

# Выбор резисторов

# Рабинович стр 91

Магнитные контроллеры должны быть рассчитаны на коммутацию наибольших допустимых значений тока включения, а номинальный ток их  $I_n$  должен быть равен или больше расчетного тока двигателя при заданных условиях эксплуатации и заданных режимах работы механизма, т. е.

$$I_n \geq I_D k,$$

Таблица 3-22

Значения коэффициента  $k$  для различных типов и исполнений магнитных контроллеров

Тип контроллера	Напряжение главной цепи, В	Значение коэффициента $k$ в режимах						
		Л		С		ВТ		ОТ
		до 60 включений в час	до 150 включений в час	до 300 включений в час	до 600 включений в час	до 600 включений в час	до 1200 включений в час	до 1200 включений в час
ТА, ТСА	380	0,75	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	—
ТА, ТСА	500	0,9	1,0	1,2	—	—	—	—
К, КС	380	—	0,7	1,0	1,1	1,3	1,6	2,0
ТСД	360	0,75	0,8	1,0	1,2	—	—	—
КСД	380	—	—	1,0	1,1	1,3	—	—
КСДБ	380	—	—	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5
П, ПС	220	0,75	0,8	1,0	1,2	1,4	2,0	—
П, ПС	440	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	—	—
ТС, ТН,	380	0,8	1,0	—	—	—	—	—
ТСН	—	—	—	—	—	—	—	—
КБК	380	0,8	0,9	1,0	—	—	—	—

# Определение сопротивления ступени

Определяем номинальное сопротивление ротора, в Ом: ¶

$$R_H = \frac{E_{PH}}{\sqrt{3} \cdot I_{ном}} = \frac{272}{\sqrt{3} \cdot 214,45} = 0,73 \text{ Ом.} ¶$$

где  $E_{PH}$  — напряжение между кольцами ротора, В. ¶

Для выбранного магнитного контролера на переменном токе находим разбивку ступеней сопротивлений и определяем сопротивление каждого резистора (в одной фазе): ¶

$$R = R_{НОМ} \cdot \frac{R_{ступ\%}}{100\%} ¶$$

# Определение тока ступени

$$P_p = \frac{a \cdot P_{ст}}{K_T \cdot \eta_{ЭКВ} \cdot \eta_{ДВ}} \left[ (\eta_{ДВ} - \eta_{ЭКВ}) + \frac{(1 - \eta_{ДВ}) \cdot (1 + \varepsilon_0) \cdot (\eta_{ЭКВ.Б.} - \eta_{ЭКВ})}{\eta_{ЭКВ.Б.}} \right]$$

где  $P_{ст}$  — мощность статической нагрузки, кВт;  $k_T$  — коэффициент нагрузки, определяется по табл. 8-4 в зависимости от режима работы механизма крана;  $\varepsilon_0$  — фактическая относительная продолжительность включения;  $a$  — коэффициент использования ( $a=1,3$  для металлургических механизмов,  $a=1$  для прочих механизмов);  $\eta_{ДВ}$  — номинальный к. п. д. электродвигателя;  $\eta_{ЭКВ}$  — к. п. д. электропривода, определяется по графикам на рис. 8-11;  $\eta_{ЭКВ.Б.}$  — базисный к. п. д. электропривода (см. табл. 8-4);  $k_a$  — коэффициент использования в системе электропривода  $k_a=1$  для систем переменного тока и постоянного тока (механизмы передвижения),  $k_a=0,5$  для систем постоянного тока (механизмы подъема).

Расчетный ток продолжительного режима резистора, А, определяется по формуле

$$I_p = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{11} P_p}{R_n \sum R_{\%} \sum I_{\%}^2 R_{\%}}}, \quad (7-186)$$

где  $R_{\%}$  — относительное сопротивление ступени, %, по табл. 7-9 или 7-10;  $I_{\%}$  — относительный ток нагрузки ступени сопротивления, %, определяемый по табл. 7-9 или 7-10.

