Выбор резисторов

Рабинович стр 91

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

$$I_н \geqslant I_р k,$$

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	Т		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	380	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, ТСН	380	0,8	1,0	—	—	—	—	—
КБК	380	0,8	0,9	1,0	—	—	—	—

Определение сопротивления ступени

Определяем номинальное сопротивлеие ротора, в Ом:

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

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

$$P_р = \frac{а \cdot P_{СТ}}{К_Т \cdot \eta_{ЭКВ} \cdot \eta_{ДВ}} \left[\left(\eta_{ДВ} - \eta_{ЭКВ} \right) + \frac{\left(1 - \eta_{ДВ}\right) \cdot \left(1 + \varepsilon_0\right) \cdot \left(\eta_{ЭКВ.Б.} - \eta_{ЭКВ}\right)}{\eta_{ЭКВ.Б.}} \right]$$

где $P_{ст}$ — мощность статической нагрузки, кВт; $k_т$ — коэффициент нагрузки, определяется по табл. 8-4 в зависимости от режима работы механизма крана; ε_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

$$I_р = \sqrt{\frac{1{,}1 \cdot 10^{11} P_р}{R_н \sum R_{\%} \sum I_{\%}^2 R_{\%}}}, \qquad (7\text{-}186)$$

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

$$I_{ступ} = I_р I_{\%}/100. \qquad (7\text{-}187)$$

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		
Р1—Р4	15/83	—	6,5/83	5/83	5/83	5/83	8/50	14/59	14/52
Р4—Р7	20/59	—	13/59	10/59	10/59	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		
Р7—Р10	40/50	—	26/50	20/50	20/59	20/59	—	—	—
Р10—Р13	120/21	—	90/30	40/42	27/50	27/50	—	—	86/22,5
Р13—Р16	—	—	—	120/21	76/42	76/42	—	—	76/42
Р4—Р10	—	—	—	—	—	—	42/42	39/50	39/17,7
Р10—Р16	—	—	—	—	—	—	146/35	86/25	—
Р1—Р7	—	—	—	—	—	—	24/59	23/42	23/32
Р7—Р13	—	—	—	—	—	—	100/30	92/25	92/17,7
Р16—Р19	—	—	—	—	72/30	—	—	72/30	—

Определение кпд эквивалентного базового Стр 189 рабинович

Значения коэффициентов $k_т$ для выбора двигателей различных систем электропривода

Наименование	$\eta_{экв,б}$	$k_{д.п}$	Подъем при $GD^2_{\Sigma}/1,2\,GD^2_{дв} < 2$; передвижение и поворот при $GD^2_{\Sigma}/1,2\,GD^2_{дв} < 5$ для режимов					Передвижение и поворот при $GD^2_{\Sigma}/1,2\,GD^2_{дв} > 5$ для режимов				
			Л	С	Т	ВТ	ОТ	Л	С	Т	ВТ	ОТ
Двухскоростной двигатель при 2 p=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	—	—	—	—	—	—
Односкоростной двигатель при 2 p=6	0,83	4	1,35	1	0,65	0,3	—	0,2	—	—	—	—
Трехскоростной двигатель при 2 p=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 2 p=4/6 с неполной зоной частотного регулирования	0,9	1,25	1,4	1,15	1	0,7	0,45	0,55	0,2	—	—	—
Односкоростной 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

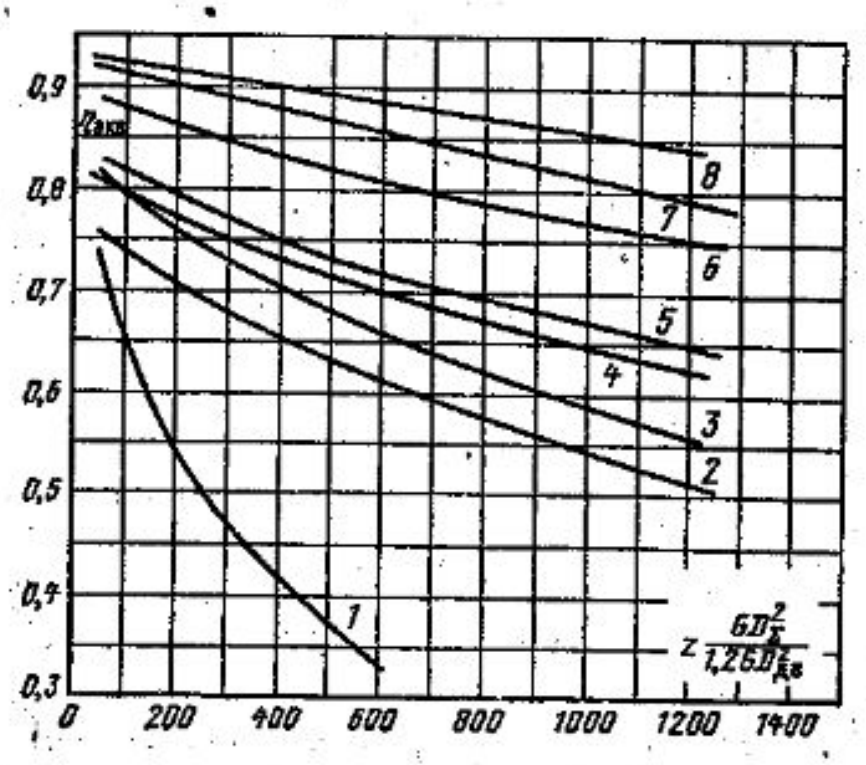

Рис. 8-11. Графики $\eta_{экв} = f\left(z\,\frac{GD^2_{\Sigma}}{1{,}2GD^2_{дв}}\right)$ для различных электроприводов.

