6...1,5 мм, приборы и средства автоматизации – 0,5...0,6 мм, линии связи – 0,2...0,3 мм, прямоугольники, изображающие щиты и пульты – 0,6...1,5 мм.

***Пример 3.2.** На рис.3.2 приведен пример схем автоматизации, выполненных по первому способу.*

В схеме двумя прямоугольниками обозначены «Приборы местные» и «Щит колонны». Линии связи между датчиками и отборными устройствами, установленными на технологическом оборудовании, и приборами и средствами автоматизации, установленными по месту и на щите колонны, выполнены с разрывами. На линиях связи над прямоугольником «Приборы местные» указаны предельные рабочие значения измеряемых и регулируемых параметров ($\text{м}^3/\text{ч}$, мм, МПа, ..., мг/л).

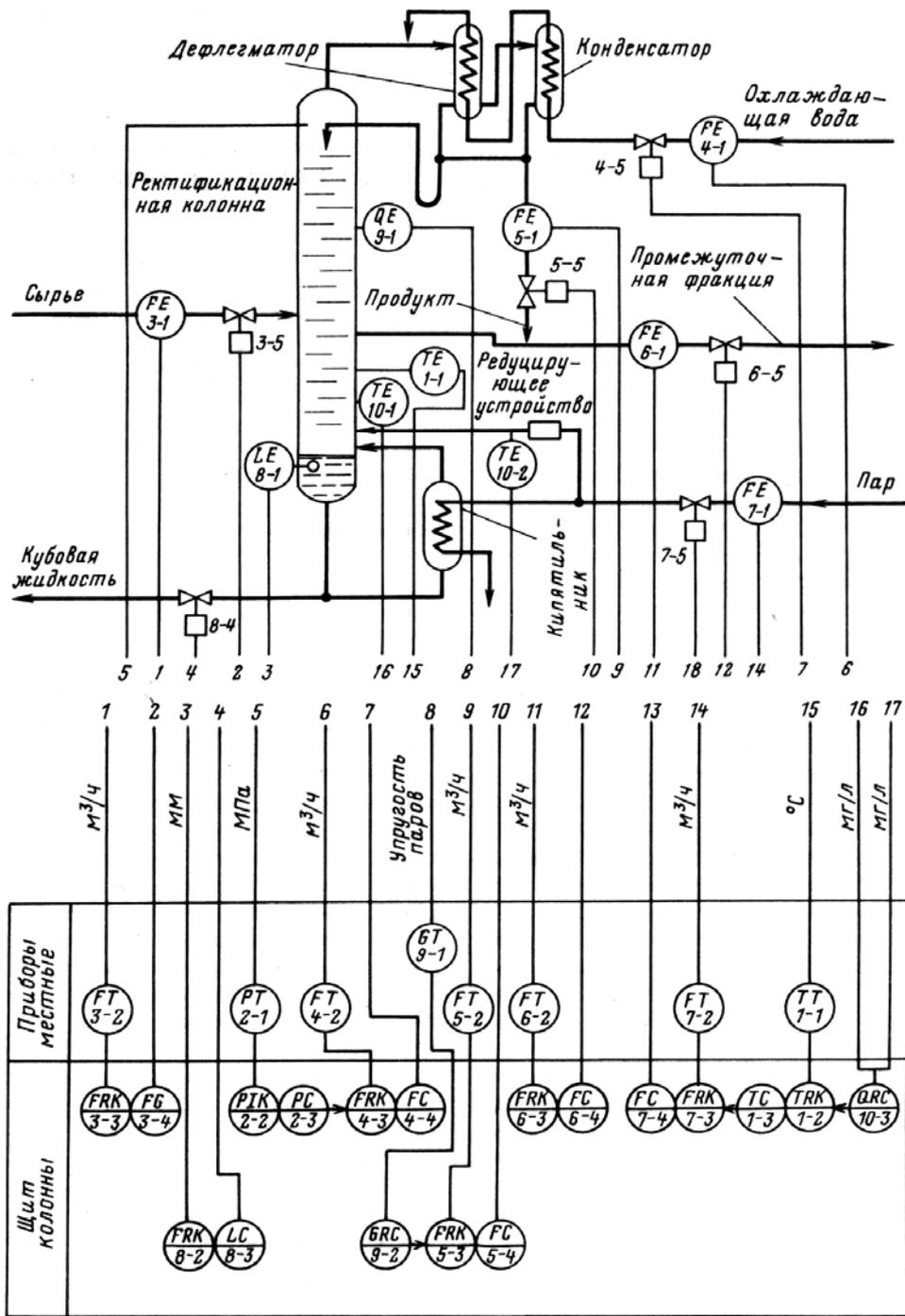


Рисунок 3.2 – Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по первому способу с изображением приборов по ГОСТ 21.404-85

Все комплекты аппаратуры контроля и автоматизации имеют цифровое позиционное обозначение. Например, регулирование расхода сырья осуществляется комплектом аппаратуры, состоящим из диафрагмы 3-1, бесшкального дифманометра и регулирующего прибора для измерения расхода 3-3, снабженного станцией управления 3-4, установленной на щите, и исполнительного механизма 3-5. Комплекту присвоен номер 3, а его составным элементам через дефис — цифровые индексы 1-3, 5. Комплект для измерения давления в колонне имеет номер 2 и т. д.

В схеме двумя прямоугольниками обозначены «Приборы местные» и «Щит колонны». Линии связи между датчиками и отборными устройствами, установленными на технологическом оборудовании, и приборами и средствами автоматизации, установленными по месту и на щите колонны, выполнены с разрывами.

При построении схем по второму способу, хотя он и дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта, достигается сокращение объема документации. При втором способе позиционные обозначения элементов схемы в каждом контуре регулирования выполняют арабскими цифрами, а исполнительные механизмы обозначения не имеют.

Пример 3.3. На рис.3.3 приведена схема автоматизации, выполненная по второму способу.

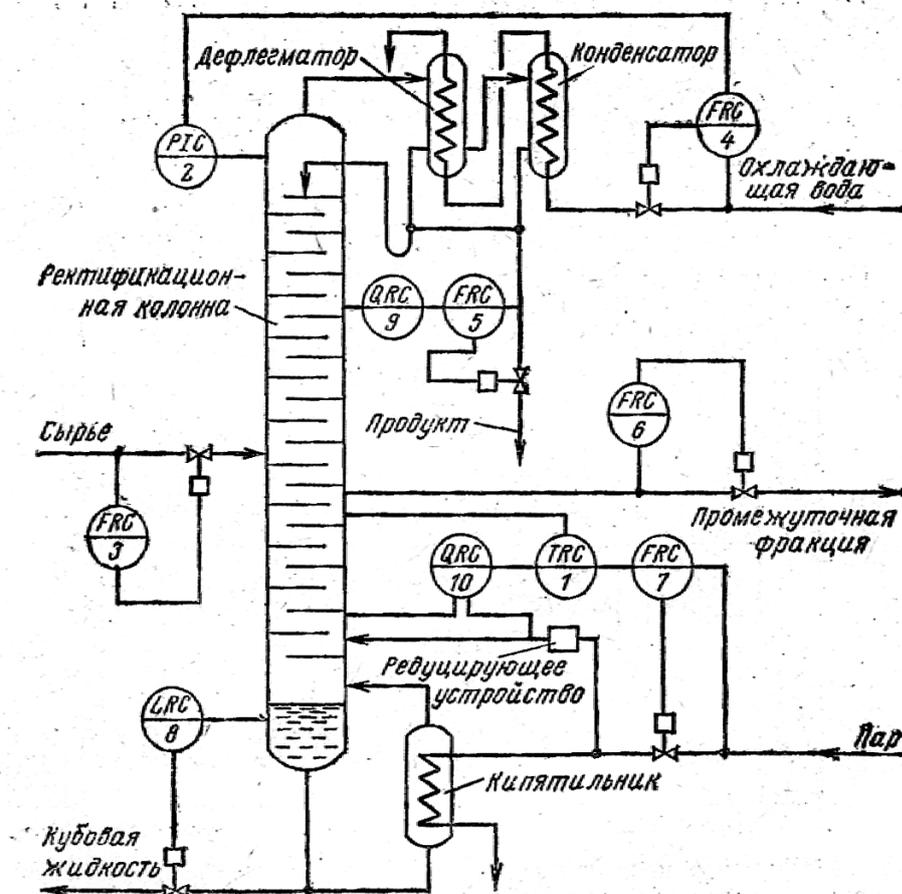


Рисунок 3.3 – Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по второму способу

Регулирующие устройства изображены на схеме технологического процесса вблизи отборных устройств и датчиков и обозначены соответствующими арабскими цифрами, которые проставлены в нижней части окружности, изображающей регулирующее устройство. Исполнительные механизмы и отборные устройства обозначений не имеют.

Последовательность чтения функциональных схем автоматизации

Для работы по схемам автоматизации необходимо иметь пояснительную записку к проекту, опись чертежей и спецификацию на приборы, средства автоматизации, электроаппаратуру и запорную арматуру.

При чтении схем автоматизации рекомендуется соблюдать следующую последовательность:

1) прочитать все надписи — основную надпись (штамп), примечания, ссылки на относящиеся чертежи и другие дополнительные пояснения, имеющиеся на чертеже;

2) изучить технологический процесс и взаимодействие всех участвующих в нем аппаратов, агрегатов и установок, начиная с ознакомления с пояснительными записками к проекту автоматизации и технологической части;

3) определить организацию пунктов контроля и управления данным технологическим процессом;

4) установить перечень узлов контроля, сигнализации и автоматического регулирования и управления электроприводами, предусмотренных данной схемой.

При этом с помощью спецификаций на приборы и средства автоматизации, электроаппаратуру и запорную арматуру выявляют:

технические средства, с помощью которых реализуются эти узлы;

характер взаимодействия отдельных технических средств автоматики с элементами технологического оборудования;

связь узлов данной схемы автоматизации между собой и с узлами других схем;

номер чертежа принципиальной схемы каждого узла.

Номера чертежей, относящихся к данной схеме автоматизации, устанавливаются по описи чертежей и пояснительной записке к проекту автоматизации. Встречаются случаи выполнения чертежей схем автоматизации, когда номер чертежа принципиальной схемы указывается на линии связи, соединяющей регулирующее устройство с исполнительным механизмом.

Получаемая в результате изучения структурных и функциональных схем автоматизации информация дает общее представление об автоматизируемом объекте и позволяет перейти к изучению принципиальных схем отдельных функциональных узлов.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой функциональная схема автоматизации?
2. Какие сведения можно получить при прочтении функциональной схемы автоматизации?
3. Какие способы могут быть применены при изображении элементов и средств автоматизации на функциональных схемах автоматизации?
4. Какую последовательность рекомендуется соблюдать при чтении схем автоматизации?

План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) разработать функциональную схему автоматизации с соответствующими измерительными преобразователями, приборами и средствами автоматизации.

2. Дать подробное описание разработанной схемы.

3. Выбор приборов и средств автоматизации обосновать.

Рекомендуемая литература

1. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, М.Б. Миндин, С.А. Ключев; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. С.105-118.

2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев]; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. С.25-43.

3. Фешин Б.Н. Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов: Учеб. пособие. – Караганда: КарГТУ, 2000. С.42-44.

4. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.134-142.

Контрольные задания для СРС [1-4]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

2. Прочитать и подробно разобрать функциональную схему автоматизации, приведенную на рис. 3.2. Сравнить ее со схемой на рис. 3.3.

Практическая работа №4

Выбор технических средств АСУ ТП

Цель работы: изучение основных принципов выбора элементов и средств автоматизации систем управления технологическими процессами, получение практических навыков выбора элементов и средств автоматизации.

Общие сведения

На основе анализа технологической схемы и существующих приборов и средств автоматизации, применяемых в заданном технологическом процессе, формулируются основные требования к приборам и средствам автоматизации, которые можно подразделить на следующие:

а) функциональные требования, включая технические характеристики;

б) требования, выдвигаемые физическими условиями работы (искро- и взрывобезопасность, вибростойкость, влагонепроницаемость, защищенность от агрессивной среды и т.п.);

в) требования по надежности и ремонтпригодности;

г) весовые и габаритные требования на всю систему автоматизации в целом и на отдельные ее элементы (приборы и средства автоматизации);

д) требования инженерной психологии, связанные с недопустимостью

ошибок при эксплуатации системы автоматизации человеком, организация рабочего места оператора и т. п.

Следует иметь в виду, что условия окружающей среды в местах установки средств автоматизации определяют возможность их применения, особенность работы службы эксплуатации, а в отдельных случаях и работоспособность агрегатов, линий и производств.

Условия пожаро-, взрывоопасности объекта и агрессивности окружающей среды, а также требования к быстродействию, дальности передачи сигналов информации и управления являются определяющими при выборе средств автоматизации по виду энергии носителя сигналов (электрической, пневматической, гидравлической и др.) в канале связи. Так, для пожаро- и взрывоопасных технологических процессов (установок) в большинстве случаев применяют пневматические средства автоматизации; при высоких требованиях к быстродействию и значительных расстояниях между источниками и приемниками сигналов информации применяют, как правило, электрические и комбинированные средства автоматизации.

Также необходимо ориентироваться на использование серийно выпускаемых средств; при этом следует учитывать, что средства автоматизации общепромышленного применения предназначены для усреднённых промышленных условий эксплуатации и не все они могут удовлетворять работе отдельных предприятий.

Следует стремиться к применению однотипных приборов и ТСА, предпочтительно унифицированных комплексов, характеризующихся простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки на щитах автоматики. Использование однотипных (унифицированных) средств даёт значительные эксплуатационные преимущества как с точки зрения их настройки, так и при техническом обслуживании и ремонте.

В проектируемые системы автоматизации необходимо закладывать средства автоматизации с тем классом точности, который определяется действительными требованиями объекта автоматизации. Как известно, чем выше класс средства измерения, тем более сложной является конструкция прибора, тем выше его стоимость, сложнее эксплуатация.

Количество приборов и средств автоматизации на оперативных щитах и пультах должно быть ограниченным. Излишек аппаратуры является не менее вредным, чем её недостаток: усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдений за основными приборами, определяющими ход технологического процесса, удлиняет сроки монтажных работ, увеличивает стоимость автоматизируемого объекта [1,3].

Выбор приборов и средств автоматизации

Выбору промышленных приборов и средств автоматизации предшествует определение необходимого состава и составление функциональной схемы автоматизации технологического процесса (объекта), исходя из принятого принципа регулирования (управления), функциональных задач, которые должна выполнять система, и конструктивных особенностей серийных

приборов.

При составлении функциональной схемы автоматизации приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники необходимо показывать в соответствии с ГОСТ 21.404-85 и отраслевыми нормативными документами.

При определении состава функциональной схемы необходимо руководствоваться следующим порядком действий:

а) определяются возможные варианты использования сигнала датчика. Информация от датчика (чувствительного элемента) может использоваться несколькими системами контроля и регулирования. В современных системах сигнал датчика часто вводится непосредственно в управляющую вычислительную машину. Это вызывает необходимость выбирать датчики с несколькими выходными преобразователями и комплектовать их первичными приборами с высокоомным усилителем.

б) анализируется возможность использования в системе автоматизации единого сигнала связи (например, сигнала постоянного тока 4...20 мА). Если современные технические средства контроля и регулирования не дают возможности использовать единый сигнал связи по выбранному каналу управления, то необходимо ввести в состав системы автоматизации нормирующий преобразователь (например, преобразователь напряжения переменного тока 0...1 В в сигнал постоянного тока 4...20 мА).

в) определяется состав информационной аппаратуры (вторичных приборов, сигнальных устройств и др.), устанавливаемой по месту измерения и регулирования, на операторском пульте, на местном щите управления и т.д.

г) исходя из функций системы автоматизации и иерархического структурного построения системы определяется наличие ключей, кнопок управления, источников питания, блоков или пультов управления и т.д.

д) в зависимости от количества регулирующих органов, на которые будет воздействовать система регулирования, определяется соответствующее количество аппаратуры для реализации команд управления (магнитных пускателей, исполнительных механизмов и т.д.).

е) на основе характеристики условий работы проектируемой системы автоматизации выбирается соответствующая ветвь средств автоматизации (электрическая, пневматическая, гидравлическая). Кроме того, необходимо учитывать эксплуатационную надежность элементов системы в данной среде, возможность реализации системы с минимальными затратами, необходимое быстродействие, протяженность каналов связи от датчика и до исполнительного механизма, используемый на данном предприятии или принятый в проекте автоматизации род энергии и т.д.

После определения состава функциональной схемы автоматизации следует приступить к выбору отдельных элементов (комплектованию системы) [1,2].

Рассмотрим подробнее выбор средств автоматизации на примере датчика.

Выбор датчика

Выбор датчика технологического параметра определяется физической природой этого параметра. При этом анализируются технические характеристики и возможности всего ряда датчиков, пригодных для измерения регулируемой (контролируемой) величины.

В процессе выбора датчика в первую очередь необходимо учитывать характеристики контролируемой и окружающей среды (температуру, влажность, давление и т.д.), в которых придётся работать датчику. Также учитываются условия, в которых находится контролируемый параметр (в трубопроводах, в открытых емкостях под атмосферным давлением, в закрытых емкостях под избыточным давлением и т.д.). В зависимости от условий окружающей среды выбирают исполнение датчика (искробезопасное, тропическое и т.д.).

Диапазон действия датчика выбирается с учетом минимальных и максимальных длительных значений регулируемой величины. Здесь необходимо учитывать, что необоснованно завышенный диапазон действия датчика снижает точность контроля (измерения).

Погрешность датчика не должна превышать допустимой погрешности контроля (измерения) регулируемой величины, которая определяется технологией производства и погрешностью регулирования по выбранному каналу управления.

Датчик должен выбираться с учетом передачи сигнала в последующие элементы системы автоматизации. Это значит, что выходной сигнал датчика должен соответствовать сигналу связи, принятому в проектируемой системе. Число выходных сигналов датчика (количество выходных преобразователей) определяется принятым составом функциональной схемы автоматизации.