Ток продолжительной нагрузки ступени резистора определяется из выражения

$$I_{ступ} = I_p I_{\%} / 100. \quad (7-187)$$

# Яуре стр 113-114 (226-227)

Таблица 7.4. Сопротивления и токи ступеней резисторов для электроприводов переменного тока с панелями управления

Ступени	Тип панели								
	ТА, К	ТСА, КС	ТСД	ТА, К	ТСА, КС	ТСД	ТА, К	ТСА, КС	ТСД
	Ток ротора не более 60 А			Ток ротора не более 160 А			Ток ротора не более 160 А		
P1—P4	$\frac{15}{83}$	—	$\frac{6,5}{83}$	$\frac{5}{83}$	$\frac{5}{83}$	$\frac{5}{83}$	$\frac{8}{60}$	$\frac{14}{59}$	$\frac{14}{52}$
P4—P7	$\frac{20}{59}$	—	$\frac{13}{59}$	$\frac{10}{59}$	$\frac{10}{59}$	$\frac{10}{59}$	—	—	—

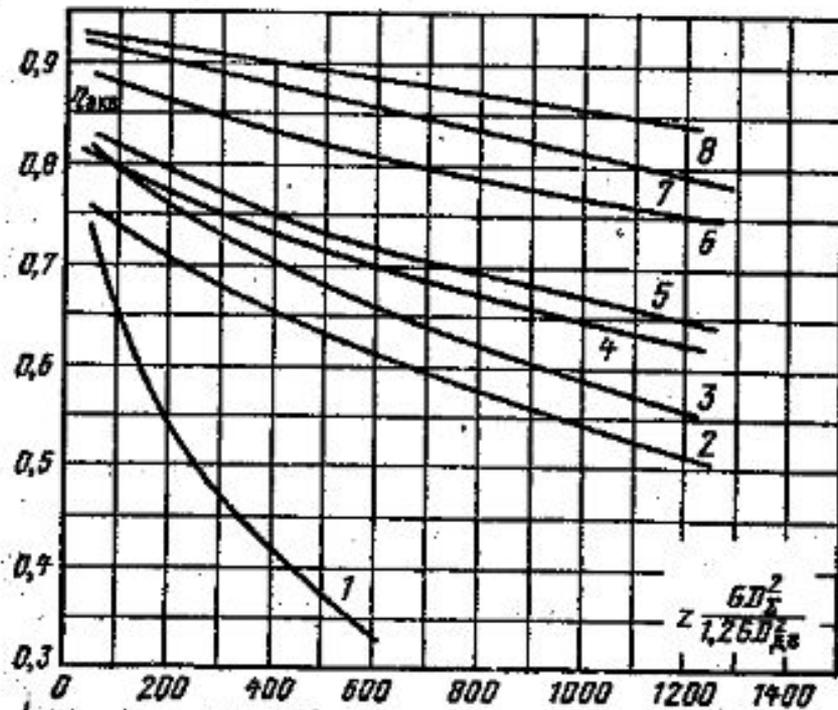
  

Ступени	Тип панели								
	ТА, К	ТСА, КС	ТСД	ТА, К	ТСА, КС	ТСД	ТА, К	ТСА, КС	ТСД
	Ток ротора не более 60 А			Ток ротора не более 160 А			Ток ротора не более 160 А		
P7—P10	$\frac{40}{50}$	—	$\frac{26}{50}$	$\frac{20}{50}$	$\frac{20}{59}$	$\frac{20}{59}$	—	—	—
P10—P13	$\frac{120}{21}$	—	$\frac{90}{30}$	$\frac{40}{42}$	$\frac{27}{50}$	$\frac{27}{50}$	—	—	$\frac{86}{22,5}$
P13—P16	—	—	—	$\frac{120}{21}$	$\frac{76}{42}$	$\frac{76}{42}$	—	—	$\frac{76}{42}$
P4—P10	—	—	—	—	—	—	$\frac{42}{42}$	$\frac{39}{50}$	$\frac{39}{17,7}$
P10—P16	—	—	—	—	—	—	$\frac{146}{35}$	$\frac{86}{25}$	—
P1—P7	—	—	—	—	—	—	$\frac{24}{59}$	$\frac{23}{42}$	$\frac{23}{32}$
P7—P13	—	—	—	—	—	—	$\frac{100}{30}$	$\frac{92}{25}$	$\frac{92}{17,7}$
P16—P19	—	—	—	—	$\frac{72}{30}$	—	—	$\frac{72}{30}$	—

# Определение кпд эквивалентного базового Стр 189 рабинович

Значения коэффициентов  $k_T$  для выбора двигателей различных систем электропривода

