

**АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
И РАСЧЕТ СТРУКТУРЫ
СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ**

• ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ •

Министерство образования Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

**АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
И РАСЧЕТ СТРУКТУРЫ
СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ**

Методические указания
для студентов дневного и заочного отделений

Тамбов
• Издательство ТГТУ •
2002

УДК 62-79(076)
ББК 3395-048я73-5
А64

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Р е ц е н з е н т

Кандидат технических наук
К. А. Набатов

С о с т а в и т е л и:

А. А. Чуриков, А. Е. Бояринов, Г. В. Шишкина

А64 Анализ функциональной схемы автоматизации и расчет структуры службы эксплуатации контрольно-измерительных приборов и средств автоматики: Метод. указ. / Сост.: А. А. Чуриков, А. Е. Бояринов, Г. В. Шишкина. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 32 с.

Показан анализ функциональной схемы автоматизации и порядок расчета структуры и численности группы эксплуатации контрольно-измерительных приборов и средств автоматики промышленного предприятия. Приведен пример выполнения контрольной работы по выбору приборов и средств автоматизации и расчету численности обслуживающего их персонала.

Методические указания предназначены для выполнения курсовых и контрольных работ студентами днев-

ного и заочного отделений специальностей 210200,
072000 и 311400 по дисциплине "Проектирование систем
аналитического контроля и автоматизации".

УДК 62-79(076)
ББК 3395-048я73-5

© Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ), 2002

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
И РАСЧЕТ СТРУКТУРЫ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ**

Методические указания

С о с т а в и т е л и:

ЧУРИКОВ Александр Алексеевич,
БОЯРИНОВ Алексей Евгеньевич,
ШИШКИНА Галина Викторовна

Редактор Т. М. Г л и н к и н а

Инженер по компьютерному макетированию М. Н. Р ы ж к о в а

ЛР № 020851 от 27.09.99

П_{лр} № 020079 от 28.04.97

Подписано в печать 29.01.2002

Гарнитура Times New Roman. Формат 60 × 84 / 16

Бумага газетная. Печать офсетная. Объем: 1,86 усл. печ. л.; 2,0 уч.-изд. л.

Тираж 150 экз. С. 52

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

КУРСОВАЯ РАБОТА

Для обеспечения надежной работы измерительной техники, средств контроля и регулирования необходимо обеспечить их высококвалифицированную эксплуатацию. С этой целью на предприятиях создаются службы эксплуатации контрольно-измерительных приборов и средств автоматики КИПиА. Вопросы организации службы КИПиА посвящается данная курсовая работа.

Задание для курсовой работы

- 1 Определить ориентировочную численность персонала службы КИПиА тепличного комплекса.
- 2 Определить численность и квалификацию обслуживающего персонала по отделениям службы КИПиА при 41-часовой рабочей неделе с 15-дневным очередным отпуском.
- 3 Определить структуру службы КИПиА.
- 4 Составить график обслуживания и ремонтов КИПиА на календарный год.

Выбор варианта задания

Выбор задания производится по последней цифре шифра. В соответствии с этой цифрой студенты выбирают вариант из табл. 2, которая представляет собой укрупненную ведомость парка контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации тепличного комплекса, состоящего из N блоков. Число N выбирается из табл. 1 в соответствии с предпоследней цифрой шифра.

Количество приборов укрупненной ведомости определяется произведением $n \cdot N$, где n – количество приборов на один блок тепличного комплекса, которое выбирается из табл. 2 в соответствии с последней цифрой шифра.

Таблица 1

Количество бло- ков тепличного комплекса Предпоследняя цифра шифра	N , шт.
0 или 1	12
2 или 3	8
4 или 5	10
6 или 7	14
8 или 9	11

Например, для шифра 7752 первая позиция укрупненной ведомости парка приборов запишется в следующем виде.

**Укрупненная ведомость парка приборов и средств автоматизации
для тепличного комплекса, состоящего из 10 блоков**

№	Наименование	Марка, тип	Количество $n \cdot N$, шт.
1	Термометр	типа А	$46 \cdot 10 = 460$

Требования к выполнению курсовой работы

Расчетно-пояснительная записка оформляется в ученической тетради с полями 2 ... 3 см. Таблицу с расчетом ориентировочной численности персонала службы КИПиА и планировку помещений службы допускается вычерчивать на миллиметровых листах формата А4. Таблицу с расчетом численности и квалификации обслуживающего персонала по отделениям следует вычертить на миллиметровом листе формата А3.

Указания к выполнению курсовой работы

1 Ориентировочная численность персонала службы КИПиА определяется по числу приведенных приборов (табл. 3).

Таблица 3

Число приведенных приборов	Ориентировочная численность персонала службы	Категория службы КИПиА
200 – 800	4 – 15	I
800 – 2500	15 – 30	II

Выражение "приведенный прибор" введено для более объективной оценки мощности парка приборов комплекса. Для приведения контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации различных типов по трудоемкости их обслуживания применяется так называемый коэффициент относительной трудоемкости (табл. 4).

2 Численность персонала службы КИПиА определяется по отделениям эксплуатации и ремонта объемом выполняемых работ. Объем работ определяется нормами на периодичность проведения работ (табл. 5), т.е. числом проверок, ремонтов, наладок и нормами времени на производство этих работ (табл. 6). Следует учесть, что периодичность выполнения таких работ, как снятие и установка, пуск и наладка равна периодичности выполнения капитального ремонта. Если при расчетах число персонала службы получается дробным, то его следует округлить в сторону увеличения числа.