При выборе датчика необходимо установить возможность обеспечения условий для нормальной работы выбранного датчика, обеспечивающих паспортные параметры датчика в предлагаемом месте его установки. Так, например, для обеспечения нормальной работы диафрагменного расходомера объемного расхода необходимо иметь длину прямолинейного участка трубопровода $10 D$ до и $20 D$ после расходомера, где D – диаметр трубопровода. Для нормальной работы щелевого расходомера объемного расхода необходимо обеспечить перепад высот (уровней) трубопровода и т.д.

В ряде случаев следует учитывать электромагнитную (магнитную) совместимость датчика с другими элементами системы автоматизации и технологического оборудования.

Немаловажное значение имеет стоимость датчика, зависящая от сложности его изготовления, стоимости чувствительного элемента, протяженности необходимых линий связи и масштабов производства (крупносерийные изделия предпочтительнее).

Наконец, необходимо учитывать также фактор морального устаревания технических средств за промежуток времени между созданием проекта системы автоматизации и его воплощением, что вынуждает предъявлять

более жесткие требования в отношении новизны и перспективности применяемых датчиков и других технических средств автоматизации [1,3].

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования предъявляются к приборам и средствам автоматизации?
2. Какой последовательностью действий необходимо руководствоваться при определении состава функциональной схемы?
3. Какие критерии используют при выборе датчиков?

План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать соответствующие датчики и средства автоматизации.
2. Обосновать выбор типа и исполнения приборов и средств автоматизации.

Рекомендуемая литература

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.
2. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др.; Под общ. ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 817 с.: ил.
3. Справочник по средствам автоматики / [Б.И. Филиппович, А.П. Шорыгин, В.А. Царьков и др.]; Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с.: ил.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Сформулировать основные и дополнительные критерии при выборе типа и исполнения приборов и средств автоматизации.

5 Методические указания для выполнения лабораторных работ

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1 Подготовка к работе

Этап домашней подготовки (в рамках СРС) является одним из основных и включает:

- а) ознакомление с описанием лабораторной работы и используемых аппаратных и программных средств;
- б) изучение соответствующих разделов теоретической части дисциплины;
- в) выполнение необходимых расчетов, таблиц, графиков;
- г) подготовка соответствующих бланков и заготовок таблиц и графиков.

2 Выполнение работы

Перед выполнением работы проводится контроль степени подготовки, который включает отчет по предыдущей работе и проверку домашней подготовки. При этом материалы домашней подготовки должны иметься у каждого члена бригады студентов. Если материалы, представленные студентом, или его ответы на вопросы признаны преподавателем неудовлетворительными, студент к выполнению работы не допускается.

При выполнении работ с использованием лабораторного оборудования следует придерживаться следующих основных правил:

- а) перед началом работы следует убедиться в рабочем состоянии учебного (лабораторного) оборудования;
- б) к выполнению лабораторной работы
- в) после выполнения лабораторного задания преподавателю предъявляются результаты проведенного эксперимента – работа считается выполненной только после утверждения черновика преподавателем;
- г) по окончании работы должны быть выключены все источники питания и лабораторные стенды, приведено в порядок рабочее место.

При выполнении работ с использованием ПЭВМ необходимо соблюдать следующие правила:

- а) занятие рабочего места допускается только с разрешения преподавателя;
- б) перед выполнением работы следует удостовериться в рабочем состоянии учебного оборудования (монитора, клавиатуры и др.) и наличия соответствующей прикладной учебной программы (пакета прикладных программ);
- в) во время работы запрещается изменение установок в прикладных учебных программах и программном обеспечении, установленном на учебных ПЭВМ;
- г) после выполнения лабораторной работы преподавателю предъявляются результаты проведенного эксперимента – работа считается выполненной только после утверждения результатов преподавателем;
- д) результаты выполненных работ необходимо сохранять на носителе информации индивидуального пользования (flash-карта, CD-RW, дискета и

др.);

е) по окончании работы следует закрыть все использовавшиеся прикладные учебные программы и приложения, привести в порядок рабочее место.

Выполнение работ в учебных аудиториях регламентируется также соответствующей инструкцией по технике безопасности, ознакомление с которой подтверждается личной подписью студента.

3 Составление отчета

Отчет о выполненной работе в соответствии с действующими нормативами и стандартами оформляется каждым студентом самостоятельно. Отчет должен содержать:

а) цель работы, краткое объяснение методики расчета и расчетных формул;

б) результаты измерений и расчетов в виде таблиц, графиков, осциллограмм и т. п.;

в) анализ полученных результатов и выводы по работе.

Небрежно составленный отчет может явиться причиной, по которой студент не будет допущен к защите соответствующей работы.

Лабораторная работа № 1ТСА

Технические средства автоматизации конвейерных линий

Цель работы: изучение методов и средств управления конвейерными линиями в соответствии с их технологическим назначением и структурой; исследование функциональных свойств и возможностей аппаратуры автоматизации конвейерного транспорта; приобретения практических навыков технической диагностики схемы управления АУК.1М в различных режимах работы.

Основные положения по автоматизации конвейерного транспорта

В горной и других отраслях промышленности широко внедрено централизованное автоматизированное управление процессами *пуска-остановки* конвейерных линий с обеспечением автоматической защит от аварий. В основу централизации управления положен принцип автоматического пуска конвейера в линии в последовательности, обратной движению грузопотока, с контролем момента пуска каждого конвейера по скорости предыдущего и остановки конвейерной линии одновременным отключением аварийного конвейера и всех последующих, доставляющих груз на аварийный.

Дальнейшее качественное совершенствование автоматизации конвейерных линий должно развиваться в направлении повышения централизации управления на базе использования специализированных ЭВМ и микроконтроллеров, что позволит повысить оперативность управления за счет обработки большого объема информации о работе конвейеров, причинах аварийных ситуаций, вести работу конвейеров в оптимальных режимах, увязанных с работой очистных забоев или других источников грузопотока.

Автоматизация конвейерного транспорта предусматривает оснащение средствами автоматического контроля и защиты каждого конвейера и управление, как отдельными конвейерами, так и всей линией.

Под автоматизированной конвейерной линией понимается такая линия, конвейеры которой объединены общей системой управления, обеспечивающей соблюдение необходимых блокировок и защит, а также автоматическую реализацию законов пуска, остановки и дозапуска конвейерной линии.

Основными факторами, влияющими на процесс автоматизации конвейерных линий, являются: разнообразие технологических схем конвейерных линий по конфигурации, длине, числу конвейеров и ответвлений; разнотипность конвейеров по их технологическому назначению, производительности, конструктивному исполнению, длине и динамическим характеристикам; разнотипность приводов конвейеров по числу и типу двигателей и т.д.

Системы автоматизации конвейерных линий с учётом современного уровня совершенствования конвейеров должны обладать функциональными возможностями, обеспечивающими:

- управление конвейерной линией с пульта управления, расположенного в зоне перегрузки с конвейерной линии в вагонетки, либо с пульта, находящегося в лаве;

- автоматический пуск конвейеров в линии в направлении против грузопотока с помощью пускового устройства;

- возможность, как выбора, так и отдельного пуска любого маршрута разветвленной конвейерной линии;

- автоматическую подачу звукового предупредительного сигнала перед пуском конвейерной линии, который должен отключаться через установленное время или при несостоявшемся пуске;

- при запуске отдельных маршрутов разветвленной конвейерной линии подачу звукового сигнала только по этому маршруту;

- возможность до запуска части конвейерной линии при остальных работающих конвейерах;

- автоматический контроль скорости движения ленты или скребковой цепи конвейера;

- включение на пуск каждого последующего конвейера только после достижения предыдущим конвейером заданной скорости;

- включение дополнительных маршрутов без остановки работающих: включение системы орошения только на работающем конвейере и при наличии на нем груза;

- оперативное отключение всей конвейерной линии или маршрутов с пункта управления;

- автоматический возврат схемы в исходное положение после оперативного отключения с пункта управления;

- экстренное прекращение пуска и экстренную остановку любого конвейера из любой точки по его длине;

автоматическое аварийное отключение конвейера при следующих нарушениях: отсутствии сигнала о достижении заданной скорости при пуске, снижении скорости во время работы несущего полотна или тяговой цепи до 75% номинальной при неисправности привода конвейера, недопустимом перегреве при водных барабанах, масла в турбомуфтах; сходе ленты в сторону; завале мест перегрузки и неисправностях цепей управления и контроля;

возможность наложения тормозов при оперативном и аварийном отключении ленточных конвейеров только при скорости ленты меньше 0,5м/с;

для конвейеров с автоматической натяжной станцией при снижении скорости ленты до 75% номинальной включение натяжной станции на увеличение натяжения ленты;

экстренное отключение конвейера с наложением тормозов в момент отключении конвейера или при обрыве ленты или цепи, при экстренном прекращении пуска или экстренной остановке конвейера из любой точки по его длине, при завале перегрузочного устройства и превышении номинальной скорости ленты на 8% для конвейеров, устанавливаемых на наклонных выработках;

сигнал аварийного или экстренного отключения конвейера, сохраняются до ручной деблокировки его по месту аварии во всех случаях, кроме завала перегрузочного устройства или схода ленты;

одновременное автоматическое отключение всех конвейеров, транспортирующих груз на остановившийся конвейер;

отключение системы орошения при остановке конвейера;

блокировку, не допускающую повторное включение остановившегося из-за аварии конвейера, без ручного возврата системы защиты в исходное состояние;

блокировку, запрещающую запуск конвейерной линии при отсутствии возможности приема груза в месте разгрузки;

возможность перевода на местное управление любого конвейера линии без нарушения процесса автоматизированного управления остальными конвейерами;

сигнализацию на пульте управления о числе конвейеров, работающих в линии, маршруте;

сигнализацию на блоках управления о неисправном состоянии и причине неисправности конвейера;

двустороннюю телефонную связь с возможностью звукового кодового вызова;

информацию о состоянии конвейерной линии в систему оперативного диспетчерского контроля и управления шахты.

Для грузопассажирских конвейеров, когда осуществляется перевозка людей, предусматриваются дополнительные требования: предупредительная сигнализация у мест схода людей с ленты; аварийное отключение конвейера при проезде человеком места схода и при превышении скорости ленты; невозможность включения конвейера при отсутствии или неисправности сбрасывающего щитка, а также повторного включения конвейера до момента ручной

деблокировки при его экстренном отключении; невозможность включения механизмов, подающих груз на конвейер; отключение системы орошения и контроль движущихся площадок схода.

В настоящее время для управления конвейерами и конвейерными линиями в горной промышленности применяются как отдельные устройства контроля технологических параметров конвейера, так и комплексная аппаратура автоматизации конвейерных линий. Контроль технологических параметров конвейерных линий осуществляется с помощью: датчиков контроля скорости (ДМ-2М, УПДС, ДКС), реле контроля скорости (РСА, УКСЛ-1, РС-67), аппаратов контроля двухцепной конвейерной линии (КДК), аппаратов контроля температуры приводных барабанов ленточных конвейеров (АКТЛ-1), датчиков заштыбовки (ДЗШ), кабель-тросовых и линейных выключателей для экстренной остановки конвейера (КТВ-2, ВЛ-3), реле контроля уровня заполнения емкостей или бункеров (ИКС-2, РКУ.1М), устройства контроля целостности тросов резинотросовых лент (УКПЛ-1, УКЦТ-1), реле времени (РВИ-300), датчиков контроля схода ленты (КСЛ-2), аппаратов контроля пробуксовки ленты (АКП). Для автоматизации неразветвленных конвейерных линий применяется аппаратура типа АУК.1М, АУК.2, а разветвленных – ЦИКЛ, ПРЛ, РКЛД-2М.

Автоматизированная система управления непрерывными транспортными линиями

Все типы серийной выпускаемой аппаратуры автоматизированного управления конвейерными линиями имеют узкое целевое назначение. Все операции пуска и остановки линии, кроме выбора маршрута и подачи общего токового сигнала, осуществляются автоматически. За счет этого достигается простота схемных решений, пульт управления получается простым и для запуска линии требуется один оператор.

Совершенствование аппаратуры автоматизированного управления конвейерными линиями осуществляется по трем направлениям:

- переходом на более современную элементарную базу;
- изменением структуры аппаратов;
- расширением функциональных возможностей аппаратуры.

Комплекс автоматизированного управления конвейерами АУК.1М предназначен для управления и контроля работы стационарных и полустационарных неразветвленных конвейерных линий. Комплекс АУК.1М совместно с пультом управления ПРЛ может использоваться для управления разветвленными конвейерными линиями.

Передача команд управления и сигнализации в комплексе осуществляется по двухпроводной линии и проводу «земля».

Пуск конвейерной линии (рис. 1) осуществляется командами, выдаваемыми с пульта управления по проводам 1, 2 на блоки управления. После нажатия кнопки «Пуск» на пульте управления по линии подается звуковой предупредительный сигнал. По прошествии 5 сек. с пульта управления на первый блок управления поступает сигнал пусковой

полярности, что приводит к выдаче с блока управления сигнала на запуск первого конвейера. Пускатель выключается и начинается разгон конвейера.

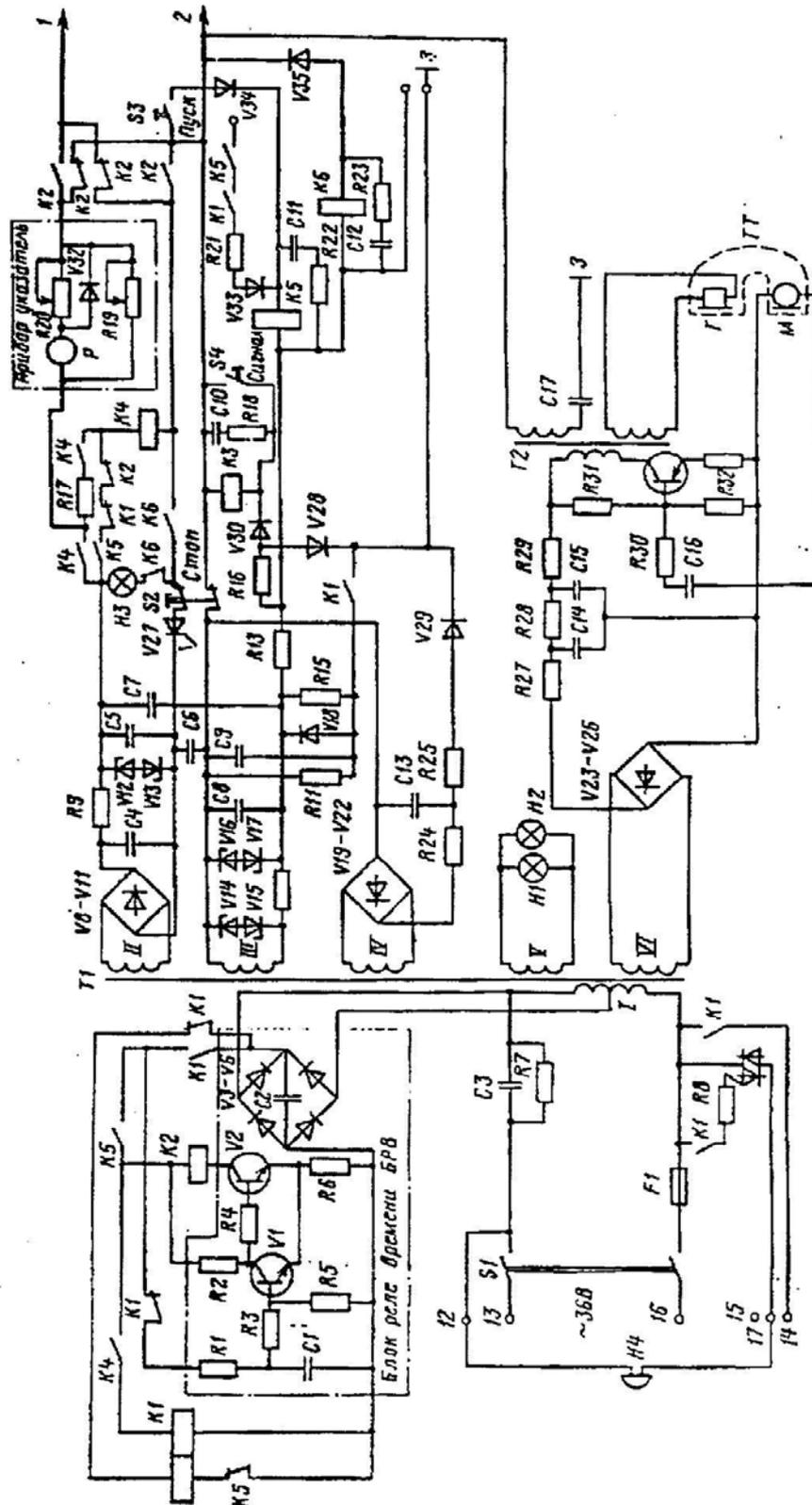


Рисунок 1 – Принципиальная схема управления аппаратуры АУК.1М

При достижении конвейером заданной скорости включается его реле скорости и обеспечивает подачу сигнала пусковой полярности на блок управления второго конвейера, происходит запуск конвейера и т.д. При включении реле скорости в последнем блоке управления сигнал пусковой полярности поступает в блок концевого реле *БКР*, с выхода которого по проводам 2 и "земля" выдается команда на прекращения пуска на пульт управления, в результате чего полярность сигнала с пусковой меняется на рабочую, реле в блоке *БКР* отключается и все аппараты управления переводятся в режим контроля. Число включившихся конвейеров фиксируется прибором-указателем. Оператор может прекратить запуск в любой момент нажатием кнопки «Сигнал», что приводит к отключению реле *K3* и *K2* и прекращению пуска. Дозапуск оставшихся конвейеров производится повторным нажатием кнопки «Пуск».