Наименование	$\eta_{эвб,б}$	$k_{д,п}$	Подъем при $GD_{\Sigma}^2/1,2 GD_{дв}^2 < 2$ ; передвижение и поворот при $GD_{\Sigma}^2/1,2 GD_{дв}^2 < 5$ для режимов					Передвижение и поворот при $GD_{\Sigma}^2/1,2 GD_{дв}^2 > 5$ для режимов				
			Л	С	Т	ВТ	ОТ	Л	С	Т	ВТ	ОТ
			Двухскоростной двигатель при $2p=4/24$	0,83	4	0,7	—	—	—	—	—	—
Трехскоростной двигатель при $2p=4/8/24$	0,83	4	1,3	0,95	0,55	0,2	—	—	—	—	—	—
Однокоростной двигатель при $2p=6$	0,83	4	1,35	1	0,65	0,3	—	0,2	—	—	—	—
Трехскоростной двигатель при $2p=6/12/24$	0,81	4	1,4	1,1	0,75	0,5	—	0,25	—	—	—	—
Двигатель с фазным ротором при торможении противовключением	0,76	1,25	1,45	1,2	0,95	0,75	0,45	0,75	0,65	0,35	0,2	0,1
Двигатель с фазным ротором при динамическом торможении	0,81	1,25	1,5	1,3	1,1	0,9	0,55	0,9	0,85	0,5	0,3	0,2
Двухскоростной двигатель при $2p=4/6$ с неполной зоной частотного регулирования	0,9	1,25	1,4	1,15	1	0,7	0,45	0,55	0,2	—	—	—
Однокоростной двигатель в системе частотного регулирования	0,94	1,25	1,45	1,3	1,15	1,05	0,7	1,15	1,1	0,85	0,7	0,45
Тиристорный электропривод постоянного тока	0,94	1,25	2	1,3	1,15	0,85	0,5	1,4	1	0,75	0,5	0,3
Электропривод постоянного тока с параметрическим регулированием	0,81	1,25	2	1,25	1,1	0,8	0,45	1,25	0,85	0,5	0,3	0,15



Определение КПД  
эквивалентного

Рис. 8-11. Графики  $\eta_{\text{эв}} = f\left(z \frac{GD_{\Sigma}^2}{1,2GD_{\text{дв}}^2}\right)$  для различных электроприводов.

1 — с двухскоростными короткозамкнутыми двигателями при  $2p=4/24$ ; 2 — с параметрическим регулированием двигателей с фазным ротором при наличии торможения противовключением; 3 — с трехскоростными короткозамкнутыми двигателями при  $2p=4/8/24$ ; 4 — с параметрическим регулированием двигателей с фазным ротором при динамическом торможении; с параметрическим регулированием двигателей постоянного тока; с односкоростными короткозамкнутыми двигателями при  $2p=6$ ; 5 — с трехскоростными короткозамкнутыми двигателями при  $2p=6/12/24$ ; 6 — с регулированием двухскоростных короткозамкнутых двигателей при наличии зоны частотного регулирования для  $2p=4/6$ ; 7 — с тиристорным электроприводом постоянного тока; 8 — с частотным регулированием односкоростными короткозамкнутыми двигателями.

### г) Пример расчета по выбору резистора для кранового электропривода

Для электропривода механизма передвижения тележки металлургического крана весьма тяжелого режима работы со скоростью 1,0 м/с и ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup> выбран электродвигатель переменного тока МТН 612-10 мощностью 50 кВт, частота вращения 573 об/мин, ПВ=60%. Напряжение между кольцами ротора 223 В. Ток ротора 140 А. Управляется магнитным контроллером К160. Число пусков в час 300. Суммарный маховой момент, приведенный к валу электродвигателя, 82 кг·м<sup>2</sup>. Момент статической нагрузки 230 Н·м.

Для заданных параметров ускорения определяем: время разгона

$$t = v_H / a = 1,0 / 0,5 = 2 \text{ с};$$

$$M_{100\%} = GD_{\text{общ}}^2 n_H / 68,8t + M_c / 1,8 = 82 \cdot 573 / 68,8 \cdot 2 + 230 / 1,8 = 470 \text{ Н·м};$$

расчетный ток резистора

$$I_{100\%} = I_H M_{100\%} n_H / 9550 P_H = 140 \cdot 470 \cdot 573 / 9550 \cdot 50 = 79 \text{ А};$$

номинальное сопротивление

$$R_H = E_{\text{р.н}} / \sqrt{3} I_{100\%} = 223 / \sqrt{3} \cdot 79 = 1,62 \text{ Ом}.$$