Таблица 4

Средства контроля и автоматизации	Коэффициент относительной трудоемкости, $k_{от}$
Датчики и измерительные приборы: – простые (технические манометры, термоэлектрические преобразователи, термопреобразователи сопротивления и т.д.)	1,0
– сложные (дифманометры, датчики	3,5
ГСП, датчики с электрическим и пневматическим выходом)	4,0
Регуляторы прямого действия простые (регуляторы температуры, давления, уровня и т.д.)	6,0
Регуляторы непрямого действия сложные (электронные, пневматические, электромеханические, гидравлические)	10,0
Вторичные приборы, регуляторы приборного типа (дифтрансформаторные приборы, мосты, потенциометры и т.д.)	40,0
Микропроцессорные приборы, компьютеры, интерфейсы	3,0
Исполнительные механизмы (клапаны, задвижки, пневмо-, электро-, и гидроприводы)	0,02
Электромагнитные реле, кнопки, сиг-	

Квалификация обслуживающего персонала определяется разрядом работ на текущее обслуживание, ремонт, поверку, наладку и установку (табл. 6).

Исходными данными для расчета численности и квалификации персонала службы КИПиА является парк приборов.

3 При определении структуры службы КИПиА следует помнить, что число ИТР зависит от численности электромехаников и составляет 10 ... 25 % от общей численности электромехаников. В число ИТР входят: руководители службы и ее подразделений, сотрудники групп автоматизации, учета, метролог и т.д. Во главе отделения эксплуатации с персоналом семь человек и более стоит мастер отделения, с персоналом менее семи человек – бригадир.

Для первой категории службы КИПиА с персоналом 10 ... 12 человек может быть выделена группа автоматизации (один – два человека), которая наряду с другими работами занимается вопросами развития автоматизации.

На комплексах с парком приборов, требующих для обслуживания четыре – семь человек, организуется лаборатория-мастерская КИПиА, которая выполняет все функции по ежедневному обслуживанию и ремонту.

4 Планово-предупредительные ремонты и профилактические мероприятия организуются для предупреждения выхода из строя аппаратуры и включают в себя комплекс технического обслуживания: ежедневное техническое обслуживание, которое специально не планируется и проводится ежедневно электромеханиками отделения эксплуатации; периодическое техническое обслуживание – проверки, текущий и капитальный ремонты – выполняются согласно плану-графику, который составляется на основании существующих норм с учетом условий эксплуатации (табл. 5).

При составлении графика обслуживания и ремонта необходимо обеспечить равномерную нагрузку электромехаников в течение всего года.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1 Определение ориентировочной численности персонала службы

Для определения ориентировочной численности персонала необходимо иметь оценку мощности парка приборов, т.е. число приведенных приборов

$$N_{\text{мп}} = \sum_{i=1}^n N_i k_{\text{оти}},$$

где N_i – число приборов одного типа или наименования, шт.; $k_{\text{оти}}$ – коэффициент относительной трудоемкости прибора наименования; n – количество наименований (однотипных групп) приборов укрупненной ведомости парка приборов.

Пользуясь табл. 4, определим $k_{\text{оти}}$ для каждого прибора укрупненной ведомости (табл. 7), рассчитаем $N_{\text{мп}}$. Промежуточные расчеты см. в табл. 8.

Число приведенных приборов $N_{\text{мп}} = \sum_{i=1}^{20} N_i k_{\text{оти}} = 1410$.

По табл. 3 ориентировочная численность персонала службы КИПиА равна 4 ... 15 человек относится к службе эксплуатации КИПиА первой категории.

Таблица 7

Укрупненная ведомость парка КИПиА

№	Наименование	Марка, тип	Кол-во, шт.
---	--------------	------------	-------------

Приборы для контроля и регулирования температуры

1	Термометры жидкостные стеклянные	Б	50
2	Термометры жидкостные	ТСМ	75
3	Термопреобразователи сопротивления	РТ-2	40
	Регуляторы температуры		

Приборы для измерения давления и разрежения

4	Манометр технический	ОБМ	23
5	Манометры электроконтактные	ЭКМ	15

Приборы для измерения количества и расхода

6	Дифманометры мембранные	ДМ	3
---	-------------------------	----	---

Приборы для измерения уровня

7	Сигнализаторы уровня электронные	ЭСУ-1	35
---	----------------------------------	-------	----

Электроизмерительные приборы

8	Счетчики, вторичные приборы	СО-2, РП-160	17
---	-----------------------------	--------------	----

Электрическая аппаратура (сигнальная, защитная, вспомогательная)

9	Реле электромагнитные	–	520
1	Магнитные пускатели	–	800
0			

Исполнительные механизмы

1	Моторные	МЭО	28
1	Клапаны электромагнитные	22кч801бк	43
1			
2			

Таблица 8

№	Наименование	N_i	$k_{отi}$	$N_i \cdot k_{отi}$
1	Термометры жидкостные стеклянные	50	1,0	50
2	Термометры сопротивления	75	1,0	75
3	Регуляторы температуры	40	4,0	160
4	Манометры	23	1,0	23
5	Манометры электроконтактные	15	1,0	15
6	Дифманометры мембранные	3	3,5	10,5
7	Сигнализатор уровня электронный	35	6,0	210
8	Счетчики	17	1,0	17
9	Реле электромагнитные	52	0,0	10,4
1	Магнитные пускатели	0	2	0,16
0	Исполнительные механизмы моторные	80	0,0	84
1	Клапаны электромагнитные	0	2	129
1		28	3,0	
1		43	3,0	
2				

2 Определение численности и квалификации обслуживающего персонала по отделениям службы КИПиА при 41-часовой рабочей неделе с 15-дневным очередным отпуском

По укрупненной ведомости парка приборов и нормам (табл. 5, 6) составляем табл. 9 расчета затрат времени на техническое обслуживание КИПиА.