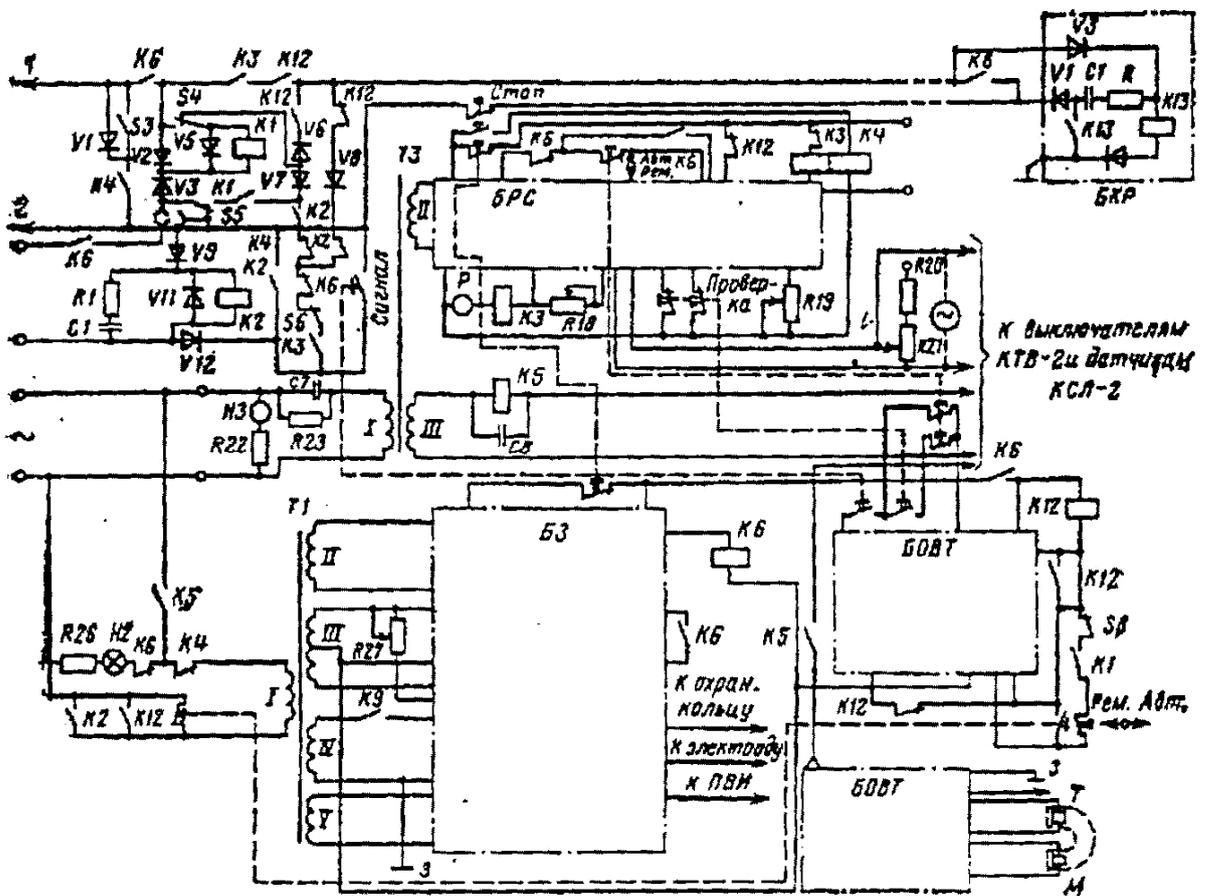


Рисунок 2 – Принципиальная схема блока управления конвейером аппаратуры АУК.1М

Оперативная остановка конвейерной линии осуществляется нажатием кнопки «Стоп» на пульте управления, в результате чего отключается реле *K5* и реле *K4* пульта управления и реле *K1* всех блоков управления. При нажатии кнопки «Стоп» на блоке управления останавливается конвейер, управляемый этим блоком, и все последующие конвейеры по направлению против грузопотока.

Аварийная остановка конвейера или экстренное прекращение запуска линии осуществляются замыканием накоротко голых проводов или с помощью

кабель тросового выключателя *КТВ-2*, а также под действием средств защиты и контроля работы конвейеров. В аппаратуре предусмотрен режим местного управления отдельными конвейерами при проведении ремонтноналадочных работ.

Работа комплекса. При подаче напряжения питания на трансформатор *Т1* пульта управления включается реле *К3* и своим контактом разрывает цепь питания реле *К1*. При кратковременном нажатии на кнопку «Пуск» пульта управления в нем включаются и блокируются реле *К5* и *К4*. Одновременно поступает питание на реле *К1* с выпрямительного моста *У3—У6*. оно включается и своим контактом замыкает цепь питания всех реле *К2*, расположенных в блоках управления. Через 5 с включается реле времени *К2* и в линию подается напряжение пусковой полярности («+» на зажим 1, «—» на зажим 2), в результате чего в первом блоке управления включаются реле *К1* и *К12*. Последнее своим контактом подключает питание промежуточному реле пускателя, что приводит к запуску первого конвейера. При достижении первым конвейером заданной скорости от сигнала датчика скорости включается реле скорости *К3* первого блока управления и подает пусковую полярность на реле *К1* второго блока управления, происходит запуск второго конвейера и т. д. до запуска всей конвейерной линии. При включении концевого реле *К13 БКР* (рис. 2) отключаются реле *К3* и *К2* (см. рис. 1) в пульте управления. Это приводит к отключению реле *К13 БКР*, включению реле *К3* и отключению *К7* в пульте управления и прекращению подачи предупредительного сигнала. В линию поступает рабочая полярность, и все реле *К1* в блоках управления питаются через контакты собственных реле *А3* и через контакт реле *К3* предыдущего блока, чем обеспечивается режим контроля и защиты и отключение всех конвейеров после аварийно отключившегося в направлении против грузопотока.

Реле *К4* служит для обеспечения нулевой защиты схемы при снятии напряжения и аварийного отключения при замыкании проводов 1 и 2.

Реле *К3* и *К1* применяются для осуществления предупусковой и кодовой звуковой сигнализации, а также прекращения запуска.

Реле *К5* используется для осуществления запуска конвейерной линии. Отключение реле *К5* происходит при нажатии кнопки «Стоп» пульта управления, отключении реле *К1*, замыкании реле *К13 БКР* (рис. 2), срабатывании аварийного реле *К4* (см. рис. 1) блока управления или замыкании проводов 1,2.

Реле отключения линии *К6* служит для обеспечения совместной работы комплекса АУК.1М с пультом *ППЛ*.

В блоке управления (см. рис. 2) реле *К1* предназначено для приема и выдачи сигнала управления приводом конвейера в автоматическом режиме. При запуске оно обтекается током пусковой полярности, а после запуска – рабочей полярности. В рабочем режиме реле *К1* каждого блока управления питается через контакт реле скорости *К3* данного блока управления. Реле *К1* включает вторичное реле управления *К12*, которое служит для: включения искробезопасных цепей магнитных пускателей; исключения самоблокировки

реле *K7* данного блока управления при замыкании на «землю» провода 1 и наличии предпускового сигнала; исключения вероятности самовыключения реле *K1* последующего блока управления при аналогичном замыкании; обеспечения начала отсчета выдержки времени на включение схем питания реле *K3* и *K4*.

Реле *K2* служит для включения звукового сигнала перед пуском конвейеров, а также для осуществления кодовой или аварийной сигнализации.

Блок контроля заштыбовки *B3* совместно с электродным датчиком служит для контроля уровня транспортируемой горной массы в местах перегрузки с конвейера на конвейер.

Блок отсчета времени и телефона *БОВТ* служит для отсчета времени длительности предпускового сигнала в ремонтном режиме работы, отсчета времени между пусками электродвигателей двух приводного конвейера и задержки на отключение реле *K6* от действия блокировочных устройств и усиления сигнала телефона.

Узел контроля скорости предназначен для выполнения: выдержки времени между пусками конвейеров, входящих в линию; контроля движения рабочего органа конвейеров; контроля снижения скорости тягового органа конвейера до 75% номинальной; выдержки времени на передачу звукового сигнала при аварийном отключении и заштыбовке.

Для управления разветвленной конвейерной линией разработан пульт ПРЛ, который обеспечивает возможность управления линией, имеющей до пяти ответвлений при общем количестве конвейеров 60 штук. Пульт можно устанавливать как в шахте, так и на поверхности. В комплект ПРЛ входят: блок питания БП, программный блок управления и сигнализации БУС и блоки индикации БИ1, БИ2.

Пульт ПРЛ обеспечивает:

выбор и пуск каждого маршрута с автоматическим прекращением пуска после окончания пуска последнего конвейера;

пуск части конвейеров маршрута и последующий пуск остановившихся конвейеров без остановки работающих;

оперативное отключение каждого ответвления независимо от состояния других ответвлений;

автоматическое отключение ответвления при отключении соответствующего конвейера основного (центрального) направления;

селективную подачу кодового звукового сигнала на любое ответвление и соответственно селективный прием световых и звуковых или только световых сигналов с любого ответвления;

автоматическую подачу предупредительного сигнала при пуске ответвлений;

дуплексную телефонную связь между оператором и абонентами блоков управления аппаратуры и возможность приема усиленных речевых сигналов;

визуальную информацию о числе одновременно включенных конвейеров в каждом ответвлении и на центральном направлении;

нулевую защиту, отключающую конвейер при снятии напряжения питания с пульта ПРЛ.

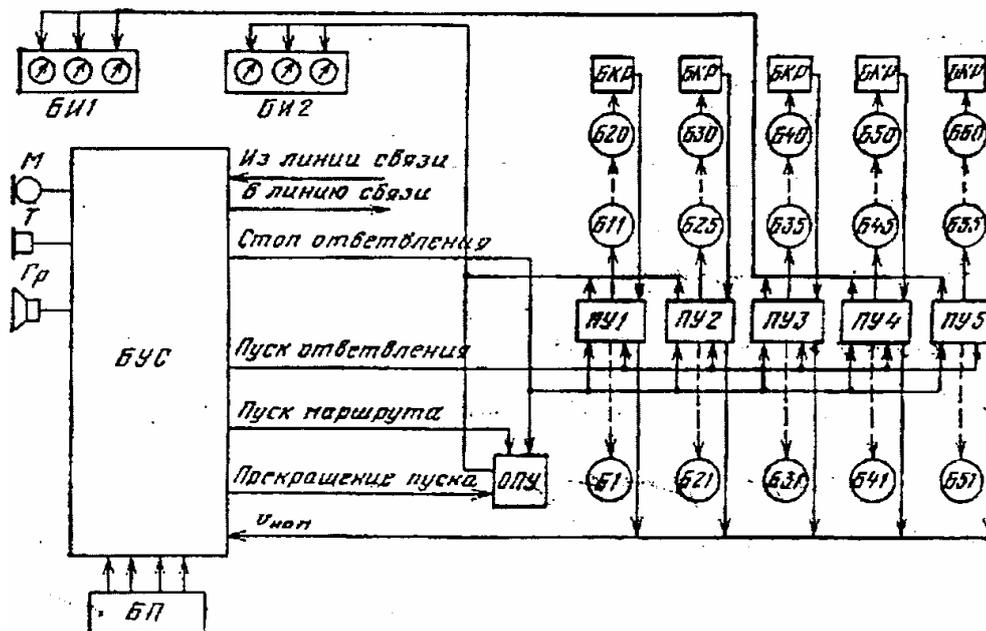


Рисунок 3 – Функциональная схема пульта управления ПРЛ:

БУС – программный блок управления и сигнализации; БП – блок питания; БИ1, БИ2 – блоки индикации; ОПУ – пульт основного направления; ПУ1-ПУ2 – пульты ответвлений; Б1-Б60 – блоки управления конвейерами; БКР – блок концевого реле; М – микрофон; Т – телефон; Гр – громкоговоритель.

Функциональная схема пульта управления ПРЛ представлена на рис.3.

Порядок выполнения работы

1. Изучить методы управления конвейерными линиями.
2. Изучить назначения, функциональные свойства и возможности, принцип работы схемы АУК.1М.
3. Составить алгоритм процесса управления конвейерной линией.
4. Составить условия возбуждения основных элементов схемы (цепи питания реле).
5. Исследовать работу схемы в различных режимах (автоматический запуск линий, дозапуск части конвейерной линии, местное управление от дельными конвейерами, аварийная остановка и экстренное прекращение пуска линии). Во всех режимах обратить особое внимание на работу звуковой и световой сигнализации.
6. Исследовать работу схемы в аварийных режимах. Необходимо обнаружить неисправность схемы (неисправность вносится в схему преподавателем), выяснить её причину и определить способ устранения.

Содержание отчета

1. Краткое описание функциональных возможностей аппаратуры АУК.1М.

2. Блок-схема алгоритма процесса управления конвейерной линией.
3. Структурные формулы цепей возбуждения основных элементов схемы АУК.1М (конкретные элементы схемы задаются преподавателем каждому студенту отдельно).
4. Описание алгоритма поиска заданной неисправности.
5. Краткие выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет аппаратура АУК.1М? В каких режимах она работает?
2. Какие виды сигнализации обеспечивает схема АУК.1М?
3. С помощью каких элементов производится контроль времени разгона двигателей, скорости рабочего органа конвейера, заштыбовки?
4. В какой последовательности выполняется пуск конвейерной линии с помощью комплекса АУК.1М?
5. Назначение реле К1 – К6 пульта управления АУК.1М.
6. Для каких целей применяется пульт ПРЛ?

Рекомендуемая литература

1. Батицкий В.А., Куроедов В.И., Рыжков А.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. – М.: Недра, 1991.
2. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985.
3. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников. – М.: Недра, 1985.

Контрольные задания для СРС [1-3]

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями и подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Изучить соответствующие источники, описывающие свойства и технические характеристики современной аппаратуры управления конвейерными линиями.

Лабораторная работа № 2ТСА

Технические средства автоматизации водоотливных насосных установок

Цель работы: изучение методов и средств автоматизации водоотливных установок; исследование функциональных свойств и возможностей аппаратуры типа АВН-1м; приобретение практических навыков технической диагностики схем автоматизации водоотливных насосных установок.

Основные положения по автоматизации водоотливных установок

Водоотливные установки являются одним из главных объектов автоматизации, поскольку процесс водоотлива связан со значительными энергетическими и экономическими затратами.

Технология горных работ предусматривает применение участкового, проходческого, зумпфового и главного водоотливов.

В зависимости от глубины шахты, горных и гидрологических условий на шахтах находят применение различные технологические схемы шахтного водоотлива: одноступенчатые, многоступенчатые (с промежуточным водосборником или последовательно включенными насосами), параллельная работа насосов на один трубопровод, с принудительной заливкой насосов перед пуском или углубленной насосной камерой.

Независимо от технологической схемы водоотлива существуют общие задачи автоматизации водоотливных установок:

- высвобождение обслуживающего персонала;
- повышение надежности и безопасности горных работ;
- обеспечение оптимальных режимов работы насосов за счет регулирования их производительности.

С позиций управления и экономической эффективности процесс автоматизации водоотливных установок развивается двумя этапами. Первый этап - автоматизация процесса пуска и остановки насосов в функции уровня воды в водосборнике.

Второй этап - автоматическое управление насосом в целях обеспечения оптимальных режимов работы водоотливной установки.

Экономическая эффективность первого этапа автоматизации обеспечивается высвобождением обслуживающего персонала. На втором этапе автоматизации эффективность достигается:

- а) упрощением гидравлических и электрических схем водоотлива, т.к. не требуется заливочных систем и сложных программирующих устройств;
- б) сокращением емкости водосборников на 30-50%;
- в) сокращением на 35-75% мощности электродвигателей и производительности насосов;
- г) повышением надежности водоотливных установок, т.к. известно, что около 80% всех отказов возникает в момент пуска насосов в работу;
- д) снижением количества модификаций насосов за счет увеличения рабочей зоны промышленного использования насосов.

В настоящее время основное внимание уделяется первому этапу автоматизации. В соответствии с требованиями первого этапа автоматизации аппарата управления должна обеспечивать три вида управления: автоматическое, местное (в камере водоотлива) и дистанционное (от диспетчера). Функции управления должны включать в себя:

- автоматическое включение и отключение насосов в зависимости от уровня воды в водосборнике (верхний, нижний, аварийный);
- автоматический последовательный пуск и отключение электродвигателей при параллельной работе нескольких агрегатов;
- автоматическое включение резервных насосных агрегатов при выходе - из строя работающих агрегатов;
- автоматическое отключение насоса, включенного диспетчером при достижении водой нижнего уровня;

- автоматическую заливку насосов;
- автоматический контроль за работой насоса и отключение его, если он не развил необходимой производительности или в установке возник отказ;
- сигнализацию на пульт диспетчера о состоянии установки (звуковую и световую);
- блокировки, запрещающие повторное включение отказавшего насоса без вмешательства обслуживающего персонала.

В горной и других отраслях промышленности получило широкое распространение несколько типов аппаратуры автоматизации: АВ-5, АВ-7 - для участкового водоотлива; АВО-3 - для одиночного водоотлива; АВН-1м, УАВ, ВАВ - для главных водоотливов шахт и рудников. В настоящее время для автоматизации водоотливных насосов, оборудованных асинхронными двигателями с к.з. ротором, выпускаются из этого перечня комплексы ВАВ и УАВ, имеющие различные модификации.

Принцип работы схемы АВН-1м

Аппаратура АВН-1м включает в себя аппарат управления насосами АУН-1м, блок генераторов БРУ-2 и сигнальное табло СТВ. Действие аппаратуры автоматизации основано на отработке электрических сигналов от датчиков контроля и выдаче соответствующих сигналов на исполнительные и сигнальные устройства.

Программа длительности и последовательности всех операций по управлению насосами заложена в моторном реле времени. Оно состоит из синхронного двигателя СД и 10 контактных дисков, вращающихся от двигателя через зубчатую передачу. С каждым из дисков, имеющим определенную форму профиля боковой поверхности, связано механически по 1-2 контакта, замыкающихся или размыкающихся при определенных угловых положениях контактных дисков. Полный оборот дисков происходит за 8 минут, т.е. на все операции по пуску в работу одного насоса отводится 160 секунд.

В исходном положении переключатель режимов управления П находится в положении «А» (Автоматическое управление), а переключатели насосов 1П, 2П, 3П, - в положении «Р» (Работа насоса).