Согласно табл. 7-9 для магнитного контроллера К160 находим разбивку ступеней сопротивлений и определяем сопротивление каждого резистора (в одной фазе):

Обозначение ступени	$R_{\text{ступ.}} \cdot \%$	$R, \text{ Ом}$
$R1-R4$	5	0,081
$R4-R7$	10	0,162
$R7-R11$	20	0,324
$R11-R13$	40	0,650
$R13-R16$	120	1,94
Общее	195	3,157

Находим расчетную мощность резистора (в трех фазах) по формуле

$$P_p = \frac{a P_{\text{ст}}}{k_T \eta_{\text{экв}} \eta_{\text{дв}}} \left[ (\eta_{\text{дв}} - \eta_{\text{экв}}) + \frac{(1 - \eta_{\text{дв}})(1 + \epsilon_0)(\eta_{\text{экв.б}} - \eta_{\text{экв}})}{\eta_{\text{экв.б}}} \right];$$

$$P_{\text{ст}} = \frac{M_{\text{ст}} \omega_H}{9550} = \frac{230 \cdot 573}{9550} = 13,7 \text{ кВт.}$$

\* Определяем по табл. 8-4 параметры для условий режима ВД: частота включений фактическая 300 в час, приведенная

$$z = 300 \frac{GD_{\text{общ}}^2}{1,2 GD_{\text{дв}}^2} = 300 \frac{82}{1,2 \cdot 21} = 980;$$

$$k_T = 0,75; \quad a = 1,3; \quad \eta_{\text{экв.б}} = 0,76;$$

$$\eta_{\text{экв}} = 0,53 \text{ для } z = 980 \text{ согласно рис. 8-11;}$$

$$P_p = \frac{1,3 \cdot 13,7}{0,75 \cdot 0,53 \cdot 0,87} \left[ (0,87 - 0,53) + \frac{(1 - 0,87)(1 + 0,6)(0,76 - 0,53)}{0,763} \right] = 21 \text{ кВт.}$$

На одну фазу приходится  $21/3 = 7$  кВт.

Определим расчетный ток резистора по (7-186). Точковые нагрузки  $I_{\%}$  по ступеням берем из табл. 7-9:

$$I_p = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{11} P_p}{R_H \sum R_{\%} \sum I_{\%}^2 R_{\%}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{11} \cdot 7}{1,62 \cdot 195 (83^2 \cdot 5 + 59^2 \cdot 30 + 42^2 \cdot 40 + 21^2 \cdot 120)}} = 96 \text{ A.}$$

Значения расчетных токов по ступеням:

Обозначение ступени	$I_{\text{ступ.}} \%$	$I, \text{ A}$
<i>P1—P4</i>	83	80
<i>P4—P71</i>	59	57
<i>P10—P13</i>	42	40,0
<i>P13—P16</i>	21	20,0

В соответствии с таблицей нормализованных ящиков резисторов НФ 1А выбираем для ступеней P10—P16 ящик 2ТД.754.054.11, имеющий длительный ток 41 А и сопротивление 3,1 Ом. Для ступеней P1—P71 выбираем ящик 2ТД.754.054.07, имеющий длительный ток 82 А и сопротивление 0,78 Ом.

Схема включения одной фазы резистора приведена на рис. 7-60.

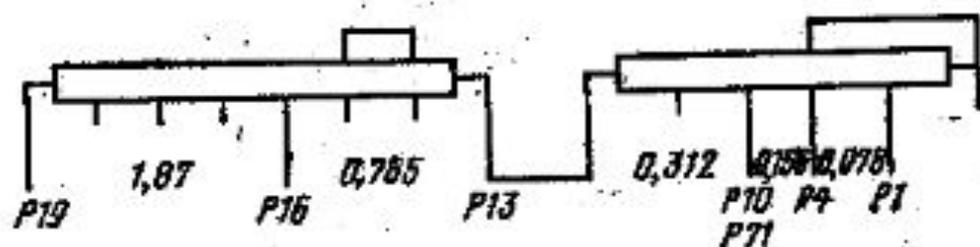


Таблица 7-12

Обозначение ступени	R, %	I, %	Расчетные параметры		Фактические параметры		Отклонение сопротивления от расчета, %	Запас по току, %
			R, Ом	I, А	R, Ом	I, А		
P1—P4	5	82	0,081	80,0	0,078	82	—3,0	2
P4—P7	10	59	0,162	57,0	0,156	82	—4,0	44
P7—P71	20	59	0,324	57,0	0,312	82	—4,0	44
P10—P13	40	42	0,65	40,0	0,765	41	+18	2
P13—P16	120	21	1,94	20,0	1,87	41	—3,5	100
Всего	—	—	3,157	—	3,181	—	+1,0	—