№	Наименование	Кол-во N_i , шт.	Ежедневное обслуживание		Текущий ремонт		
			t_i , мин	$N_i t_i$, мин	t_i , ч	P_i	$N_i P_i$, ч

Приборы для контроля

1	Термометры типа Б	50	0,5	25/III	0,3	1	180/II
2	Термопреобразова-					2	I
	тели сопротивле-	75	0,5	37,5/I	0,6		
3	ния			II		1	540/II
	Регуляторы темпе-	40	2,5		2,0	2	I
	ратуры РТ-2			100/I			
				V		6	480/V
							I

Приборы для измерения

4	Манометры ОБМ	23	1,0	23/III	0,2	6	27,6/I
5	Манометры ЭКМ	15	1,2	18/III	0,5	1	II
						2	90/IV

Приборы для измерения

6	Дифманометры мембранные	3	2,0	6/IV	1,6	6	28,8/VI
---	-------------------------	---	-----	------	-----	---	---------

Исполнительные

1	Клапаны						
2	электромагнитные, 22кч801бк	43	2,5	107,5/I	1,0	1	516/II
				II		2	I

II разряд	626,9	2587,
IV разряд	6	6
V разряд	184	1573
VI разряд	–	–
Общая сумма	–	28,8
	810,9	4189,
	6	4

Таблица 9

Капитальный ремонт			Снятие и установка			Пуск и наладка			Поверка		
t_i , ч	P_i	$N/t_i P_i$, ч	t_i , ч	P_i	$N/t_i P_i$, ч	t_i , ч	P_i	$N/t_i P_i$, ч	t_i , ч	P_i	$N/t_i P_i$, ч

и регулирования температуры

22	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1	50/III
3,5	0,5	131/I V	0,1	0,5	3,75/II I	0,3	0,5	11,3/I V	1,1	1	82,5/IV
40	1	160/ V	0,8	1	32/III	1,0	1	40/V	-	-	-

давления и разрежения

1,0	1	23/III	0,1	1	2,3/III	0,1	1	2,3/II	0,2	1	4,6/IV
1,2	1	18/IV	0,2	1	3,0/III	1,1	1	I 18/III	0,3	1	4,5/V

количества и расхода

7,0	1	21/V	0,6	1	1,8/III	1,6	1	4,8/V	2,0	1	6,0/V
-----	---	------	-----	---	---------	-----	---	-------	-----	---	-------

механизмы

5,5	2	473/I II	1,0	2	86/III	0,5	2	43/III	-	-	-
-----	---	-------------	-----	---	--------	-----	---	--------	---	---	---

1389,	1437	101,3	222
6	-	196	286,1
659,5	-	44,8	48
476	-	52,5	-
-	1437	394,6	556,1
25			
251			

В табл. 9 определены суммарные затраты времени на ежедневное обслуживание, текущий и капитальный ремонты, снятие и установку, пуск и наладку, поверку, которые входят в формулы для расчета численности персонала по отделениям эксплуатации и ремонта службы КИПиА.

Расчет численности электромехаников отделения эксплуатации КИПиА

Выполняется по формуле

$$A_{я} = \frac{k_3 \sum_{i=1}^n N_i t_i}{T_{см}}$$

где $A_{я}$ – явочная численность дежурных электромехаников; $\sum_{i=1}^n N_i t_i$ – суммарные затраты времени на ежедневное обслуживание всего парка приборов (мин), рассчитанные в табл. 9; $k_3 = 1,1$ – коэффициент запаса, учитывающий выполнение непредвиденных работ, не предусмотренных нормами времени; $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены.

Принимаем $T_{см} = 480$ мин. Тогда

$$A_{я} = \frac{1,1 \cdot 810,96}{480} = 1,86.$$

Списочная численность персонала, учитывающая все случаи невыхода на работу, предусмотренные законом, определяется по формуле

$$A_{сп} = A_{я} K_c,$$

где K_c – переходный коэффициент, или коэффициент списочного штата рабочих. Он определяется делением номинального фонда рабочего времени (Н) на эффективный фонд рабочего времени (Э) одного работника в год:

$$K_c = \frac{H}{\Xi}.$$

При 41-часовой рабочей неделе эти показатели равны: $H = 2075$, $\Xi = 1832$ (при 15-дневном очередном отпуске);

$$K_c = \frac{2075}{1832} = 1,13; \quad A_{сп} = 1,86 \cdot 1,13 = 2,1.$$

Принимаем три электромеханика по отделению эксплуатации.