После включения питания двигатель моторного реле времени является исходным перед пуском каждого насоса. При этом включается сигнальное реле 2Р и своим замыкающим контактом включает промежуточное реле РП, которое в свою очередь включает сигнальную лампу ЛЗ, указывающую на исправность сигнальных цепей.

Нормальная работа насоса при обычном притоке воды

При достижении водой верхнего уровня включается и самоблокируется реле РУ, включая своим контактом реле РН. Реле РН своим контактом РН2 включает двигатель моторного реле времени и подготавливает цепи гидравлической защиты, заливки и пуска насосов.

Сразу после начала вращения контактных дисков замыкается контакт 10КД-13 и размыкается контакт 10КД-14, однако реле РН не отключается,

находясь на самоблокировке. Отключение реле РН произойдет только после отключения реле РУ, т.е. после откачки воды ниже датчика нижнего уровня НУ.

При повороте контактных дисков от исходного положения на 5° замыкается контакт 4КД-7 в цепи промежуточного реле РП пускателя заливочного насоса, который, включившись, начнет заливать главные насосы.

При повороте контактных дисков от исходного положения на 70° замыкается контакт 7КД-10 в цепи промежуточного реле 1РП пускателя насоса № 1 и насос начинает работать по откачке воды. При повороте контактных дисков на 80° размыкается контакт 4КД-7, что приведет к выключению заливочного насоса. При повороте контактных дисков на 100° размыкается контакт 1КД-1 и замыкается контакт 1КД-4. Контакт 1КД-1 размыкает цепь двигателя моторного реле времени и последний останавливается, прекращая дальнейшее вращение дисков.

Контакт 1КД-4 замыкает цепь питания реле гидравлической защиты 1РГ. Если к моменту замыкания этого контакта насос № 1 развил нормальную производительность и реле производительности включило своим контактом 1РПФ реле защиты РЗ, то при замыкании контакта 1КД-4 реле 1РГ не включается и насос будет продолжать нормальную работу по откачке воды. Контакт РЗ в цепи генератора частоты 20 кГц будет замкнут, сработает реле 1Р и на сигнальном табло будут гореть желтая ЛЖ и зеленая ЛЗ лампы.

Производительность насоса выбирается всегда больше нормального притока воды, поэтому после включения насоса уровень воды в водосборнике будет понижаться. Снижение уровня ниже датчика ВУ не вызовет выключения насоса, т.к. реле РУ находится на самоблокировке через контакт датчика нижнего уровня НУ. Поэтому реле РУ отключится только после опускания уровня воды ниже НУ, а до тех пор включившийся насос № 1 будет находиться в работе. После откачки воды ниже нижнего уровня отключатся реле РУ и РН. Реле РН своим контактом отключит пускатель насоса № 1.

Кроме того, реле РН, отключившись, замкнет свой контакт в цепи двигателя моторного реле времени, и он будет вращаться до тех пор, пока не разомкнется контакт 10КД-13. В этом положении, являющемся исходным для запуска насоса № 2, моторное реле времени будет находиться до очередного заполнения водой водосборника до верхнего уровня.

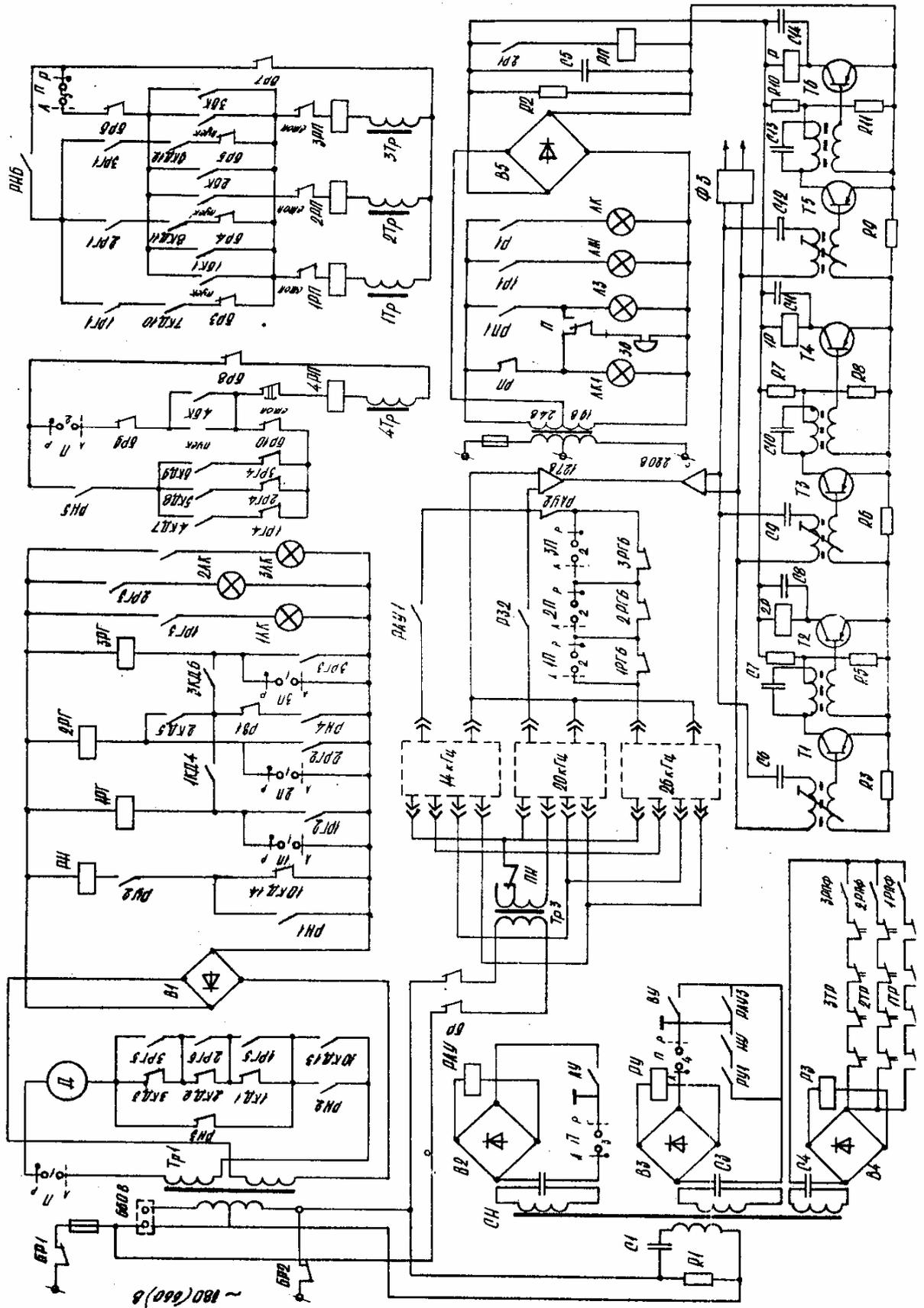


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема аппаратуры АВН-1м

Действие гидравлической защиты

Цепь включения реле защиты РЗ состоит из трех параллельных цепей, в каждой из которых соединены последовательно 4 контакта датчиков температуры подшипников ТР и контакт реле производительности насоса РПФ. При нормальной работе насоса все 5 контактов его цепи являются замкнутыми, т.е. реле РЗ включено.

Если при выполнении программ запуска насоса № 1 к моменту замыкания контакта 1КД-4 насос не развил номинальной производительности и реле РЗ не сработало, то при замыкании этого контакта включится и самоблокируется реле гидравлической защиты 1РГ. Это реле отключит пускатель № 1, включит на щите управления лампу 1Л, сигнализирующую о неисправности насоса №1, и замкнет свой контакт в цепи двигателя моторного реле времени, запустив тем самым в действие программу пуска насоса № 2. То же самое произойдет, если к моменту замыкания контакта 1КД-4 перегреется хотя бы один из четырех подшипников насоса № 1.

Аналогично действует гидравлическая защита и в том случае, если в момент замыкания контакта 1КД-4 реле РЗ было включено, а затем по прошествии некоторого времени (но раньше, чем будет откачана вода из водосборника) какой-либо из 5 контактов в цепи РЗ разомкнется.

Нормальная работа насоса при усиленном притоке воды

При усиленном притоке воды, превышающем производительность насоса, несмотря на нормальную работу насоса по откачке воды уровень воды в водосборнике продолжает повышаться и, наконец, достигает аварийного уровня, вследствие чего включается реле аварийного уровня РАУ. При достижении водой аварийного уровня работающий насос продолжает работать, а на сигнальном табло осуществляется световая и звуковая сигнализация о превышении аварийного уровня.

Для устранения этой аварийной ситуации необходимо перевести управление водоотливной установкой на ручное и кнопками местного управления включить на параллельную работу еще один или два насоса.

Сигнализация о работе водоотливной установки

Для дистанционной сигнализации о работе установки в аппаратуре АВН-1м применяется 3-х канальная частотная телемеханическая система, использующая в качестве линии связи занятую или свободную телефонную пару. В блоке БРУ-2 установлены три высокочастотных генератора Г14, Г20 и Г26, вырабатывающие напряжения с частотами соответственно 14, 20 и 26 кГц. В сигнальном табло СТВ имеются три частотных приемника П14, П20 и П26, настроенных на сигналы тех же частот.

Схема и аппаратура АВН-1м обеспечивает следующую сигнализацию о состоянии водоотливной установки. Световую (лампа ЛЗ), свидетельствующую о наличии питания сигнального табло, аппарата управления, целостности сигнальной системы, исправности насосов и нормальном уровне воды в водосборнике. Эта сигнализация осуществляется замыкающим

контактом промежуточного реле РП, включенного в цепь лампы ЛЗ.

Звуковую (звонок), свидетельствующую об отсутствии питания аппарата управления, об обрыве сигнальной цепи, о неисправности насосов и аварийном уровне воды в водосборнике. При отключении сигнального реле 2Р размыкающими контактами 1РГ (2РГ, 3РГ) или реле аварийного уровня РАУ замыкается замыкающий контакт 2Р в цепи промежуточного реле РП, замыкается размыкающий контакт РП в цепи звонка и лампы ЛК1.

При гидравлической неисправности насоса размыкаются замыкающие контакты соответствующего реле производительности РПФ в цепи реле защиты РЗ, которое, отключаясь, замыкает свой размыкающий контакт в цепях реле гидравлической защиты.

Световую – о нормальной работе насосов (при нормальной работе насоса замыкающий контакт реле защиты Р8 в цепи генератора 20 кГц замкнут и на сигнальном табло включено реле 1Р и горит желтая лампа ЛЖ).

Световую и звуковую, свидетельствующую об аварийном уровне воды в водосборнике. При повышении уровня воды до аварийного срабатывает реле аварийного уровня РАУ, замыкая при этом свой замыкающий и размыкая размыкающий контакты соответственно в цепях генераторов Г14 и Г26, срабатывает реле Р и отключается реле 2Р, при этом загорается красная лампа ЛК и звонит звонок.

Световую – о гидравлической неисправности насосов или о перегреве подшипников (лампы 1Л, 2Л, 3Л).

Порядок выполнения работы

1. Изучить методы управления водоотливными установками.
2. Изучить назначение, функциональные свойства и принцип работы схемы аппаратуры АВН-1м.
3. Составить алгоритм процесса управления водоотливными установками.
4. Составить условия возбуждения основных элементов схемы (РУ, РАУ, РЗ, РГ, РН, РП, 1РП, 2РП, 3РП, цепей сигнализации).
5. Исследовать работу схемы в следующих режимах:
 - а) при верхнем уровне воды в водосборнике;
 - б) при аварийном уровне воды в водосборнике;
 - в) при срабатывании гидравлической защиты;
 - г) при местном управлении агрегатами.Во всех указанных режимах изучить работу цепей сигнализации.
6. С целью приобретения практических навыков технической диагностики исследовать работу схемы в аварийных ситуациях (неисправность в схему вносится преподавателем).

Содержание отчета

Отчет должен содержать в себе:

- а) краткое описание функциональных возможностей аппаратуры АВН-1м;
- б) блок-схему алгоритма процесса управления водоотливной установкой;
- в) структурные формулы цепей возбуждения основных элементов

схемы (конкретные элементы схемы задаются преподавателем каждому студенту отдельно);

- г) временную диаграмму замыкания контактов моторного реле времени;
- д) таблицы состояний элементов, участвующих в работе, при различных режимах работы схемы;
- е) описание алгоритма поиска заданной неисправности схемы;
- ж) краткие выводы по работе в целом.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет аппаратура АВН-1м?
2. В каких режимах может работать аппаратура?
3. Какие виды сигнализации обеспечивает аппаратура АВН-1м?
4. Назначение реле РУ, РАУ, РЗ, РГ, РН, РП?
5. Назначение моторного реле времени?
6. Описать действие гидравлической защиты АВН.

Рекомендуемая литература

1. Батицкий В.А., Куроедов В.И., Рыжков А.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. – М.: Недра, 1991.
2. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985.
3. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников. – М.: Недра, 1985.
4. Справочник по средствам автоматики. / Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
5. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др. Под общ. ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987.

Контрольные задания для СРС [1-5]

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями и подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Изучить соответствующие источники, описывающие свойства и технические характеристики современной аппаратуры управления водоотливными установками.

Лабораторная работа № 3ТСА

Технические средства автоматизации вентиляторных установок главного проветривания

Цель работы: изучение основных методов и средств автоматизации проветривания шахт; исследование функционально-логической структуры управления проветриванием шахт; приобретение практического опыта логико-функционального анализа конкретных схем управления проветриванием.

Основные положения по автоматизации управления проветриванием шахт и рудников

Задача автоматизации управления проветриванием шахт и рудников сводится к подаче в шахту (рудник) такого количества воздуха и установлению такого его распределения по выработкам, при котором обеспечивается заданная производительность очистных и подготовительных работ при соблюдении требований правил безопасности и санитарно-гигиенических норм при оптимальном режиме работы вентиляторных установок.

В общем случае решение этой задачи возможно на базе создания единой централизованной системы управления проветриванием шахты с использованием управляющей вычислительной машины. В настоящее время комплексная задача управления проветриванием шахты решается поэтапно и пообъектно. Выделяются следующие основные объекты и исследуются проблемы:

1. Вентиляторы главного проветривания (ВГП). Задачи и методы их автоматизации, регулирование производительности и депрессии (разницы давлений воздуха входящего и исходящего потоков вентилятора). Исследование статических и динамических свойств вентиляторов как звена САР, пути повышения надежности и безопасности их работы.

2. Горный участок. Его статистические и динамические характеристики как объект регулирования концентрации метана на исходящей струе.

3. Участковые контролирующие и регулирующие устройства. Их конструкции, статические и динамические характеристики как звена САР, режимы работы.

4. Локальные системы проветривания. Их связь с системой автоматизации проветривания шахты. Регулирование вентиляторов местного проветривания.

Многие из указанных проблем получили практическую реализацию на шахтах страны или находятся в стадии теоретических исследований и опытной проверки.

Наибольшие успехи, достигнуты при решении задачи управления вентиляторными установками. Отечественной промышленностью за период развития автоматизации вентиляторных установок освоено серийное производство следующих типов аппаратуры: АВГП-5, УКВГ, АШВ-3, АДШВ, ЭГВГП-2, УКАВ-2 и др.

Аппаратура автоматизации управления ВГП должна удовлетворять следующим основным требованиям.

1. Обеспечивать надежную работу без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

2. Предусматривать возможность трех видов управления:
дистанционно - автоматизированного, выполняемого диспетчером или оператором с пульта управления, который должен находиться на

поверхности шахты в диспетчерском пункте или в помещении одной из постоянно обслуживаемых стационарных установок;

дистанционно - автоматизированного из машинного зала, аналогичного управлению от диспетчера;

местного индивидуального, деблокированного с места установки механизмов (для проведения ремонтно-наладочных работ).

3. Переход с одного вида управления на другой не должен вызвать остановки работающего вентиляторного агрегата.

4. Допускать реверсирование воздушной струи и переход с одного вентилятора на другой при закрытом направляющем аппарате без остановки вентиляторного агрегата (если это разрешается по технологии работы вентилятора, например, для центробежных вентиляторов).

5. Обеспечивать аварийное отключение вентилятора при:
коротких замыканиях и нарушениях изоляции по отношению к «земле» в силовых цепях;

исчезновении более чем на 10 с напряжения на станциях управления;
неисправности в системе охлаждения приводных двигателей (при принудительном их охлаждении);

перегреве подшипников электродвигателей и вентиляторов;
несимметричных режимах работы двигателей и их длительной перегрузке;

несостоявшемся или затянувшимся пуске;
выпадении синхронного двигателя из синхронизма или неполном ходе ступеней реостата в цепи ротора асинхронного электродвигателя после окончания пуска;

прекращении протока масла через подшипники или понижении давления в маслосистеме;

действии тормозных устройств во время работы агрегата.

6. Обеспечивать подачу светового и звукового предупредительных сигналов при неисправностях, которые не вызывают необходимости аварийного отключения работающего вентилятора. Например, при предельной производительности или депрессии вентилятора.

7. Обеспечивать возможность аварийной остановки вентилятора обслуживающим персоналом из машинного зала при любом виде управления.

8. Обеспечивать блокировки, запрещающие:

одновременную работу двух вентиляторов на шахтную сеть, если не используется их параллельная работа, а также реверсирование воздушного потока без остановки вентилятора (кроме случая, изложенного в п. 4;

повторное или самопроизвольное включение привода вентилятора после оперативного или аварийного отключения без последующей команды на пуск и до устранения причин, вызвавших аварийное отключение;

одновременное применение различных видов управления агрегатом;

включение электродвигателей лебедок ляд и шиберов (перекрытий, заслонок, задвижек) при работающем вентиляторе, кроме случая,

изложенного в п. 4;

пуск вентилятора при несоответствующих выбранному режиму работы положениях ляд в вентиляционных каналах.

9. Обеспечивать контроль:

депрессии и производительности вентилятора самопишущими приборами и устройствами, сигнализирующими на пульт управления об отклонении этих параметров от заданных значений;

температуры подшипников электродвигателя и вентилятора;

протока и давления масла в системе маслосмазки;

положения ляд и лопаток направляющего или спрямляюще-направляющего аппаратов.