# Еще пример стр 243 ЯУРЕ

Значения расчетных токов по ступеням:

Обозначение ступени	$I_{\text{ступ. \%}}$	$I_{\text{ступ. А}}$	Обозначение ступени	$R_{\text{ступ. \%}}$	$R_{\text{ступ. Ом}}$
P1—P4	83	35,6	P1—P4	15	0,48
P4—P7	59	25,4	P4—P7	20	0,64
P7—P10	50	21,5	P7—P10	40	1,28
P10—P13	21	9	P10—P13	120	3,86
			Общее	195	6,3

В соответствии с табл. 7.10 на нормализованные блоки БК12 выбираем для одной фазы блок резисторов ИРАК.434331.003-03. Схема соединения блока для одной фазы приведена на рис. 7.16. Сравнивая фактические значения сопротивлений с расчетными, убеждаемся, что отклонения не превы-

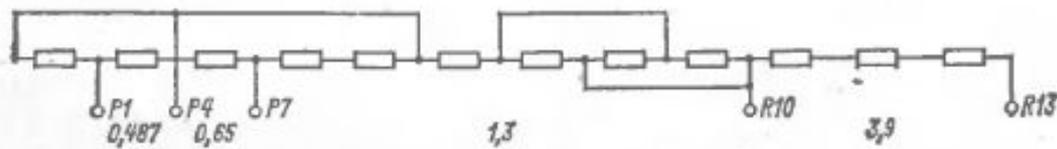


Рис. 7.16. Схема соединения блока резистора

шают допустимых пределов. Резисторы по току недогружены. Таким образом, резисторы выбраны правильно. Проверка по кратковременному режиму не требуется, так как длительный допустимый ток резисторов превышает расчетный.

# Яуре стр 111 (223)

Таблица 7.1. Допустимые отклонения сопротивлений резисторов от расчетных значений

Наименование ступени сопротивления	Расчетное значение, %	Допуск на отклонение от расчета, %	
		+	-
Общее сопротивление	80—150	5	5
Невыключаемое сопротивление	4—10	50	20
Ступень противовключения	60—100	10	10
Пуско-тормозные и регулировочные ступени	5—10	30	20
	10—30	20	15
	30—50	20	10

# Ястре стр 117 (234)

Таблица 7.9. Нормализованные блоки резисторов типа БФ6

Каталожный номер	Ток продолжительного режима, А	Общее сопротивление, Ом	Сопротивление ступеней, Ом								Число выводных зажимов
			1-1	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	
ИРАК 434332.004-01	228	0,115	0,0215	0,017	0,017	0,0215	0,019	0,019	—	—	7
ИРАК 434332.004-02	204	0,142	0,026	0,0215	0,0215	0,026	0,0235	0,0235	—	—	7
ИРАК 434332.004-03	160	0,216	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	—	—	7
ИРАК 434332.004-04	128	0,37	0,0615	0,0615	0,0615	0,0615	0,0615	0,0615	—	—	7
ИРАК 434332.004-05	114	0,474	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	—	—	7
ИРАК 434332.004-06	102	0,58	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	—	—	7
ИРАК 434332.004-07	80	0,88	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146	—	—	7
ИРАК 434332.004-08	64	1,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	—	—	7
ИРАК 434332.004-09	57	1,92	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	—	—	7
ИРАК 434332.004-10	51	2,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	—	—	7
ИРАК 434332.004-11	40	3,5	0,44	0,435	0,435	0,44	0,44	0,435	0,435	0,44	9
ИРАК 434332.004-12	36	4,8	0,6	0,596	0,596	0,6	0,6	0,596	0,596	0,6	9