Расчет численности электромехаников отделения ремонта КИПиА

Выполняется по формуле

$$A_{я} = \frac{k_3 \sum_{i=1}^n N_i t_i P_i}{H},$$

где $\sum_{i=1}^n N_i t_i P_i$ – суммарные затраты времени на текущий и капитальный ремонты, пуск и наладку, снятие и установку, поверку (табл. 9).

$$\sum_{i=1}^n N_i t_i P_i = 4189,4 + 25,10 + 437,95 + 394,6 + 556,1 = 8102,25.$$

$$A_{я} = \frac{8102,25 \cdot 1,1}{2075} = 4,295; \quad A_{сп} = A_{я} K_c = 4,29 \cdot 1,13 = 4,85.$$

Принимаем пять электромехаников по отделению ремонта.

Для определения квалификации персонала необходимо подсчитать суммарные затраты времени на выполнение работ по разрядам (табл. 6 и 9).

Так, по отделению эксплуатации суммарные затраты времени на выполнение работ по III разряду определяем по табл. 9:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n=16} N_i t_i &= 25 + 37,5 + 23 + 18 + 255 + 20 + 8,5 + 5,2 + \\ &+ 21,5 + 0,19 + 8,0 + 0,07 + 2,5 + 70 + 107,5 + 25 = 627. \end{aligned}$$

По IV разряду:

$$\sum_{i=1}^{n=4} N_i t_i = 100 + 15 + 6 + 63 = 184,$$

где n – количество приборов, техническое обслуживание которых выполняет электромеханик III или IV разрядов.

Определим численность персонала отделения эксплуатации, работающего по III и IV разрядам.

По III разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{627 \cdot 1,1}{480} = 1,44; \quad A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_{\text{с}} = 1,44 \cdot 1,13 = 1,82.$$

Принимаем два электромеханика III разряда.

По IV разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{184 \cdot 1,1}{480} = 0,42; \quad A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_{\text{с}} = 0,42 \cdot 1,13 = 0,47.$$

Следовательно, по отделению эксплуатации можно принять на работу три электромеханика, из них одного электромеханика IV разряда и два электромеханика III разряда.

По отделению ремонта суммарные затраты времени на выполнение работ по техническому обслуживанию КИПиА определяются по III, IV, V, VI разрядам из табл. 9.

По III разряду:

$$\sum_{i=1}^{42} N_i t_i P_i = 2587,6 + 1389,6 + 437,5 + 101,3 + 222 = 4737,55.$$

По IV разряду:

$$\sum_{i=1}^{24} N_i t_i P_i = 1573 + 659,5 + 196 + 286,1 = 2714,6.$$

По V разряду:

$$\sum_{i=1}^{10} N_i t_i P_i = 476 + 44,8 + 48 = 568.$$

По VI разряду:

$$\sum_{i=1}^2 N_i t_i P_i = 28,8 + 52,5 = 81,3.$$

Определяем численность персонала отделения ремонта, работающего по соответствующим разрядам.

По III разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{4737,55 \cdot 1,1}{2075} = 2,52; \quad A_{\text{сп}} = 2,52 \cdot 1,13 = 2,84.$$

По IV разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{2714,6 \cdot 1,1}{2075} = 1,44; \quad A_{\text{сп}} = 1,44 \cdot 1,13 = 1,63.$$

По V разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{568 \cdot 1,1}{2075} = 0,302; \quad A_{\text{сп}} = 0,302 \cdot 1,13 = 0,34.$$

По VI разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{81,3 \cdot 1,1}{2075} = 0,0431; \quad A_{\text{сп}} = 0,0431 \cdot 1,13 = 0,0487.$$

Так как по отделению ремонта можно принять на работу пять электромехаников, то принимаем три электромеханика III разряда, одного электромеханика IV разряда и одного электромеханика V разряда.

3 Определение структуры службы КИПиА

Определим численность инженерно-технических работников ИТР из условия, что их число составляет 25 % от общего числа электромехаников.

1	жидкостные стек- лянные Б	П											
		Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р
2	Термопреобразо- ватели сопротив- ления ТСМ	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р
		П											К р
3	Регулятор температуры прямого действия РПД		К р										
		Т р		Т р		Т р		Т р		Т р		Т р	
4	Манометры тех- нического назна- чения ОБМ	Т р		Т р		Т р		Т р		Т р		Т р	
		К р			П								
5	Манометры са- мопишущие МСТМ		К р			П							
		Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р
6	Манометры элек- троконтактные ЭКМ	К р			П								
		Т р	Т р	Т р	Т р								
7	Дифманометры мембранные с электрической передачей ДМ		Т р		Т р		Т р		Т р		Т р		Т р
				К р									
8	Уровнемеры по- плавковые УДУ- 5М	Т р		Т р		Т р		Т р		Т р		Т р	
					К р								
9	Сигнализаторы уровня электрон- ные РОС-101	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р	Т р
				К р		П							
.													
1 2	Исполнительный механизм элек- тромагнитный						К р						
			Т р			Т р			Т р			Т р	

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание

Составить функциональную схему автоматизации сушки влажного материала в сушилках с кипящим слоем (КС). Схема регулирования процесса в сушилках с кипящим слоем показана на рис. 2.

В качестве объекта управления при автоматизации процесса сушки выбираем сушилку кипящего слоя, в которой сушильным агентом служат дымовые газы, получаемые в топке с принудительной подачей первичного воздуха. Показателем эффективности данного процесса является влажность материала, выходящего из сушилки, а целью управления – поддержание этого параметра на определенном значении.