10. Обеспечивать сигнализацию, отражающую:

в машинном здании (световую или блинкерную):

аварийное отключение вентилятора с расшифровкой причины отключения;

работу в нормальном или реверсивном режиме;

ввод в работу резервного насоса системы смазки;

повышенную температуру подшипников электродвигателей и вентиляторов.

на пульте диспетчера (световую):

включение и отключение вентилятора;

работу в нормальном или реверсивном режиме (по положению переключателя на пульте);

аварийное отключение вентилятора (без расшифровки причины) с дублированием звуковым сигналом;

неисправность, не требующую аварийной остановки вентиляторного агрегата с дублированием звуковым сигналом.

11. Обеспечивать независимость электроснабжения рабочего и резервного вентиляторных агрегатов. Схемы не должны содержать общих элементов, выход из строя которых может вызвать неуправляемость или отключение обоих агрегатов.

Следующая ступень автоматизации управления вентиляторами должна решать проблему автоматического изменения производительности и депрессии вентиляторов в соответствии с заданным алгоритмом.

Перечисленным требованиям удовлетворяет и аппаратура УКВГ.

Принцип работы аппаратуры

На рис. 1 приведена упрощенная принципиальная электрическая схема аппаратуры УКВГ, которая получила наиболее широкое распространение на шахтах СССР и ряда стран СЭВ (совета экономической взаимопомощи) и реализует большинство предусмотренных требований.

Перед пуском вентилятора необходимо выбрать его номер и режим работы («Реверс» или «Норма») на пульте диспетчера ПД. Режим выбирается переключателем SA4 (точка у переключателя обозначает позицию, в которой контакты замкнуты) подачей «плюса» выпрямителя UZ1 на провод 7 или снятием его. Если «плюс» подан, срабатывает реле K13 в станции управления

СУ по цепи: плюс UZ1, провод 7, контакт K12, реле K13, диод VD8, переключатель SA1, минус UZ1.

Реле K13 своими контактами включит приводы ляд и поставит их в режим нагнетания («Реверс»). Если на провод 7 не подан плюс UZ1, ляды установлены на всасывание («Норма»).

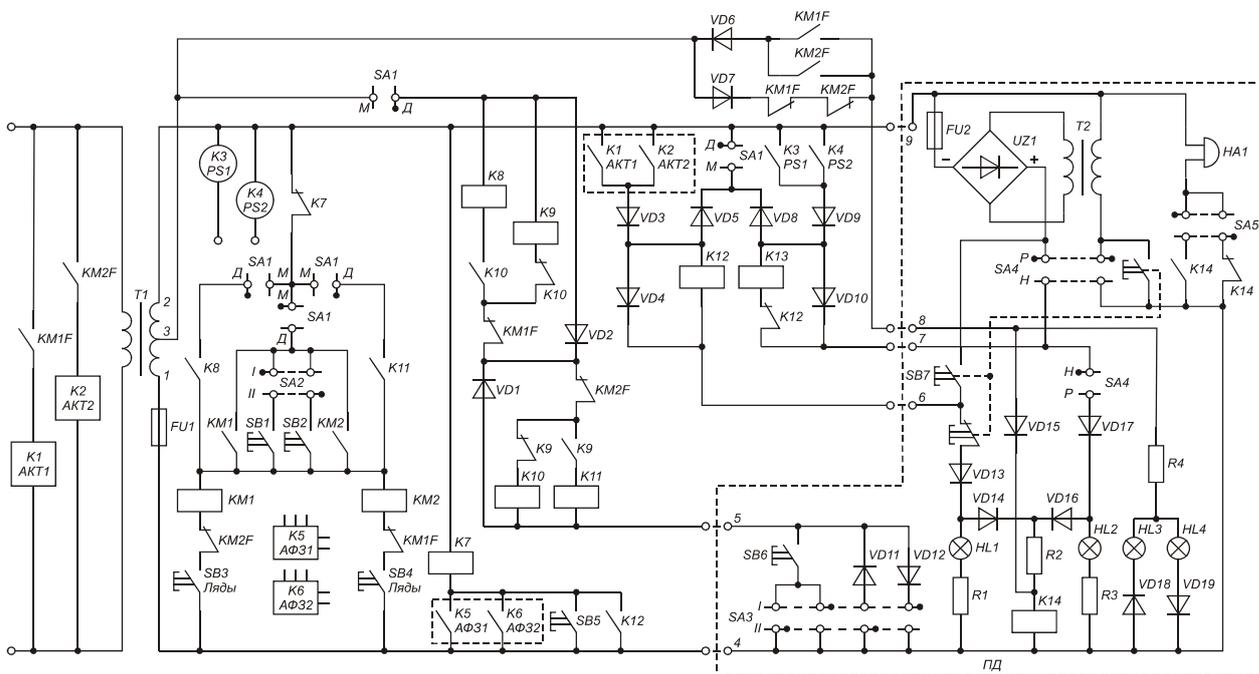


Рисунок 1 – Принципиальная схема аппаратуры УКВГ

Номер вентилятора выбирается переключателем SA3 включением в цепи провода 4 диода VD11 или VD12 на ПД. Чтобы запустить вентилятор (например, № 2), диод VD11 необходимо соединить с проводом 4. При этом включится реле K9 по цепи: точка 1 T1, провод 4, диод VD11, провод 5, диод VD1, контакт KM1F масляного выключателя, управляющего двигателем вентилятора, контакт K10, реле K9, переключатель SA1, точка 3 T1. Реле K9 включит лебедку, которая перекроет канал неработающего вентилятора. Одновременно реле K9 подготовит цепь включения реле K11, которое своим контактом включает пускатель KM2, а он двигатель вентилятора, № 2.

Реле K11 включается при нажатии диспетчером пусковой кнопки SB6 на пульте ПД. Цепь включения реле K11: точка 3 трансформатора T1, переключатель SA1, диод VD2, контакты KM2F, K9, реле K11 кнопка SB6, провод 4, точка 1 T1.

Аналогично включается вентилятор № 1. Для остановки вентилятора необходимо нажать кнопку «Стоп» SB7 пульта. При этом включается реле отключения K12, которое своим контактом включит реле K7, а последнее отключит пускатель KM2, Реле K7 можно также включить кнопкой SB5, расположенной на станции СУ.

Схема УКВГ допускает местное управление, которое вводится переключателем SA1 (позиция М). В этом случае пускатели KM1 и KM2 включаются кнопками SB1, SB2 на станции СУ, а отключаются кнопкой SB5.

По характеру индикации на пульте ПД диспетчер может следить за состоянием вентиляторной установки.

Лампы HL3 («Вентилятор включен») и HL4 («Вентилятор отключен») включаются контактами KM1F и KM2F в цепи диодов VD6 и VD7 станции СУ.

Лампа HL2 («Снижена производительность») включается контактами PS1 и PS2 дифференциальных манометров через диоды VD9 и VD10.

Лампа HL1 («Перегрев подшипников») включается контактами аппарата контроля температуры АКТ через диоды VD3 и VD4.

Кроме свечения ламп при соответствующих нарушениях включается звонок НА1 контактом реле сигнала К14. Сигнал квитируется диспетчером с помощью переключателя SA5.

Защита двигателей вентилятора осуществляется аппаратами фильтровой защиты АФЗ, контакты которых включаются в цепь отключающей катушки масляных выключателей.

На рис. 2 приведена схема расположения различных датчиков контроля в автоматической вентиляторной установке главного проветривания.

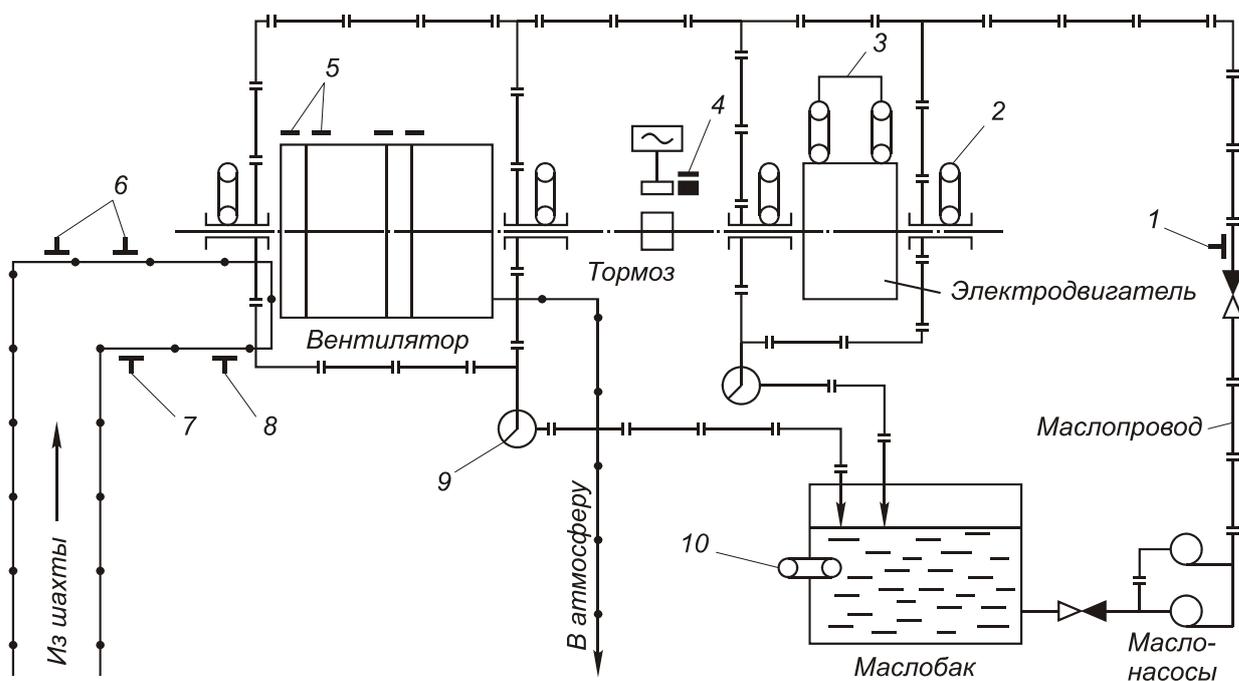


Рисунок 2 – Схема расположения датчиков контроля в автоматической вентиляторной установке:

- 1 – давления масла; 2 – температуры подшипников; 3 – температуры обмоток электродвигателя; 4 – положения тормоза; 5 – положения направляющего и спрямляющего аппаратов; 6 – положения ляд; 7 – давления воздуха; 8 – расхода воздуха; 9 – протока масла; 10 – температура масла

Контроль температуры осуществляется на основе аппаратуры АКТ-2 конотопского завода «Красный металлист» или КТТ-1 константиновского завода. В аппаратуре АКТ-2 используется явление срыва генерации при изменении индуктивности колебательного контура в результате нагрева ферритового сердечника, который помещается в зоне контроля.

Аппаратура КТТ-1 работает на принципе изменения активного сопротивления терморезистора КМТ-1 при его нагреве.

Контроль давления и расхода воздуха осуществляется дифференциальными манометрами различных типов. Дифманометры применяются в комплекте со вторичными приборами двух модификаций: ДМИ-Р – расходомеры и ДМИ-Т – тягомеры (напоромеры).

Контроль давления масла осуществляется при помощи электроконтактных манометров типа ЭКМ.

Контроль положения ляд выполняют взрывозащищенные выключатели ВКВ-380 или магнитные выключатели ВМ-4-65.

Описание стенда

На принципиальной схеме панели стенда введены следующие обозначения:

К1, К2 – аппараты контроля температуры подшипников электродвигателей вентиляторов № 1/ № 2;

К3, К4 – дифманометры (PS1 – расходомер, PS2 – тягомер (напоромер);

К5, К6 – аппараты фильтровой защиты электродвигателей вентиляторов № 1/ № 2;

К7 – реле отключения электродвигателей вентиляторов;

К8 – реле пуска электродвигателя вентилятора № 1;

К9, К10 – реле защиты, самоблокирующиеся при срабатывании аппаратов фильтровой защиты, отключающие неисправный вентилятор и предотвращающие его пуск до устранения неполадки;

К11 – реле пуска электродвигателя вентилятора № 2;

К12 – реле пуска привода ляд для перевода их в режим нагнетания («Реверс»);

К13 – реле режима реверсирования воздушной струи;

К14 – реле аварийного сигнала на ПД;

К15 – реле пуска привода ляд для перевода их в режим всасывания («Норма»);

КМ1, КМ2 – пускатели электродвигателей вентиляторов № 1/ № 2;

SA1 – переключатель выбора местного или дистанционного управления;

SA2 – переключатель выбора пускаемого вентилятора на СУ;

SA3 – переключатель выбора пускаемого вентилятора на ПД;

SA4 – переключатель перехода в режим реверсирования воздушной струи;

SA5 – переключатель квитирования звукового сигнала;

SB1, SB2 – кнопки пуска электродвигателей вентиляторов № 1/ № 2 на СУ;

SB5.1, SB5.2 – кнопки отключения электродвигателей вентиляторов № 1/ № 2 на СУ;

SB6 – кнопка пуска электродвигателя выбранного вентилятора на ПД;

SB7 – кнопка отключения электродвигателя выбранного вентилятора на ПД;

SB8, SB9 – кнопки отключения реле защиты K9/ K10 после устранения неполадки по срабатыванию АФ31/ АФ32;

SQ1, SQ2 – концевые выключатели перевода ляд в режимы нагнетания («Реверс»)/ всасывания («Норма»);

HL1 – лампа «Перегрев подшипников»;

HL2 – лампа «Снижена производительность»;

HL3 – лампа «Вентилятор включен»;

HL4 – лампа «Вентилятор отключен»;

HL5 – световая индикация работы вентилятора № 1;

HL6 – световая индикация работы вентилятора № 2.

Содержание работы

1. Изучить основные положения по автоматизации управления проветриванием шахт и рудников.

2. Изучить принцип работы аппаратуры УКВГ.

3. Исследовать работу схемы в следующих режимах:

– при дистанционном управлении вентиляторами, включая реверсирование воздушной струи, имитацию и устранение аварийных ситуаций;

– при местном управлении с имитацией и устранением аварийных ситуаций.

4. Составить блок-схему алгоритма управления вентиляторной установкой.

5. Составить логические выражения условий возбуждения элементов схемы. При этом рекомендуется начинать с простейших условий и через них вывести условия пуска и остановки вентиляторов – $HL5.S = KM1F.S$, $HL5.R = KM1F.R$ и $HL6.S = KM2F.S$, $HL6.R = KM2F.R$. Принять за логический ноль положения переключателей: «Местное управление», «Вентилятор № 1», «Норма».

Например: $HL4 = SA1 \cdot \overline{KM1F} \cdot \overline{KM2F}$.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях должно происходить аварийное отключение вентилятора согласно требованиям к аппаратуре автоматизации управления ВГП?

2. Контроль температуры каких элементов осуществляется в вентиляторной установке? На чем основан принцип действия применяемой контролирующей аппаратуры?

3. Как диспетчер может устранить неисправность «Снижена производительность»?

4. Опишите назначение элементов K12, K13, SQ1, SB8.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

– описание функций, выполняемых схемой управления, с конкретными указаниями элементов, обеспечивающих выполнение этих функций;

- блок-схему алгоритма управления вентиляторной установкой. Дать краткое описание блок-схемы алгоритма;
- логические выражения условий возбуждения элементов схемы;
- выводы по работе.

Рекомендуемая литература

1. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов. – М.: Недра, 1985. – 215 с.
2. Бедняк Г.И., Ульшин В.А. и др. Автоматизация производства на угольных шахтах. – К.: Техника, 1989. – 272 с.
3. Автоматизация и автоматизированные системы управления в угольной промышленности / Под общ. ред. В.Ф. Братченко. – М.: Недра, 1976. – 383 с.
4. Проектирование бесконтактных управляющих логических устройств промышленной автоматики / Грейнер Г.Р., Ильяшенко В.П., Май В.П. и др. – М.: Энергия, 1977. – 384 с.

Контрольные задания для СРС [1-4]

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями и подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Изучить соответствующий раздел курса, рассматривающий средства автоматизации вентиляторных установок главного проветривания.

Лабораторная работа № 1 TREI

Определение конфигурации промышленного контроллера TREI-5B-02 с помощью «Программы метрологической поверки TREI-5B»

Цель работы: ознакомление с прикладной программой «Программа метрологической поверки TREI-5B»; получение практических навыков определения конфигурации ПЛК выпускаемых фирмой TREI с помощью «Программы метрологической поверки TREI-5B».

Содержание работы

Пользуясь программой и технической документацией «УСТРОЙСТВО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ TREI-5B. Программа метрологической поверки TREI-5B. Руководство пользователя. TREI 1.42.1457.002-00.ПМ», определить:

- конфигурацию модулей, установленных на ПЛК;
- конфигурацию мезонин, входящих в состав модулей;
- провести поверку установленных в модулях мезонин.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о вариантах формирования конфигурации ПЛК TREI-5B и их особенностях.

2. Какие режимы работы ПЛК вы знаете? При каком режиме файл, содержащий конфигурационную информацию, находится на flash-диске контроллера?

3. Для чего предназначен файл term.tlb? Как вы думаете, что произойдет при его удалении?

4. Как провести тестовую поверку модулей? Изложите алгоритм поверки.

5. Как провести тестовую поверку мезонин универсального модуля? Изложите алгоритм поверки.

Содержание отчета

1. Распечатка конфигурации исследуемого контроллера и его исполнения.
2. Ответы на контрольные вопросы.

Рекомендуемая литература

1. Техническая документация «Руководство пользователя». 1990-2004 TREI GmbH. All rights reserved. Printed in Russia by TREI GmbH. ООО «ТРЭИ ГмбХ».
2. Бармин А. Устройства локальной автоматики. Микроконтроллеры // Современные технологии автоматизации. – 2003. – № 4. – С.38-42.

Контрольные задания для СРС [1-2]

1. Ознакомиться с Руководством пользователя и подготовить ответы на контрольные вопросы.