Таблица 7.10. Нормализованные блоки резисторов типа БК12

Каталожный номер	Ток продолжительного режима, А	Общее сопротивление, Ом	Сопротивление ступеней, Ом						Число выводных зажимов
			1-2, 2-3	3-4, 4-5	5-6, 6-7	7-8, 8-9	9-10, 10-11	11-12	
ИРАК 434331.003-01	8,5	52,8	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	8,8	12
ИРАК 434331.003-02	21,2	8,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,4	12
ИРАК 434331.003-03	18,3	11,7	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	1,95	12
ИРАК 434331.003-04	14,5	17,4	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	2,9	12
ИРАК 434331.003-05	13	23,4	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	3,9	12
ИРАК 434331.003-06	2,8	33,6	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	5,6	12

# Стр 126 (253)

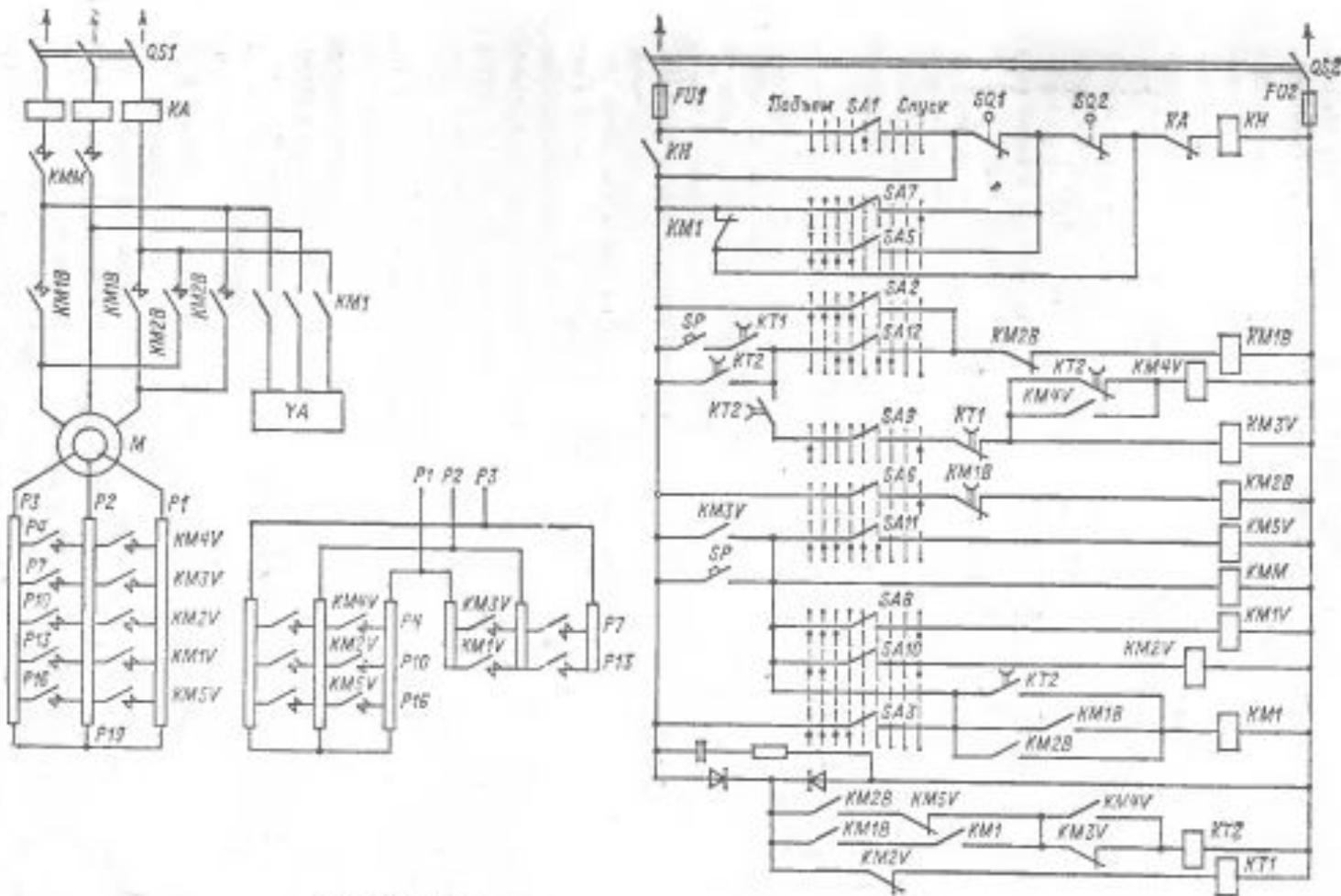


Рис. 8.10. Схема электропривода подъема с панелью TCA