При автоматизации сушки в кипящем слое основным показателем процесса является температура в слое, и только в случае крупных установок, когда температура по высоте слоя меняется, лучше в качестве такого показателя брать температуру сушильного агента на выходе, которая соответствует средней температуре материала в слое. Регулирующие воздействия при стабилизации температур осуществляются изменением расхода влажного материала. Этот способ предполагает наличие между сушилкой и предыдущим технологическим процессом промежуточного бункера с определенным запасом материала. Для предотвращения сводообразования и зависания материала в бункере предусматривают автоматические устройства, которые осуществляют встряхивание через определенные промежутки времени.

Нормальная работа сушилок КС возможна только при определенной высоте кипящего слоя. С целью поддержания заданного значения этого параметра стабилизируется гидродинамическое сопротивление слоя, т.е. перепад давлений до и после решетки, воздействием на вариатор электродвигателя питателя сухого материала. Можно регулировать перепад давлений и изменением расхода сушильного агента, однако при этом температура в кипящем слое будет сильно колебаться.

Кроме этих регуляторов предусматриваются стандартные узлы регулирования разряжения, начальной температуры сушильного агента, его расхода, соотношения расходов топлива и первичного воздуха. На основе анализа технологической схемы и контролируемых параметров составлена функциональная схема автоматизации (рис. 3), для которой выбраны промышленные приборы и средства автоматизации из каталогов заводов-изготовителей и номенклатурных справочников.

Приборы и средства автоматизации

1 *Первичный измерительный преобразователь* типа ДФС-50-7 а/б (поз. 1а, 2а, 4а)

Стандартное сужающее устройство (фланцевая диафрагма), предназначенное для измерения расхода газов и жидкостей.

Основы измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами и общие технические требования к измерительным устройствам регламентируются правилами РД 50-213-80. При установке сужающих устройств необходимо соблюдать ряд условий, существенно влияющих на погрешности измерения. Сужающее устройство должно располагаться перпендикулярно оси трубопровода. Ось диафрагмы должна совпадать с осью трубопровода. Следует обеспечить установившееся течение потока перед входом в диафрагму и после него.

Тип выбранной диафрагмы – ДФС-50-7 а/б, ГОСТ 14321-73. Технические характеристики: условное давление 1,6 МПа; условный диаметр $d_y = 50$ мм. Завод-изготовитель – Московское ПО "Манометр".

2 *Преобразователь разности давлений в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи* типа "Сапфир-22ДД" (поз. 1б, 2б, 6а)

Предназначен для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами, обеспечивает непрерывное преобразование значения измеряемого параметра – разности давлений нейтральных и агрессивных сред – в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи. Преобразователь предназначен для работы со вторичной регистрирующей, показывающей аппаратурой, регуляторами и другими устройствами автоматики, работающими от стандартного входного сигнала 0 ... 5, 0 ... 20 или 4 ... 20 мА постоянного тока.

Принцип действия преобразователя основан на использовании тензоэффекта в полупроводниковом материале. Измеряемый параметр поступает в камеру измерительного блока, где линейно преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сопротивления тензорезисторов тензопреобразователя, размещенного в измерительном блоке. Электронное устройство преобразует это изменение сопротивления в выходной сигнал. Чувствительным элементом является пластина из монокристаллического сапфира с кремниевыми пленочными тензорезисторами, прочно соединенными с металлической мембраной тензопреобразователя.

Выбираем "Сапфир-22ДД" модель 2460 со следующими техническими характеристиками: верхний предел измерения – 10 МПа; предел допускаемой основной погрешности – $\pm 0,5$ %; выходной сигнал – 0 ... 5 мА; питание – постоянный ток напряжением $36 \pm 0,72$ В; масса – 10 кг. Завод-изготовитель – Казанское ПО "Теплоконтроль".

3 Преобразователь давления разрежения в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи типа "Сапфир-22ДИВ" (поз. 4б, 7а)

Выбираем модель 2350, конструкция виброустойчивая. Значения пределов измерения: $-0,1$... $+0,3$ МПа. Завод-изготовитель – Московское ПО "Манометр".

4 Преобразователь электропневматический типа ЭПП (поз. 1в, 2в, 4в, 7б)

Осуществляет преобразование электропневматического аналогового сигнала постоянного тока 0 ... 5 мА в унифицированный пропорциональный пневматический сигнал 20 ... 100 кПа.

Работа преобразователя основана на принципе силовой компенсации. При прохождении электрического тока через электромагнит возникающий магнитный поток развивает на якоре усилие. При этом изменяется зазор между соплом и заслонкой. Изменившееся давление в линии сопла поступает на пневмореле, где усиливается и подается на выход преобразователя.

Класс точности прибора 1,5. ЭПП предназначен для работы при температуре окружающего воздуха 5 ... 50 °С и относительной влажности до 98 %. Габаритные размеры – 94 × 316 × 135 мм. Масса – 3,5 кг. Завод-изготовитель – Саранский приборостроительный завод им. 60-летия СССР.