2. Изучить соответствующий раздел Электроники, рассматривающий свойства современных промконтроллеров и др. элементов, используемых в работе.

Лабораторная работа № 2 TREI

Обслуживание промышленного контроллера TREI-5B-02 с помощью программы TREI Engineering

Цель работы: выработка практических навыков работы с программой «Станция инжиниринга сети контроллеров и станций операторов»;

настройка программы «Станция инжиниринга сети контроллеров и станций операторов» для работы с контроллером TREI -5B-02.

Содержание работы

Пользуясь предложенной программой и технической документацией «СТАНЦИЯ ИНЖЕНИРИНГА СЕТИ КОНТРОЛЛЕРОВ И СТАНЦИЙ ОПЕРАТОРОВ. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ», выполнить следующие операции:

- произвести установку программы на жесткий диск Вашего компьютера в директорий C:/ISAWIN;
- подключение контроллера в качестве нового абонента станции инжиниринга;
- перейти в программу метрологической поверки из среды инжиниринга и выполнить поверку модулей;

- провести коррекцию системного времени абонентов и диагностику связи.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении и установке программы.
2. Какие виды связи с контроллером Вы знаете?
3. Как установить связь с контроллером через компьютерную сеть Ethernet?
4. Продемонстрируйте управление контроллером посредством удаленного терминала.

Содержание отчета

1. Распечатка протокола изменений в программе.
2. Ответы на контрольные вопросы.

Рекомендуемая литература

1. Техническая документация «СТАНЦИЯ ИНЖЕНЕРИИ СЕТИ КОНТРОЛЛЕРОВ И СТАНЦИЙ ОПЕРАТОРОВ. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ». 1990-2004 TREI GmbH. All rights reserved. Printed in Russia by TREI GmbH. ООО «ТРЭИ ГмбХ».

2. Бармин А. Устройства локальной автоматики. Микроконтроллеры // Современные технологии автоматизации. – 2003. – № 4. – С.38-42.

Контрольные задания для СРС [1-2]

1. Ознакомиться с Технической документацией «СТАНЦИЯ ИНЖЕНЕРИИ СЕТИ КОНТРОЛЛЕРОВ И СТАНЦИЙ ОПЕРАТОРОВ. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ» и подготовить ответы на контрольные вопросы.

2. Изучить соответствующий раздел Электроники, рассматривающий свойства современных промконтроллеров и др. элементов, используемых в работе.

6 Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
Тема 1. Введение	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	[2, стр.4-11; 4, стр.3-12, 27-29, 43-45; 8, стр. 5-8]
Тема 2. Технические средства систем автоматики	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка докладов и ответов на контрольные вопросы по данной теме	[2, стр.16-31; 4, стр.29-72]
Тема 3. Технические средства телемеханики	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы и решение задач по данной теме	[5, стр.3-120; 6; 14]
Тема 4. САиТМ котельных установок	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка докладов и ответов на контрольные вопросы	[15]
Тема 5. САиТМ насосных установок	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка докладов и ответов на контрольные вопросы	[7, стр.261-306; 8, стр.140-158; 12, стр.176-198, 241-289; 13]
Тема 6. САиТМ вентиляторных установок	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка докладов и ответов на контрольные вопросы	[7, стр.167-175; 8, стр.307-333; 12, стр.199-240]
Тема 7. САиТМ конвейерного транспорта	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы и решение задач	[7, стр. 135-191; 8, стр. 102-111]
Тема 8. САиТМ грузоподъемных машин	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка докладов и ответов на контрольные вопросы	[7, стр.192-260; 8, стр.215-221; 12, стр.125-139]
Тема 9. САиТМ металлургиче-	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка докладов и ответов на	[16]

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
ского производства			контрольные вопросы	
Тема 10. САиТМ производства строительных материалов	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка докладов и ответов на контрольные вопросы по данной теме	[17]
Лабораторная работа №1ТСА. Технические средства автоматизации конвейерного транспорта	Изучение методов и средств управления конвейерными линиями, исследование функциональных свойств и возможностей аппаратуры автоматизации конвейерного транспорта.	Выполнение лабораторной работы на учебном лабораторном стенде	Согласно заданию по данной лабораторной работе	[7, 8, 11]
Лабораторная работа №2ТСА. Технические средства автоматизации водоотливных установок	Изучение методов и средств автоматизации водоотливных установок.	Выполнение лабораторной работы на учебном лабораторном стенде	Согласно заданию по данной лабораторной работе	[7, 8, 11]
Лабораторная работа №3ТСА. Технические средства автоматизации вентиляторов главного проветривания	Изучение средств автоматизации проветривания шахт; исследование функционально-логической структуры управления проветриванием шахт.	Выполнение лабораторной работы на учебном лабораторном стенде	Согласно заданию по данной лабораторной работе	[5-8]
Лабораторная работа №1ТРЕИ. Определение конфигурации промышленного контроллера TREI-5B-02 с помощью «Программы метрологической поверки	Получение практических навыков определения конфигурации ПЛК, выпускаемых фирмой TREI, с помощью «Программы метрологической	Выполнение лабораторной работы на виртуальном лабораторном комплексе	Согласно заданию по данной лабораторной работе	Техническая документация «Руководство пользователя». 1990-2004 TREI GmbH. Printed in Russia by TREI GmbH»

Наименование темы СРСЦ	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
TREI-5B»	поверки TREI-5B».			
Лабораторная работа №2 TREI. Обслуживание промконтроллера TREI-5B-02 с помощью программы TREI Engineering	Выработка практических навыков работы с программой «Станция инжиниринга сети контроллеров и станций операторов».	Выполнение лабораторной работы на виртуальном лабораторном комплексе	Согласно заданию по данной лабораторной работе	Техническая документация «Руководство пользователя». 1990-2004 TREI GmbH. Printed in Russia by TREI GmbH»
Практическая работа №1. Типовые структуры и средства АСУ ТП	Изучение принципов построения и типовых структур современных автоматизированных систем управления технологическими процессами.	Устный опрос, выполнение практических заданий	Согласно заданию по данной практической работе	[2, стр. 22-27; 4, стр.29-72; 9]
Практическая работа №2. Принципы функциональной и топологической децентрализации	Изучение основных типов децентрализованных структур АСУ ТП, ознакомление с вариантами топологической децентрализации и характеристикой современных интерфейсов АСУ ТП.	Устный опрос, выполнение практических заданий	Согласно заданию по данной практической работе	[2, стр. 16-20, 27-31; 4, стр.29-72; 9]
Практическая работа №3. Функциональные схемы автоматизации	Освоение техники чтения функциональных схем автоматизации, получение навыков составления функциональных схем систем автоматического измерения, контроля, регулирования и управления.	Устный опрос, выполнение практических заданий	Согласно заданию по данной практической работе	[1, стр.134-142; 3, стр.42-44; 9, стр.25-43; 10, стр. 105-118]
Практическая работа №4. Выбор	Изучение основных принципов выбора	Устный опрос, выполнение практических	Согласно заданию по данной	[9, 11]

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
технических средств АСУ ТП	средств автоматизации систем управления технологическими процессами, получение навыков выбора элементов и средств автоматизации.	заданий	практической работе	
Курсовой проект	Закрепление и углубление знаний по дисциплине, приобретение практических навыков выбора и расчета средств измерения, контроля, регулирования и управления технологических комплексов, построения современных систем автоматизации.	Устный опрос, определение объема выполненной работы согласно заданию на проект	Подготовка описания технологического объекта, анализ и выбор средств автоматизации, разработка функциональной (структурной) схемы автоматизации.	В соответствии с тематикой проекта

Примечание – номер рекомендуемой литературы, указанной в квадратных скобках, проставляется согласно нумерации списка основной и дополнительной литературы, предлагаемой в рабочей учебной программе (см. п.1).

7 Материалы для контроля знаний студентов в период рубежного контроля и итоговой аттестации

7.1 Тематика письменных работ по дисциплине

Тематика рефератов и контрольных работ

1. Обзор развития и современное состояние технических средств САиТМ
2. Современное состояние и перспективы развития промышленных АСУ ТП
3. Основные варианты топологий распределенных АСУ ТП
4. Современное состояние и перспективы развития промышленных телемеханических средств
5. Основные методы селекции (избирания), используемые в промышленной телемеханике
6. Современное состояние и перспективы развития промышленных средств автоматизации котельных установок
7. Типовая конфигурация средств САиТМ котельной установки
8. Современное состояние и перспективы развития промышленных средств автоматизации насосных установок
9. Типовая конфигурация средств САиТМ водоотливной установки
10. Современное состояние и перспективы развития промышленных средств автоматизации вентиляторных установок
11. Типовая конфигурация средств САиТМ вентиляторной установки
12. Характеристики существующих датчиков контроля работы ленточных и скребковых конвейеров
13. Типовая конфигурация АСУ непрерывных конвейерных линий
14. Современное состояние и перспективы развития средств САиТМ грузоподъемных установок
15. Типовая конфигурация средств автоматизации шахтной подъемной установки
16. Современное состояние и перспективы развития средств САиТМ металлургического производства
17. Средства автоматизации металлургического производства
18. Современное состояние и перспективы развития средств САиТМ пищевой промышленности
19. Современное состояние и перспективы развития средств САиТМ производства строительных материалов
20. Типовая конфигурация средств САиТМ компрессорной установки

7.2 Вопросы (тестовые задания) для самоконтроля

1. Какие уровни (степени) автоматизации вам известны? Дайте им характеристику.
2. Опишите основные формы автоматизации.
3. Дайте определение понятиям АСУ ТП и АТК.
4. Опишите обобщенную блок-схему АСУ ТП и выполняемые системой типовые функции.
5. Опишите типовую структуру ЛСКРУ.

6. Опишите типовую структуру АСУ ТП с супервизорным режимом работы.
7. Проанализировать современное состояние и перспективы развития современных АСУ ТП.
8. Проанализировать современное состояние и перспективы развития интерфейсов систем автоматизации.
9. Какие основные требования предъявляются к приборам и средствам автоматизации?
10. Какой последовательностью действий необходимо руководствоваться при определении состава функциональной схемы?
11. Какие критерии используют при выборе датчиков?
12. Сформулировать основные и дополнительные критерии при выборе типа и исполнения приборов и средств автоматизации.
13. Опишите современное состояние и перспективы развития промышленных средств автоматизации котельных установок.
14. Опишите типовую конфигурацию средств САиТМ котельной установки.
15. Опишите современное состояние и перспективы развития промышленных средств автоматизации насосных установок.
16. Опишите типовую конфигурацию средств САиТМ водоотливной установки.
17. Опишите гидравлическую схему автоматической водоотливной установки.
18. Дайте краткую характеристику унифицированной аппаратуре УАВ.
19. Опишите типовые элементы – датчики и специальные реле автоматизации водоотливной установки.
20. Опишите современное состояние и перспективы развития промышленных средств автоматизации вентиляторных установок.
21. Каким основным требованиям должна удовлетворять аппаратура автоматизации вентиляторных установок?
22. Опишите типовую конфигурацию средств САиТМ вентиляторной установки.
23. Дайте краткую характеристику датчиков контроля работы ленточных и скребковых конвейеров.
24. Опишите типовую конфигурацию АСУ непрерывных конвейерных линий.
25. Опишите современное состояние и перспективы развития средств АТК грузоподъемных установок.
26. На какие группы подразделяют системы управления крановыми механизмами?
27. Опишите типовую конфигурацию средств автоматизации шахтной подъемной установки.
28. Какие основные функции должны обеспечивать системы управления и автоматизации подъемных установок?
29. Дайте краткую характеристику аппаратуре АГП-2.
30. Опишите современное состояние и перспективы развития средств САиТМ металлургического производства.

31. Опишите существующие средства автоматизации металлургического производства
32. Опишите современное состояние и перспективы развития средств САиТМ производства строительных материалов.

7.3 Экзаменационные тесты

*** 1

В случае автоматизированного управления отдельных машин, агрегатов и участков технологического процесса, такой уровень автоматизации принято называть автоматизацией...

- А) частичной;
- В) неполной;
- С) полной;
- Д) комплексной;
- Е) участковой.

*** 2

В случае автоматизированного управления основных участков технологического процесса, такой уровень автоматизации принято называть автоматизацией...

- А) частичной;
- В) неполной;
- С) полной;
- Д) комплексной;
- Е) участковой.

*** 3

В случае автоматизированного управления всех основных и вспомогательных участков технологического процесса, такой уровень автоматизации принято называть автоматизацией...

- А) частичной;
- В) неполной;
- С) полной;
- Д) комплексной;
- Е) участковой.

*** 4

Принято различать следующие основные уровни (этапы) автоматизации...

- А) частичная, неполная, полная;
- В) неполная, полная, комплексная;
- С) участковая, комплексная, полная;
- Д) комплексная, частичная, полная;
- Е) частичная, полная, абсолютная.

*** 5

Выдающийся вклад в исследование автоматических систем внесли (указать неверный ответ)...

- A) Норберт Винер;
- B) А.Н.Колмогоров;
- C) Х.Найквист;
- D) Н.И.Вавилов;
- E) А.Пуанкаре.

*** 6

Выдающийся вклад в исследование автоматических систем внесли (указать неверный ответ)...

- A) И.А.Вышнеградский;
- B) А.М.Михайлов;
- C) Х.Найквист;
- D) Н.Е.Жуковский;
- E) В.И.Вернадский.

*** 7

Выдающийся вклад в исследование автоматических систем внесли (указать неверный ответ)...

- A) Н.Н.Семенов;
- B) Р.Беллман;
- C) Норберт Винер;
- D) А.Н.Колмогоров;
- E) Н.Е.Жуковский.

*** 8

Выдающийся вклад в исследование автоматических систем внесли (указать неверный ответ)...

- A) А.М.Ляпунов;
- B) В.В.Солодовников;
- C) А.Гурвиц;
- D) И.И.Ползунов;
- E) И.П.Павлов.

*** 9

К первичным измерительным преобразователям принято относить...

- A) позисторы, гидроусилители, тахогенераторы;
- B) электромеханические индикаторы, пирометры, магнитографы;
- C) измерительные шунты, термисторы, тензорезисторы;
- D) клапаны, шиберы, гидроусилители;
- E) регулируемые вентили, дифманометры, гидроклапаны.

*** 10

К регулирующим органам автоматических систем принято относить...

- A) позисторы, гидроусилители, тахогенераторы;
- B) индикаторы, пирометры излучения, магнитографы;
- C) измерительные шунты, термисторы, тензорезисторы;
- D) клапаны, шиберы, гидроусилители;
- E) регулируемые вентили, дифманометры, гидроклапаны.

*** 11

К измерительным приборам принято относить ...

- А) позисторы, гидроусилители, тахогенераторы;
- В) электромеханические индикаторы, пирометры, магнитографы;
- С) измерительные шунты, термисторы, тензорезисторы;
- Д) клапаны, шиберы, гидроусилители;
- Е) регулируемые вентили, дифманометры, гидроклапаны.

*** 12

Управление регулирующими органами автоматических систем осуществляется...

- А) нормирующими измерительными преобразователями;
- В) исполнительными механизмами;
- С) регулирующими органами;
- Д) первичными измерительными преобразователями;
- Е) вторичными приборами.

*** 13

Указать верный перечень, соответствующий типовой структуре локальной системы регулирования и управления (рисунок 1)

- А) 1 – локальный регулятор; 2 – исполнительное устройство; 3 – датчик;
- В) 1 – датчик; 2 – локальный регулятор; 3 – устройство связи с оператором;
- С) 1 – исполнительное устройство; 2 – объект управления; 3 – датчик;
- Д) 1 – локальный регулятор; 2 – исполнительное устройство; 3 – объект управления;
- Е) 1 – объект управления; 2 – локальный регулятор; 3 – датчик.

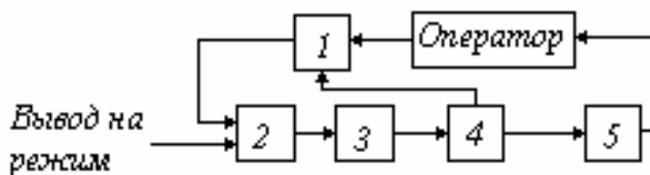


Рисунок 1

*** 14

Указать верный перечень, соответствующий типовой структуре локальной системы регулирования и управления (рисунок 1)

- А) 3 – исполнительное устройство; 4 – объект управления; 5 – датчик;
- В) 3 – объект управления; 4 – датчик; 5 – локальный регулятор;
- С) 3 – локальный регулятор; 4 – объект управления; 5 – датчик;
- Д) 3 – объект управления; 4 – датчик; 5 – устройство связи с оператором;
- Е) 3 – локальный регулятор; 4 – исполнительное устройство; 5 – объект управления.

*** 15

Указать верный перечень, соответствующий типовой структуре централизованной АСУ ТП (рисунок 2)

- А) 1 – УВМ; 2 – оператор; 3 – устройство связи с оператором;
- В) 1 – УВМ; 2 – устройство связи с оператором; 3 – объект управления;
- С) 1 – УВМ; 2 – устройство связи с оператором; 3 – устройство связи с объектом;
- Д) 1 – УВМ; 2 – устройство связи с объектом; 3 – объект управления;
- Е) 1 – исполнительное устройство; 2 – датчик; 3 – объект управления.

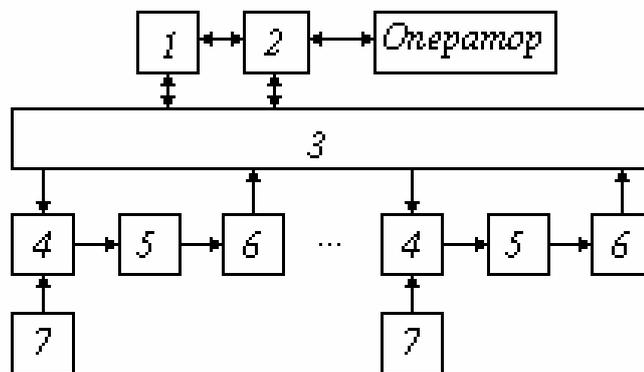


Рисунок 2

*** 16

Указать верный перечень, соответствующий типовой структуре централизованной АСУ ТП (рисунок 2)

- А) 4 – объект управления; 5 – датчик; 6 – УВМ;
- В) 4 – объект управления; 5 – исполнительное устройство; 6 – датчик;
- С) 4 – исполнительное устройство; 5 – датчик; 6 – оператор;
- Д) 4 – исполнительное устройство; 5 – объект управления; 6 – датчик;
- Е) 4 – местное управление; 5 – исполнительное устройство; 6 – объект управления.