5 Вторичный пневматический прибор ПВ10.1Э (в комплекте с ПР3.33М1)

Назначение: запись и показание регулируемого параметра, показание значения задания и давления на исполнительном механизме; переключение системы регулирования на ручное дистанционное, автоматическое или автоматическое программное управление; формирование задающего и управляющего воздействий. В прибор встроен лентопротяжной механизм с электрическим приводом. Скорость движения диаграммы – 40 мм/ч. Класс точности прибора – 1. Расход воздуха – 7 л/мин. Габаритные размеры – 160 × 200 × 438 мм. Масса – 10 кг. Изготовитель – Московский завод "Тизприбор".

6 Устройство регулирующее ПР3.33М1 (в комплекте с ПВ10.1Э) (1д, 3г, 4д, 7г)

Устройство регулирующее пневматическое пропорционально-интегрального соотношения. Назначение: непрерывное регулирующее воздействие на исполнительный механизм в целях поддержания одного из пневматических сигналов пропорциональным второму пневматическому сигналу. В регуляторе используется принцип компенсации сил, при котором механические перемещения чувствительных элементов близки к нулю. Разность давлений сжатого воздуха, поступающего от измерительного прибора и регуляторов соотношения, действует на мембраны элемента сравнения. Силы, развиваемые действием разности этих сигналов, уравниваются силами, определяемыми давлением воздуха на мембраны обратных связей. При наличии рассогласования между сигналами каждое из звеньев регулятора вносит составляющую в общее регулирующее воздействие. Пропорциональная составляющая вводится путем воздействия на отрицательную обратную связь, интегральная – на положительную обратную связь.

Диапазон настройки пределов пропорциональности – 2 ... 3000 %, времени интегрирования – 0,05 ... 100 мин. Габаритные размеры – 182 × 121 × 205 мм. Масса – 3,3 кг. Изготовитель – Московский завод "Тизприбор".

7 Измерительный преобразователь температуры типа 13ТД73 (поз. 3а, 3б)

Предназначен для преобразования измеряемой температуры в унифицированный пневматический сигнал. Бесшкальный прибор. Чувствительный элемент газовой термосистемы выполнен в виде сильфона. Усилие последнего компенсируется пневматическим преобразователем. Прибор монтируется на горизонтальной трубе диаметром 140 ... 200 мм. Прибор предназначен для работы при температуре -50 ... 200 °С.

Класс точности прибора – 1. Погружение термобаллона – 100 мм. Диаметр термобаллона – 20 мм. Масса – не более 5 кг. Изготовитель – Казанское ПО "Теплоконтроль".

8 Термопреобразователь сопротивления типа ТСМ-0281 (поз. 5а)

Чувствительный элемент ТСМ – бескаркасная обмотка из медной проволоки, покрытая фторопластовой пленкой и помещенная в тонкостенную металлическую гильзу с керамическим порошком. Термопреобразователь сопротивления виброустойчивый, с уплотнительным кольцом.

Пределы измерения: $-50 \dots 150$ °С. Длина монтажной части – 200 мм. Условное давление – 0,4 МПа. Масса – 1,33 кг. Изготовитель – Луцкий приборостроительный завод им. 60-летия СССР.

9 Измерительный преобразователь типа П282.А (поз. 5б)

Предназначен для работы в комплекте с термопреобразователем сопротивления, преобразует сопротивление ТС в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока $4 \dots 20$ мА. Принцип действия основан на статической автокомпенсации. Сигнал от первичного преобразователя поступает на измерительный мост и далее на входной усилитель, выполненный по схеме модулятор-демодулятор. Демодулированный сигнал усиливается выходным усилителем постоянного тока, выходной ток которого поступает на нагрузку и в устройство обратной связи. Подключение осуществляется по трехпроводной схеме.

Прибор выполнен в искробезопасном исполнении. Монтаж преобразователей – настенный. Габаритные размеры – $77 \times 260 \times 200$ мм. Масса – 3 кг. Изготовитель – Северодонецкое ОКБА НПО "Химвтоматика".

10 Вторичный прибор Дис-250-4231 (поз. 5г, 6б)

Одноточечный показывающий и регистрирующий прибор с записью информации на дисковой диаграмме в полярных координатах. Выполнен на микроэлектронной базе средней степени интеграции. Исполнение резисторных микросборок позволяет путем перепайки легко изменять пределы измерения. Оснащен двухпозиционным сигнальным устройством и устройством преобразования входного сигнала в выходной непрерывный электрический сигнал $0 \dots 5$ или $4 \dots 20$ мА (погрешность $\pm 0,5$ %).

Предназначен для измерения силы и напряжения постоянного тока, а также неэлектрических величин, преобразованных в электрические сигналы или активное сопротивление.

Прибор обеспечивает непрерывное измерение и регистрацию на диаграммном диске различных технологических величин, преобразование входного сигнала в выходной непрерывный сигнал $0 \dots 5$ мА, $4 \dots 20$ мА; трехпозиционное регулирование с бесконтактным или контактным (релейным) выходом; двухпозиционную сигнализацию с релейным выходом; индикацию обрыва датчика включения прибора и состояния регулирующих и сигнализирующих устройств.