*** 17

Функции АСУ ТП принято подразделять на...

- А) регулирующие, управляющие и контролирующие;
- В) управляющие, информационные и вспомогательные;
- С) контролирующие, измеряющие и управляющие;
- Д) регулирующие, управляющие и вспомогательные;
- Е) информационные, управляющие и исполнительные.

*** 18

Централизованная АСУ ТП, в которой управляющая вычислительная машина непосредственно вырабатывает оптимальные регулирующие воздействия и через соответствующие преобразователи передает команды управления на исполнительные устройства, называется...

- А) супервизорной системой;
- В) локальной системой;
- С) децентрализованной распределенной системой;
- Д) системой с прямым цифровым управлением;

Е) УВМ-системой.

*** 19

Централизованная АСУ ТП, в которой непосредственное регулирование объектами осуществляют локальные регуляторы, а УВМ выполняет функции «советчика», называется...

- А) супервизорной системой;
- В) локальной системой;
- С) децентрализованной распределенной системой;
- Д) системой с прямым цифровым управлением;
- Е) УВМ-системой.

*** 20

Территориальное разделение процесса (системы) на функционально-целевые подпроцессы (подсистемы) распределенной АСУ ТП принято называть...

- А) функциональной децентрализацией;
- В) функционально-целевой децентрализацией;
- С) территориальной децентрализацией;
- Д) функционально-территориальной децентрализацией;
- Е) топологической децентрализацией.

*** 21

Приведение различных видов продукции и средств ее производства к рациональному минимуму типоразмеров, марок, форм, свойств и др. принято называть...

- А) унификацией;
- В) типизацией;
- С) минимизацией;
- Д) параметрической оптимизацией;
- Е) агрегатированием.

*** 22

Обоснованное сведение многообразия избранных типов конструкций машин, оборудования, приборов и средств автоматизации к небольшому числу наилучших образцов, обладающих существенными качественными признаками, принято называть...

- А) унификацией;
- В) типизацией;
- С) минимизацией;
- Д) параметрической оптимизацией;
- Е) агрегатированием.

*** 23

Совокупность изделий, взаимосвязанных между собой по функциональному назначению или области применения, конструкции, основным параметрам и техническим данным, принято называть ...

- А) параметрическим рядом;
- В) типовым набором изделий;

- С) агрегатным комплексом;
- Д) структурной ветвью ГСП;
- Е) унифицированным модулем.

*** 24

Конструктивно целостную ячейку, выполняющую одну типовую функцию, принято называть ...

- А) параметрическим рядом;
- В) типовым набором изделий;
- С) агрегатным комплексом;
- Д) структурной ветвью ГСП;
- Е) унифицированным модулем.

*** 25

Для преобразования сигналов измерительных преобразователей в унифицированный вид применяют...

- А) датчики и чувствительные элементы;
- В) первичные измерительные преобразователи;
- С) вторичные измерительные преобразователи;
- Д) нормирующие преобразователи;
- Е) унифицированные модули.

***26

Характеристику, определяющую поведение датчика при изменениях входной величины, называют...

- А) динамической характеристикой;
- В) основной погрешностью;
- С) порогом чувствительности;
- Д) статической характеристикой;
- Е) дополнительной погрешностью.

***27

Максимальная разность между получаемой в нормальных эксплуатационных условиях величиной выходного сигнала и его номинальным значением, определяемыми по статической характеристике для данной входной величины, называют...

- А) динамической характеристикой;
- В) основной погрешностью;
- С) порогом чувствительности;
- Д) статической характеристикой;
- Е) дополнительной погрешностью.

***28

Минимальное изменение входной величины, вызывающее визуально различимое изменение выходного сигнала, называют...

- А) динамической характеристикой;
- В) основной погрешностью;
- С) порогом чувствительности;

- D) статической характеристикой;
- E) дополнительной погрешностью.

***29

По принципу действия манометры принято подразделять на...

- A) жидкостные, деформационные, электрические и грузопоршневые;
- B) электрические, тензорезисторные, мембранные и грузопоршневые;
- C) жидкостные, тензорезисторные, емкостные и пьезоэлектрические;
- D) жидкостные, газовые, парожидкостные и электрические;
- E) пружинные, электрические, мембранные и грузопоршневые.

***30

Для передачи информации от цифровых измерительных преобразователей давления используют цифровые интерфейсы (указать неверный ответ):

- A) RS-232;
- B) ИРПС;
- C) ДДПК;
- D) RS-485;
- E) RS-326.

***31

Принцип действия пьезоэлектрических измерительных преобразователей основан на...

- A) зависимости внутреннего сопротивления проводника или полупроводника от степени его деформации;
- B) зависимости поляризованного заряда на поверхности кристалла от величины давления на последний;
- C) зависимости электрической емкости чувствительного элемента от смещения или прогиба подвижного электрода-мембраны под действием прилагаемого давления;
- D) зависимости деформации чувствительного элемента от величины давления на последний;
- E) правильного ответа нет.

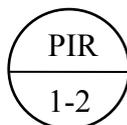
***32

Принцип действия тензорезисторных измерительных преобразователей основан на...

- A) зависимости внутреннего сопротивления проводника или полупроводника от степени его деформации;
- B) зависимости поляризованного заряда на поверхности кристалла от величины давления на последний;
- C) зависимости электрической емкости чувствительного элемента от смещения или прогиба подвижного электрода-мембраны под действием прилагаемого давления;
- D) зависимости деформации чувствительного элемента от величины давления на последний;
- E) правильного ответа нет.

***33

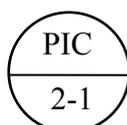
Согласно принятым в ГОСТ 21.404-85 правилам обозначения элементов и средств автоматики на функциональных схемах автоматизации, так обозначается:



- А) прибор для измерения давления, показывающий, тензорезисторный;
- В) прибор для измерения мощности, показывающий, высокоомный;
- С) прибор для измерения мощности, регистрирующий;
- Д) прибор для измерения давления, показывающий и регистрирующий;
- Е) прибор для измерения давления, показывающий и регулирующий.

***34

Согласно принятым в ГОСТ 21.404-85 правилам обозначения элементов и средств автоматики на функциональных схемах автоматизации, так обозначается:



- А) прибор для измерения давления, показывающий, тензорезисторный;
- В) прибор для измерения мощности, показывающий, высокоомный;
- С) прибор для измерения мощности, регистрирующий;
- Д) прибор для измерения давления, показывающий и регистрирующий;
- Е) прибор для измерения давления, показывающий и регулирующий.

***35

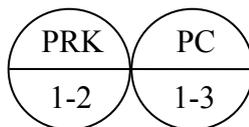
Согласно принятым в ГОСТ 21.404-85 правилам обозначения элементов и средств автоматики на функциональных схемах автоматизации, так обозначается:



- А) дифманометр, бесшкальный, с дистанционной передачей сигнала;
- В) прибор для измерения мощности, цифровой, на полупроводниковых транзисторах;
- С) прибор для измерения давления, цифровой, тензорезисторный;
- Д) прибор для измерения давления и температуры, цифровой;
- Е) прибор для измерения давления и температуры, с дистанционной передачей сигнала.

***36

Согласно принятым в ГОСТ 21.404-85 правилам обозначения элементов и средств автоматики на функциональных схемах автоматизации, так обозначается:



- А) регулятор давления, тензорезисторный, установленный по месту;
- В) измерительный комплект давления, регулирующий, регистрирующий, со станцией управления;
- С) тензорезисторный электроконтактный манометр, регулирующий;
- Д) измерительный комплект для регистрации и регулирования активной мощности;
- Е) бесшкальный прибор для измерения электрического сопротивления и электрической емкости.

***37

Какое замечательное свойство полупроводниковых термисторов применяется на практике в устройствах автоматики?

- А) возможность изменять в больших пределах собственное сопротивление в зависимости от степени освещенности;
- В) возможность изменять в больших пределах собственное сопротивление при изменении температуры;
- С) возможность изменять в больших пределах собственное сопротивление при изменении величины механической деформации (давления);
- Д) возможность изменять величину термоЭДС, возникающую при обеспечении разности (перепада) температур между соответствующими точками;
- Е) возможность измерять температуру свыше 3000 °С.

***38

Какое свойство характеризует пирометры излучения?

- А) возможность изменять в больших пределах собственное сопротивление в зависимости от степени освещенности;
- В) возможность изменять в больших пределах собственное сопротивление при изменении температуры;
- С) возможность изменять в больших пределах собственное сопротивление при изменении величины механической деформации (давления);
- Д) возможность изменять величину термоЭДС, возникающую при обеспечении разности (перепада) температур между соответствующими точками;
- Е) возможность измерять температуру свыше 3000 °С.

***39

Какое замечательное свойство термоэлектрических преобразователей используется в устройствах автоматики?

- А) возможность изменять в больших пределах собственное сопротивление в зависимости от степени освещенности;
- В) возможность изменять в больших пределах собственное сопротивление при изменении температуры;
- С) возможность изменять в больших пределах собственное сопротивление при изменении величины механической деформации (давления);
- Д) возможность изменять величину термоЭДС, возникающую при обеспечении разности (перепада) температур между соответствующими точками;
- Е) возможность измерять температуру свыше 3000 °С.

***40

Какие технические средства используются для измерения температуры технологических объектов?

- А) позисторы, термисторы, тензорезисторы, пирометры;
- В) термисторы, термоэлектрические преобразователи, варисторы, пирометры;
- С) термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические преобразователи, манометрические термометры, пирометры;
- Д) термопары, термопреобразователи сопротивления, термисторы, тензорезисторы;
- Е) варикапы, варисторы, терморезисторы, термоэлектрические преобразователи.

***41

Какое свойство характеризует термисторы?

- А) положительный ТКС;
- В) деформация чувствительного элемента под влиянием температуры;
- С) отрицательный ТКС;
- Д) возможность бесконтактного измерения температуры;
- Е) линейная статическая характеристика.

***42

Какое свойство характеризует термопреобразователи сопротивления?

- А) положительный ТКС;
- В) деформация чувствительного элемента под влиянием температуры;
- С) отрицательный ТКС;
- Д) возможность бесконтактного измерения температуры;
- Е) линейная статическая характеристика.

***43

Какое свойство характеризует термобиметаллические датчики?

- А) положительный ТКС;
- В) деформация чувствительного элемента под влиянием температуры;
- С) отрицательный ТКС;
- Д) возможность бесконтактного измерения температуры;
- Е) линейная статическая характеристика.

***44

Какое свойство характеризует пирометры излучения?

- А) положительный ТКС;
- В) деформация чувствительного элемента под влиянием температуры;
- С) отрицательный ТКС;
- Д) возможность бесконтактного измерения температуры;
- Е) линейная статическая характеристика.

***45

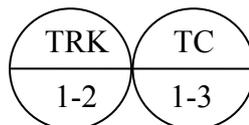
Согласно принятым правилам обозначения элементов и средств автоматики на функциональных схемах автоматизации, так обозначается:



- А) термопреобразователь сопротивления, многоканальный, установленный на щите;
- В) прибор для измерения температуры, показывающий, регистрирующий, с автоматическим обегющим устройством;
- С) термоэлектрический, комбинированный прибор для измерения силы тока и электрического сопротивления;
- Д) измерительный комплект температуры, регистрирующий, регулирующий, со станцией управления.
- Е) термоэлектрический преобразователь с регистрирующим устройством и индикатором.

***46

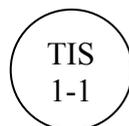
Согласно принятым правилам обозначения элементов и средств автоматики на функциональных схемах автоматизации, так обозначается:



- А) термопреобразователь сопротивления, многоканальный, установленный на щите;
- В) прибор для измерения температуры, показывающий, регистрирующий, с автоматическим обегющим устройством;
- С) термоэлектрический, комбинированный прибор для измерения силы тока и электрического сопротивления;
- Д) измерительный комплект температуры, регистрирующий, регулирующий, со станцией управления;
- Е) термоэлектрический преобразователь с регистрирующим устройством и индикатором.

***47

Согласно принятым правилам обозначения элементов и средств автоматики на функциональных схемах автоматизации, так обозначается:



- A) термопреобразователь сопротивления, многоканальный, установленный на щите;
- B) прибор для измерения температуры, показывающий, с контактным устройством;
- C) термоэлектрический, комбинированный прибор для измерения силы тока и электрического сопротивления;
- D) измерительный комплект температуры, регистрирующий, регулирующий, со станцией управления.
- E) термоэлектрический преобразователь с регистрирующим устройством и индикатором.

***48

Согласно принятым правилам обозначения элементов и средств автоматики на функциональных схемах автоматизации, так обозначается:



- A) прибор для измерения температуры, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний;
- B) прибор для измерения температуры, показывающий, регистрирующий, с автоматическим обегаяющим устройством;
- C) прибор для измерения температуры, двухканальный, со сравнивающим устройством;
- D) измерительный комплект температуры, регистрирующий, регулирующий, со станцией управления;
- E) термоэлектрический преобразователь с регистрирующим устройством и индикатором.

*** 49

Физическое явление, описываемое законом Архимеда, положено в основу работы уровнемеров...

- A) поплавковых;
- B) гидростатических;
- C) емкостных;
- D) акустических;
- E) буйковых.

***50

Для измерения уровня сыпучих масс могут быть использованы ...

- A) магнитные погружные зонды;
- B) гидростатические уровнемеры;
- C) визуальные уровнемеры;

- D) акустические уровнемеры;
- E) буйковые уровнемеры.

***51

Кондуктометрические сигнализаторы уровня предназначены для...

- A) контроля уровня электропроводящих жидких и сыпучих сред;
- B) измерения уровня электропроводящих и непроводящих жидкостей;
- C) контроля уровня электропроводящих жидкостей в пищевой промышленности;
- D) измерения уровня электропроводящих сыпучих масс;
- E) контроля уровня границы между двумя различными газами.

***52

Магнитные погружные зонды могут быть использованы для...

- A) контроля уровня электропроводящих сыпучих масс;
- B) измерения уровня электропроводящих и непроводящих сыпучих масс;
- C) контроля уровня жидкостей в пищевой промышленности;
- D) контроля уровня непроводящих сыпучих масс;
- E) контроля уровня границы между двумя различными газами.

***53

Принцип переменного перепада давления для измерения расхода жидкостей, газов и паров предполагает использование в том числе...

- A) объемного счетчика с овальными шестернями;
- B) ротационного счетчика;
- C) скоростного счетчика;
- D) сужающего устройства;
- E) обтекаемого тела, изменяющего площадь проходного сечения.

***54

Принцип постоянного перепада давления для измерения расхода жидкостей и газов предполагает использование в том числе...

- A) объемного счетчика с овальными шестернями;
- B) ротационного счетчика;
- C) скоростного счетчика;
- D) сужающего устройства;
- E) обтекаемого тела, изменяющего площадь проходного сечения.

***55

Практически не создают дополнительного гидравлического (аэродинамического) сопротивления при измерении расхода жидкостей (газов)...

- A) объемные счетчики с овальными шестернями;
- B) расходомеры переменного перепада;
- C) скоростные счетчики;
- D) расходомеры постоянного перепада;
- E) электромагнитные расходомеры.

***56

Электрический тахогенератор применяют в качестве измерителя объемного расхода вещества при использовании...

- А) объемных счетчиков с овальными шестернями;
- В) расходомеров переменного перепада;
- С) скоростных счетчиков;
- Д) расходомеров постоянного перепада;
- Е) электромагнитных расходомеров.

***57

Наиболее точными средствами измерения угловой скорости в диапазоне средних и высоких частот являются...

- А) тахогенераторы постоянного тока;
- В) тахогенераторы переменного тока;
- С) турбинные скоростные счетчики;
- Д) шифраторы приращения;
- Е) индукционные импульсные счетчики.

***58

В системах измерения угловой скорости авиационных и судовых устройств автоматики обычно применяют...

- А) тахогенераторы постоянного тока;
- В) тахогенераторы переменного тока;
- С) турбинные скоростные счетчики;
- Д) шифраторы приращения;
- Е) индукционные импульсные счетчики.

***59

В качестве датчика углового перемещения следует использовать...

- А) тахогенераторы постоянного тока;
- В) тахогенераторы переменного тока;
- С) турбинные скоростные счетчики;
- Д) шифраторы приращения;
- Е) датчики конечного положения.

***60

В качестве датчика линейного перемещения в диапазоне малых перемещений следует использовать...

- А) тахогенераторы постоянного тока;
- В) тахогенераторы переменного тока;
- С) индуктивные датчики;
- Д) шифраторы приращения;
- Е) фотоэлектрические датчики.

***61

Зависимость сопротивления от температуры вида

$$R=R_0(1+\alpha t) \text{ при } -50^{\circ}\text{C} < t < +180^{\circ}\text{C}$$

характерна для...

- A) термоэлектрического преобразователя;
- B) термистора;
- C) медного терморезистора;
- D) манометрического термометра;
- E) кремниевых тензорезисторов.

***62

Для измерения температуры свыше 1500°C могут быть использованы...

- A) термоэлектрические преобразователи и пирометры излучения;
- B) термисторы и пирометры излучения;
- C) медные терморезисторы и пирометры излучения;
- D) позисторы и термоэлектрические преобразователи;
- E) платиновые и медные терморезисторы.

***63

Для измерения температуры в диапазоне от 1000°C до 5000°C могут быть использованы...

- A) термоэлектрические преобразователи;
- B) пирометры излучения;
- C) медные терморезисторы;
- D) позисторы;
- E) платиновые терморезисторы.

***64

Наилучшим материалом для получения наиболее точных первичных преобразователей температуры считается...

- A) медь;
- B) кремний;
- C) золото;
- D) серебро;
- E) платина.