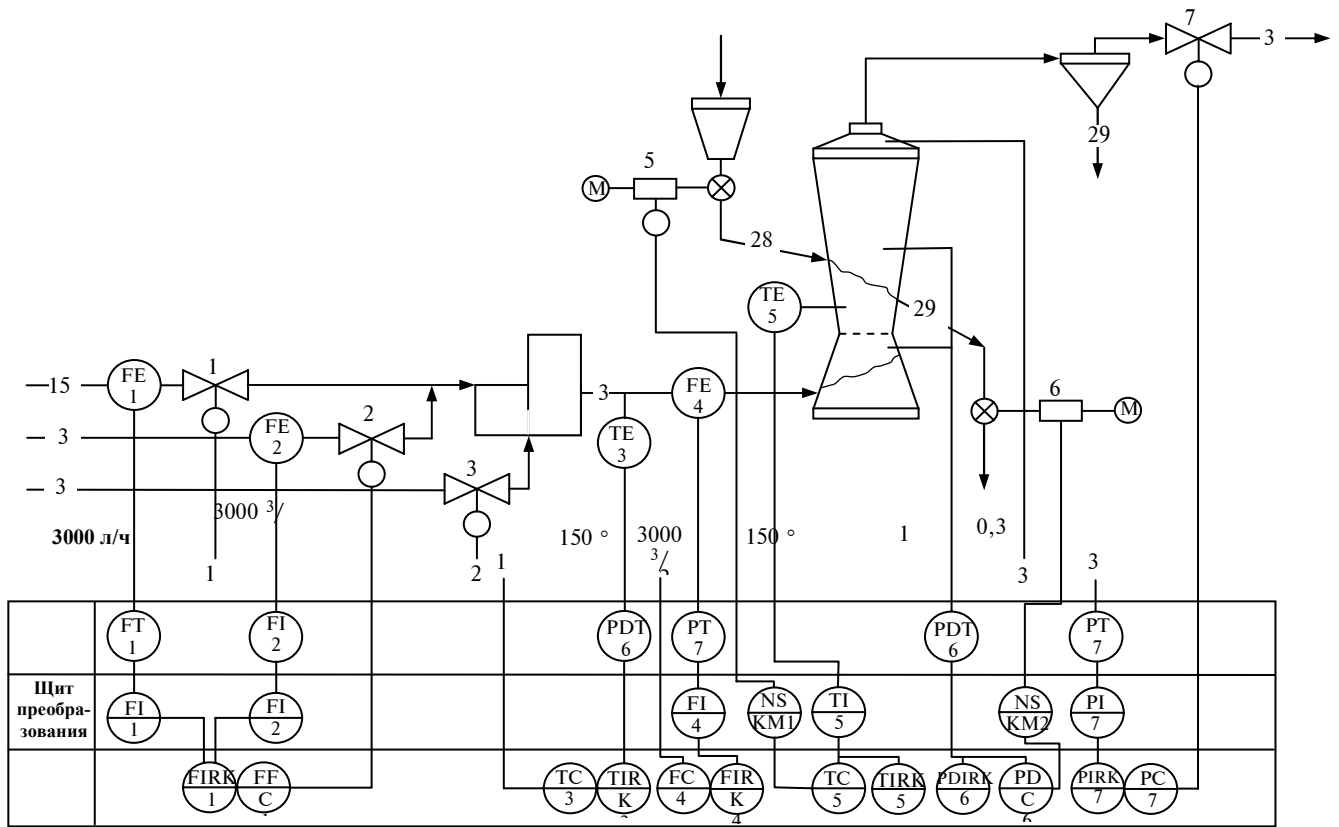
Принцип действия прибора Диск-250 основан на методике непрерывной компенсации измеряемой величины в следящей системе прибора; уравнивание схемы происходит автоматически с помощью усилителя и реверсивного двигателя, связанного с движком реохорда.

Выбираем Диск-250-4231 со следующими техническими характеристиками: пределы измерения выходного сигнала $0 \dots 5$ мА, $4 \dots 20$ мА; погрешность по преобразованию и показанию не более 0,5 %; погрешность по регистрации и сигнализации не более 1 %; быстродействие не более 5 с; время оборота диаграммного диска – 24 ч; питание от сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Габаритные размеры – $320 \times 320 \times 260$ мм. Средний срок службы – 10 лет. Шкалы: поз. 5г – $0 \dots 200$ °С, поз. 6б – $(-0,2 \dots 0,2)$ МПа. Изготовитель – завод "Теплоприбор", г. Челябинск.

11 Регулятор импульсного действия РС29.0.12 (поз. 5в, 6в)

Назначение: автоматизация теплотехнических процессов при использовании первичных преобразователей с унифицированным сигналом постоянного тока. Регулятор осуществляет масштабирование и суммирование различных входных сигналов и прием сигнала задания; обеспечивает усиление, демпфирование и индикацию сигнала рассогласования. Совместно с исполнительным механизмом регулятор формирует П-закон регулирования и позволяет осуществлять ручное управление исполнительным механизмом.

Диапазон регулирования – $0 \dots 5$ мА. Габаритные размеры – $77 \times 40 \times 30$ мм. Изготовитель – Московское ПО МЗТА.



12 *Электрический однооборотный исполнительный механизм* МЭО-16/25-0,25-77 (поз.5д, 6г)

Предназначен для перемещения регулирующего органа в системах автоматического и дистанционного управления. Номинальный крутящий момент на выходном валу – 16 Н·м. Номинальное время полного хода выходного вала – 25 с. Исполнительный механизм можно установить с любым пространственным расположением выходного вала непосредственно на регулирующем органе.

Габаритные размеры – 200 × 185 × 230 мм. Масса – 7,6 кг. Изготовитель – Чебоксарское ПО "Электроприбор".

13 *Пускатели бесконтактные реверсивного типа* ПБР-2М (КМ1, КМ2)

Предназначены для бесконтактного управления механизмами 5д, 6г. Пускатель состоит из схемы управления бесконтактными транзисторными ключами, силовой схемы, коммутирующей напряжение питания механизма, и источника питания для дистанционного управления пускателем.

Габаритные размеры – 90 × 240 × 250 мм. Масса – 4,5 кг. Изготовитель – Чебоксарское ПО "Электроприбор".

14 *Поршневой прямоходный пневмоцилиндр* ПСП-Т-1-1012 (поз. 1е, 2г, 3д, 7д)

При подаче воздуха в одну из полостей цилиндра и соединении другой полости с атмосферой поршень вместе со штоком перемещается, создавая толкающее или тянущее усилие. В тех случаях, когда нарушение подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр может вызвать аварию, должно быть предусмотрено устройство, обеспечивающее сохранение давления в рабочей полости в течение некоторого времени (обратный клапан и др.).

Номинальное давление – 1 МПа. Диаметр поршня – 100 мм. Ход поршня – 100 мм. Габаритные размеры – 115 × 115 × 255 мм. Масса – 6,4 кг. Изготовитель – Орджоникидзевский опытный завод пневмооборудования.

Функциональная схема автоматизации сушки влажного материала в сушилках с кипящим слоем показана на рис. 3, а заказная спецификация на приборы и средства автоматизации для этой схемы – в табл. 11.

Задание на контрольную работу

Вариант 1

Составить функциональную схему автоматизации процесса адсорбции с неподвижным слоем адсорбента [3, с. 190 – 192].

Вариант 2

Составить функциональную схему автоматизации получения соляной кислоты заданной концентрации при абсорбции газообразного хлористого водорода водой. *Примечание:* автоматизированную систему регулирования (АСР) концентрации рабочего раствора принять одноконтурной [4, с. 329 – 331].

Вариант 3

Составить функциональную схему автоматизации процесса ректификации [3, с. 171 – 185].

Вариант 4

Составить функциональную схему автоматизации получения соляной кислоты заданной концентрации при абсорбции газообразного хлористого водорода водой. *Примечание:* АСР концентрации рабочего раствора выбрать комбинированной двухконтурной [4, с. 329 – 331].

Вариант 5

Составить функциональную схему управления системой приточной вентиляции с калорифером, обогреваемым горячей водой [3, с. 285 – 287].

Вариант 6

Составить функциональную схему автоматизации очистки газовой смеси от вредных примесей абсорбентом [4, с. 329 – 331].

Вариант 7

Составить функциональную схему автоматизации каландра [3, с. 263 – 267].

Вариант 8

Составить функциональную схему автоматизации сушки влажного продукта в конвейерной сушилке. Регулирование влажности сухого продукта осуществляется изменением скорости транспортера [3, с. 196 – 197].

Вариант 9

Составить функциональную схему управления системой теплоснабжения [3, с. 284].

Вариант 10

Составить функциональную схему автоматизации процесса термоокислительного пиролиза метана [4, с. 313 – 316].

Вариант 11

Составить функциональную схему автоматизации процесса формования изделий из реактопластов [3, с. 280 – 282].

Вариант 12

Составить функциональную схему автоматизации выпаривания [4, с. 326 – 328].

Вариант 13

Составить функциональную схему автоматизации процесса мокрой очистки газов [3, с. 149 – 151].

Вариант 14

Составить функциональную схему автоматизации сушки влажного материала в противоточной барабанной сушилке [3, с. 195 – 197].

Вариант 15

Составить функциональную схему автоматизации процесса отстаивания [3, с. 141 – 144].

Вариант 16

Составить функциональную схему автоматизации процесса вулканизации резиновых изделий в туннельных вулканизаторах [3, с. 278].

Вариант 17

Составить функциональную схему автоматизации процесса нагревания [3, с. 154 – 158].

Вариант 18

Составить функциональную схему автоматизации процесса формования и вулканизации резиновых изделий на прессах с электрическим обогревом [3, с. 274 – 277].

Вариант 19

Составить функциональную схему автоматизации вальцов [3, с. 262 – 263].

Вариант 20

Составить функциональную схему автоматизации процесса кристаллизации [3, с. 168 – 170].

Вариант 21

Составить функциональную схему автоматизации процесса фильтрации жидких систем [3, с. 148 – 149].

Вариант 22

Составить функциональную схему автоматизации процесса выпаривания [3, с. 163 – 168].

Вариант 23

Составить функциональную схему автоматизации процесса центрифугирования [3, с. 145 – 148].

Вариант 24

Составить функциональную схему автоматизации процесса искусственного охлаждения [3, с. 161 – 163].

Список рекомендуемой литературы

- 1 *Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ. пособие / Под ред. А. С. Ключева. М.: Энергоатомиздат, 1990. 464 с.*
- 2 *Промышленные приборы и средства автоматизации: Справ. пособие / Под ред. В. В. Черенкова. Л.: Машиностроение, 1987. 847 с.*
- 3 *Голубятников В. А., Шувалов В. В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. М.: Химия, 1985. 325 с.*
- 4 *Казаков А. В., Кулаков М. В., Мелюшев Ю. А. Основы автоматики и автоматизации химических производств. М.: Машиностроение, 1970. 295 с.*