***65

Материалом для чувствительного элемента в тензорезисторном измерительном преобразователе давления может служить...

- A) манганин либо нихром;
- B) платина либо медь;
- C) кварц либо турмалин;
- D) серебро либо золото;
- E) кремний либо арсенид галлия.

***66

Гидростатическое уравновешивание измеряемого давления применяется в...

- А) термоэлектрическом преобразователе;
- В) тензорезисторном преобразователе;
- С) пьезоэлектрическом преобразователе давления;
- Д) деформационном преобразователе давления;
- Е) колокольном дифманометре.

***67

Назовите 6 основных функциональных групп технических средств АТК.

***68

Дайте определение понятиям «типизация», «унификация» и «агрегатирование».

***69

Дайте определение понятиям «АСУ ТП», «ТОУ» и «АТК».

***70

Изобразите обобщенную блок-схему АСУ ТП.

***71

Назовите основное принципиальное отличие АСУ ТП с супервизорным режимом работы УВМ от централизованной АСУ ТП.

***72

В чем разница между функционально-целевой и топологической децентрализацией объекта управления?

***73

Изобразите основные топологические структуры взаимодействия подсистем распределенных АСУ ТП.

***74

Какие в зависимости от выполняемых функций системы телемеханики принято различать?

***75

Дайте краткую характеристику проводным линиям связи.

***76

Дайте краткую характеристику беспроводным линиям связи.

***77

Изложите основной принцип амплитудной модуляции.

***78

Изложите основной принцип частотной модуляции.

***79

Дайте краткую характеристику основных методов селекции в телемеханике.

***80

Перечислите основные измеряемые величины и точки замера в отопительных котельных установках.

***81

Опишите типовые элементы – датчики и специальные реле, применяемые в промышленной аппаратуре автоматизации водоотливных установок.

***82

Опишите типовую конфигурацию средств АТК вентиляторной установки.

***83

Опишите типовые элементы – датчики и специальные реле, применяемые в промышленной аппаратуре автоматизации конвейерных установок.

***84

Определите основную конфигурацию средств автоматизации шахтной подъемной установки.

***85

Опишите два основных способа контроля температуры в металлургической печи.

***86

Дайте краткую характеристику основным видам связи при последовательной передаче цифровых данных.

***87

Дайте краткую характеристику основным типам цифровых последовательных интерфейсов.

***88

Дайте краткую характеристику основным типам цифровых параллельных интерфейсов.

***89

Для заданного технологического объекта составить функциональную схему автоматизации с соответствующими измерительными преобразователями, приборами и средствами автоматизации.

***90

Для заданного технологического объекта произвести выбор приборов и средств автоматизации с обоснованием.

Ключи правильных ответов

Номер вопроса	Правильный ответ (А, В, С, D, E)
1	A
2	D
3	C
4	D

Номер вопроса	Правильный ответ (А, В, С, D, E)
5	D
6	E
7	A
8	E
9	C
10	D
11	B
12	B
13	D
14	D
15	C
16	D
17	B
18	D
19	A
20	E
21	A
22	B
23	A
24	E
25	D
26	A
27	B
28	C
29	A
30	E
31	B
32	A
33	D
34	E
35	A
36	B
37	B
38	E
39	D
40	C
41	C
42	A
43	B
44	D
45	B
46	D
47	B

Номер вопроса	Правильный ответ (А, В, С, D, E)
48	A
49	E
50	D
51	A
52	C
53	D
54	E
55	E
56	C
57	D
58	A
59	D
60	C
61	C
62	A
63	B
64	E
65	A
66	E

8 Методические указания для выполнения курсового проекта

8.1 Общие положения

Курсовой проект позволяет закрепить и углубить знания по дисциплине «Системы автоматики и телемеханики», приобрести практические навыки выбора и расчета средств измерения, контроля, регулирования и управления технологических комплексов, построения современных систем автоматизации различных технологических процессов и производств и является подтверждением того, что студент умеет применить полученные знания при решении конкретной задачи.

8.2 Последовательность выполнения курсового проекта

Технологические данные

Первоначальным этапом курсового проектирования является изучение заданного технологического процесса (установки) и составление его технологической схемы. С этой целью в проекте необходимо дать описание заданного процесса (установки), отдельных его операций, применяемого оборудования. Особое внимание следует обратить на входные, выходные и промежуточные параметры процесса. В ходе описания процесса (установки) необходимо получить чёткие представления об основных контролируемых и управляемых величинах, установить диапазон их изменения и рабочие значения, определить условия работы приборов и средств автоматизации.

Только глубокое знание технологии производства, для которого разрабатывается система автоматизации, позволяет обоснованно решать вопросы управления им. В большинстве случаев система управления (автоматизации) создается для действующего технологического процесса (установки) с известными технологическим регламентом, режимами работ и конструктивными особенностями, оснащённого специальной аппаратурой, оборудованием и приборами. Все эти сведения подлежат тщательному анализу. На основе проведенного анализа определяют назначение создаваемой системы автоматизации, основные цели ее разработки, а также критерии эффективности функционирования технологического объекта в условиях автоматизации, выполняемые информационные функции, число пунктов управления, их размещение и иерархию структуры управления (структурную схему системы автоматизации).

При определении перечня информационных функций руководствуются следующим их распределением:

- измерение (непрерывное, периодическое и по вызову);
- оперативное отображение и регистрацию значений технологических параметров и показателей состояния оборудования;
- обнаружение, оперативное отображение, регистрацию и сигнализацию отклонений значений технологических параметров и показателей состояния оборудования от установленных пределов;
- контроль, отображение, регистрацию и сигнализацию срабатывания блокировок и защит;

- оперативное отображение и регистрацию результатов математических и логических операций, выполняемых комплексом технологических средств системы.

Анализ существующих приборов и средств автоматизации,

контроля и измерения

После изучения технологической схемы заданного технологического процесса (установки) и его анализа производится анализ существующих промышленных приборов и технических средств автоматики, контроля и измерения, применяемых в целях автоматизации данного технологического процесса (установки) и ему подобных (в той же либо смежных отраслях промышленности). Анализ выполняется, исходя из современного состояния развития технических средств, участвующих в заданном технологическом процессе. Особое внимание следует уделить анализу функциональных свойств и возможностей тех или иных технических средств контроля и измерения и оценке этих возможностей в соответствии с результатами предварительно произведённого анализа технологического процесса.

При анализе существующих приборов и технических средств автоматизации, контроля и измерения следует уделять внимание также степени их оснащённости современной элементной базой (бесконтактными логическими элементами, аналоговыми и цифровыми интегральными микросхемами, микропроцессорами и т.д.), уровню их надёжности, экономичности, полноте функциональных возможностей.

При необходимости описание должно сопровождаться соответствующими схемами, графиками, эскизами, таблицами. Описание должно быть кратким, но достаточно полным и убедительным.

Формулирование основных требований к приборам и техническим средствам автоматизации, контроля и измерения

На основе проведенных анализов технологической схемы и существующих приборов и технических средств контроля и измерения, применяемых в заданном технологическом процессе, формулируются основные требования, которые можно подразделить следующим образом:

1. функциональные требования, включая технические характеристики;
2. требования, выдвигаемые физическими условиями работы (искро- и взрывобезопасность, вибростойкость, влагонепроницаемость, стойкость к агрессивной среде и т.п.);
3. требования по надежности и ремонтпригодности;
4. весовые и габаритные требования на всю систему автоматизации в целом и отдельные ее элементы (приборы и технические средства контроля и измерения);
5. требования инженерной психологии, связанные с недопустимостью ошибок при эксплуатации системы автоматизации человеком, эргономически рациональная организация рабочего места оператора и т.п.

Следует иметь в виду, что условия окружающей среды в местах установки технических средств контроля и измерения определяют возможность их применения, особенности работы технического персонала, а в отдельных случаях – работоспособность агрегатов, линий и производств.

Условия пожаро- и взрывоопасности объекта и агрессивности окружающей среды, а также требования к быстродействию, дальности передачи сигналов информации и управления являются определяющими при выборе технических средств контроля, измерения и управления по виду энергии носителя сигналов (электрической, пневматической, гидравлической и др.) в канале связи. Так, для пожаро- и взрывоопасных технологических процессов (установок) в большинстве случаев применяют пневматические средства; при высоких требованиях к быстродействию и значительных расстояниях между источниками и приемниками сигналов информации применяют, как правило, электрические и комбинированные технические средства. Необходимо также ориентироваться на использование серийно выпускаемых средств; при этом следует учитывать, что технические средства общепромышленного применения предназначены для усреднённых промышленных условий эксплуатации и не все они могут удовлетворять работе отдельных предприятий.

Следует стремиться к применению однотипных приборов и технических средств, предпочтительно унифицированных комплексов, характеризующихся простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки на щитах автоматики. Использование однотипных (унифицированных) средств дает значительные эксплуатационные преимущества как с точки зрения их настройки, так и при техническом обслуживании, ремонте.

В проектируемые системы автоматизации необходимо закладывать технических средств контроля и измерения с соответствующим классом точности, который определяется действительными требованиями объекта автоматизации. Как известно, чем выше класс средства измерения, тем более сложной является конструкция прибора, тем выше его стоимость, сложнее эксплуатация.

Количество приборов и технических средств контроля, измерения и управления на оперативных щитах и пультах должно быть ограниченным. Излишек аппаратуры не менее вреден, чем ее недостаток: усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдений за основными приборами, определяющими ход технологического процесса, удлиняет сроки монтажных работ, увеличивает стоимость автоматизируемого объекта.

Выбор приборов и средств автоматизации

Выбору промышленных приборов и средств автоматизации предшествует определение необходимого состава и составления функциональной схемы автоматизации технологического процесса (объекта), исходя из принятого принципа регулирования (управления), функциональных задач, которые

должна выполнять система, и конструктивных особенностей серийных приборов.

При составлении функциональной схемы автоматизации приборы, средства автоматизации, контроля и измерения, электрические устройства и элементы вычислительной техники необходимо показывать в соответствии с ГОСТ 21.404-85 и отраслевыми нормативными документами.

При определении состава функциональной схемы необходимо руководствоваться следующим:

а) определяются возможные варианты использования сигнала датчика. Информация от датчика (чувствительного элемента) может использоваться несколькими системами контроля и регулирования. В современных системах сигнал датчика часто вводится непосредственно в управляющую вычислительную машину. Это вызывает необходимость выбирать датчики с несколькими выходными преобразователями и комплектовать их первичными приборами с высокоомным усилителем;

б) анализируется возможность использования в системе автоматизации единого сигнала связи (например, сигнала постоянного тока 0...5 мА). Если современные технические средства контроля и регулирования не дают возможности использовать единый сигнал связи по выбранному каналу управления, то необходимо вводить в состав АСУ нормирующий преобразователь (например, преобразователь напряжения переменного тока 0...1 В в сигнал постоянного тока 0...5 мА);

в) определяется состав информационной аппаратуры (вторичных приборов, сигнальных устройств и др.), устанавливаемой по месту измерения и регулирования, на операторском пульте, на местном щите управления и т.д.;

г) на основании характеристики условий работы проектируемой АСУ выбирается соответствующий вид энергии носителя сигналов. Кроме того, необходимо учитывать эксплуатационную надежность элементов системы в данной среде, возможность реализации системы с минимальными затратами, необходимое быстродействие, протяженность каналов связи от датчика и до исполнительного механизма, используемый на данном предприятии или принятый в проекте автоматизации род энергии и т.д.

После определения состава функциональной схемы автоматизации можно приступить к выбору отдельных элементов (комплектованию системы). Рассмотрим подробнее выбор средств автоматизации на примере датчика [1,3].

Выбор датчика

Выбор датчика технологического параметра определяется физической природой этого параметра. При этом анализируются технические характеристики и возможности всего ряда датчиков, пригодных для измерения регулируемой (контролируемой) величины.

В процессе выбора датчика в первую очередь необходимо учитывать характеристики контролируемой и окружающей сред (температуру, влажность, давление и т.д.), в которых придётся работать

датчику. Также учитываются условия, в которых находится контролируемый параметр (в трубопроводах, в открытых емкостях под атмосферным давлением, в закрытых емкостях под избыточным давлением и т.д.). В зависимости от условий окружающей среды выбирают исполнение датчика (искробезопасное, тропическое и т.д.).

Диапазон действия датчика выбирается с учетом минимальных и максимальных длительных значений регулируемой величины. Здесь необходимо учитывать, что необоснованно завышенный диапазон действия датчика снижает точность контроля (измерения).

Погрешность датчика не должна превышать допустимой погрешности контроля (измерения) регулируемой величины, которая определяется технологией производства и погрешностью регулирования по выбранному каналу управления.

Датчик должен выбираться с учетом передачи сигнала в последующие элементы системы автоматизации. Это значит, что выходной сигнал датчика должен соответствовать сигналу связи, принятому в проектируемой системе. Число выходных сигналов датчика (количество выходных преобразователей) определяется принятым составом функциональной схемы автоматизации.

При выборе датчика необходимо установить возможность обеспечения условий для нормальной работы выбранного датчика, обеспечивающих паспортные параметры датчика в предлагаемом месте его установки. Так, например, для обеспечения нормальной работы диафрагменного расходомера объемного расхода необходимо иметь длину прямолинейного участка трубопровода $10 D$ до и $20 D$ после расходомера, где D – диаметр трубопровода. Для нормальной работы щелевого расходомера объемного расхода необходимо обеспечить перепад высот (уровней) трубопровода и т.д.

В ряде случаев следует учитывать электромагнитную (магнитную) совместимость датчика с другими элементами системы автоматизации и технологического оборудования.

Немаловажное значение имеет стоимость датчика, зависящая от сложности его изготовления, стоимости чувствительного элемента, протяженности необходимых линий связи и масштабов производства (крупносерийные изделия предпочтительнее).

Наконец, необходимо учитывать также фактор морального устаревания технических средств за промежуток времени между созданием проекта системы автоматизации и его воплощением, что вынуждает предъявлять более жесткие требования в отношении новизны и перспективности применяемых датчиков и других технических средств автоматизации [1,3].

8.3 Оформление результатов курсового проектирования

Законченный курсовой проект должен содержать пояснительную записку объемом не менее 25-30 страниц печатного текста и лист графического материала формата А1 (А4) – функциональную, структурную либо принципиальную схему.

Расчетно-пояснительная записка курсового проекта оформляется в соответствии с действующими ГОСТ РК и СМК ФС 1.1.02-2004 на листах

стандартного размера А4.

В содержание записки должны входить следующие разделы и пункты:

- задание на курсовой проект;
- введение;
- краткое описание заданного технологического процесса (установки);
- анализ характеристик и условий применения средств автоматизации, а также средств технологического контроля и измерения заданных физических величин применительно к заданному технологическому объекту, составление основных требований к ним;
- обоснование выбора и расчет средств автоматизации и технологического контроля и измерения (либо разработка специальных средств автоматизации и технологического контроля и измерения);
- разработка функциональных, структурных и (или) принципиальных схем и их описание;
- заключение;
- список использованных источников.

Графическая часть проекта оформляется в соответствии с действующими ГОСТ на листах формата А1 (А4) и содержит функциональную схему автоматизации технологического процесса (установки), с указанием устанавливаемых промышленных приборов и технических средств автоматизации, измерения и контроля, либо принципиальную схему разработанных специальных технических средств автоматизации, измерения и контроля. Объем и содержание графической части и пояснительной записки проекта каждого студента индивидуально уточняются руководителем курсового проекта.

8.4 Рекомендуемая литература

4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.

5. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др.; Под общ. ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 817 с.: ил.

6. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, М.Б. Миндин, С.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 432 с.: ил.

7. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособ. – Караганда, Изд-во КарГТУ, 2007. – 145 с.

8. Фешин Б.Н. Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов: Учеб.пособие. – Караганда, КарГТУ, 2000. – 100 с.

9. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. – 352 с.

10. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1985. – 215 с.

11. Электрификация стационарных установок шахт / С.А.

Волотковский, Д.К. Крюков, Ю.Т. Разумный и др.; Под ред. Г.Г. Пивняка. – М: Недра, 1990. – 399 с.: ил.

12. Попов В.М. Водоотливные установки: Справ. пособие. – М.: Недра, 1990. – 254 с.: ил.

13. Справочник по автоматизации котельных / Л.М. Файерштейн, Л.С. Этинген, Г.Г. Гохбойм. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.: ил.

14. АСУ ТП в черной металлургии: Учебник для ВУЗов / Г.М. Глинков, В.А. Маковский. – М.: Металлургия, 1999. – 310 с.

15. Журнал «Современные технологии автоматизации», 2002-2007 г.г.

16. Журнал «Приборостроение и средства автоматизации. Энциклопедический справочник», 2002-2007 г.г.

17. Журнал «Промышленные АСУ и контроллеры», 2002-2007 г.г.

8.5 Варианты заданий (примерная тематика курсовых проектов)

21. Выбор технических средств САиТМ котельной установки

22. Выбор технических средств САиТМ бойлерной установки

23. Выбор технических средств САиТМ водоотливной насосной установки

24. Выбор технических средств САиТМ компрессорной установки

25. Выбор технических средств САиТМ вентиляционной установки

26. Выбор технических средств САиТМ подъемной установки

27. Выбор технических средств САиТМ конвейерной линии

28. Выбор технических средств САиТМ холодильной установки

29. Выбор технических средств САиТМ кондиционирования воздуха

30. Выбор технических средств САиТМ поточно-транспортной системы

31. Выбор технических средств САиТМ дробления руды

32. Выбор технических средств САиТМ газорегуляторной станции

33. Выбор технических средств САиТМ электротермической установки

34. Выбор технических средств САиТМ металлорежущих станков

35. Выбор технических средств САиТМ бурового станка

36. Выбор технических средств САиТМ рудничного экскаватора

37. Выбор технических средств САиТМ в пищевой промышленности

38. Выбор технических средств САиТМ процессами открытой добычи полезного ископаемого

39. Выбор технических средств САиТМ процессами добычи полезного ископаемого в шахте

40. Выбор технических средств САиТМ железнодорожным транспортом