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.

Определение кпд эквивалентного

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/с² 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·м². Момент статической нагрузки 230 Н·м.

Для заданных параметров ускорения определяем:

время разгона

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

$$M_{100\%} = GD^2_{общ}\, n_н/68{,}8t + M_c/1{,}8 = 82\cdot 573/68{,}8\cdot 2 + 230/1{,}8 =$$

$$= 470 \text{ Н·м};$$

расчетный ток резистора

$$I_{100\%} = I_н\, M_{100\%}\, n_н/9550P_н = 140\cdot 470\cdot 573/9550\cdot 50 \approx 79 \text{ А};$$

номинальное сопротивление

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

Стр 174

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

Обозначение ступени	$R_{ступ}$, %	R, Ом
Р1—Р4	5	0,081
Р4—Р7	10	0,162
Р7—Р71	20	0,324
Р13—Р13	40	0,650
Р13—Р16	120	1,94
Общее	195	3,157

Находим расчетную мощность резистора (в трех фазах) по формуле

$$P_р = \frac{aP_{ст}}{k_т\,\eta_{экв}\,\eta_{дв}}\left[(\eta_{дв} - \eta_{экв}) + \frac{(1-\eta_{дв})(1+\varepsilon_0)(\eta_{экв.б} - \eta_{экв})}{\eta_{экв.б}}\right];$$

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

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

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

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

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

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

На одну фазу приходится 21/3=7 кВт.

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

$$I_{р} = \sqrt{\frac{1{,}1 \cdot 10^{11} P_{р}}{R_{н} \Sigma R_{\%} \Sigma I_{\%}^{2} R_{\%}}} =$$

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

Значения расчетных токов по ступеням:

Обозначение ступени	$I_{ступ}$, %	I, А
P1—P4	83	80
P4—P71	59	57
P10—P13	42	40,0
P13—P16	21	20,0

В соответствии с таблицей нормализованных ящиков резисторов НФ 1А выбираем для ступеней *Р10—Р16* ящик 2ТД.754.054.11, имеющий длительный ток 41 А и сопротивление 3,1 Ом. Для ступеней *Р1—Р71* 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.

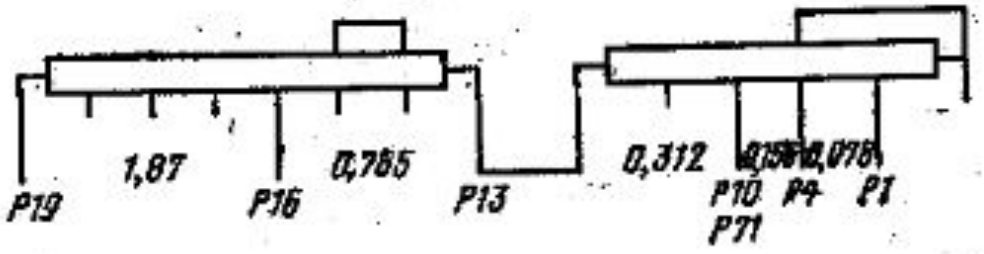

Таблица 7-12

Обозначение ступени	R, %	I, %	Расчетные параметры		Фактические параметры		Отклонение сопротивления от расчета, %	Запас по току, %
			R, Ом	I, А	R, Ом	I, А		
Р1—Р4	5	83	0,081	80,0	0,078	82	—3,0	2
Р4—Р7	10	59	0,162	57,0	0,156	82	—4,0	44
Р7—Р71	20	59	0,324	57,0	0,312	82	—4,0	44
Р10—Р13	40	42	0,65	40,0	0,765	41	+18	2
Р13—Р16	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	$I_{ступ}$, %	$I_{ступ}$, А
P1—P4	83	35,6
P4—P7	59	25,4
P7—P10	50	21,5
P10—P13	21	9

Обозначение ступени	$R_{ступ}$, %	$R_{ступ}$, Ом
P1—P4	15	0,48
P4—P7	20	0,64
P7—P10	40	1,28
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-

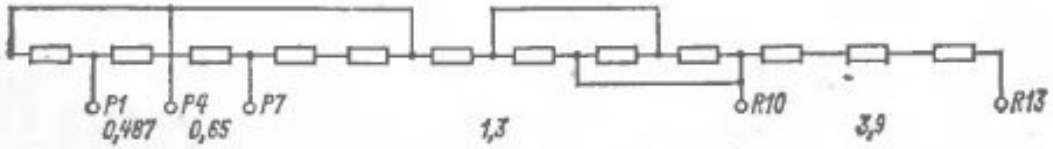

Рис. 7.16. Схема соединения блока резистора

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

Яуре 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
			1–2	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)

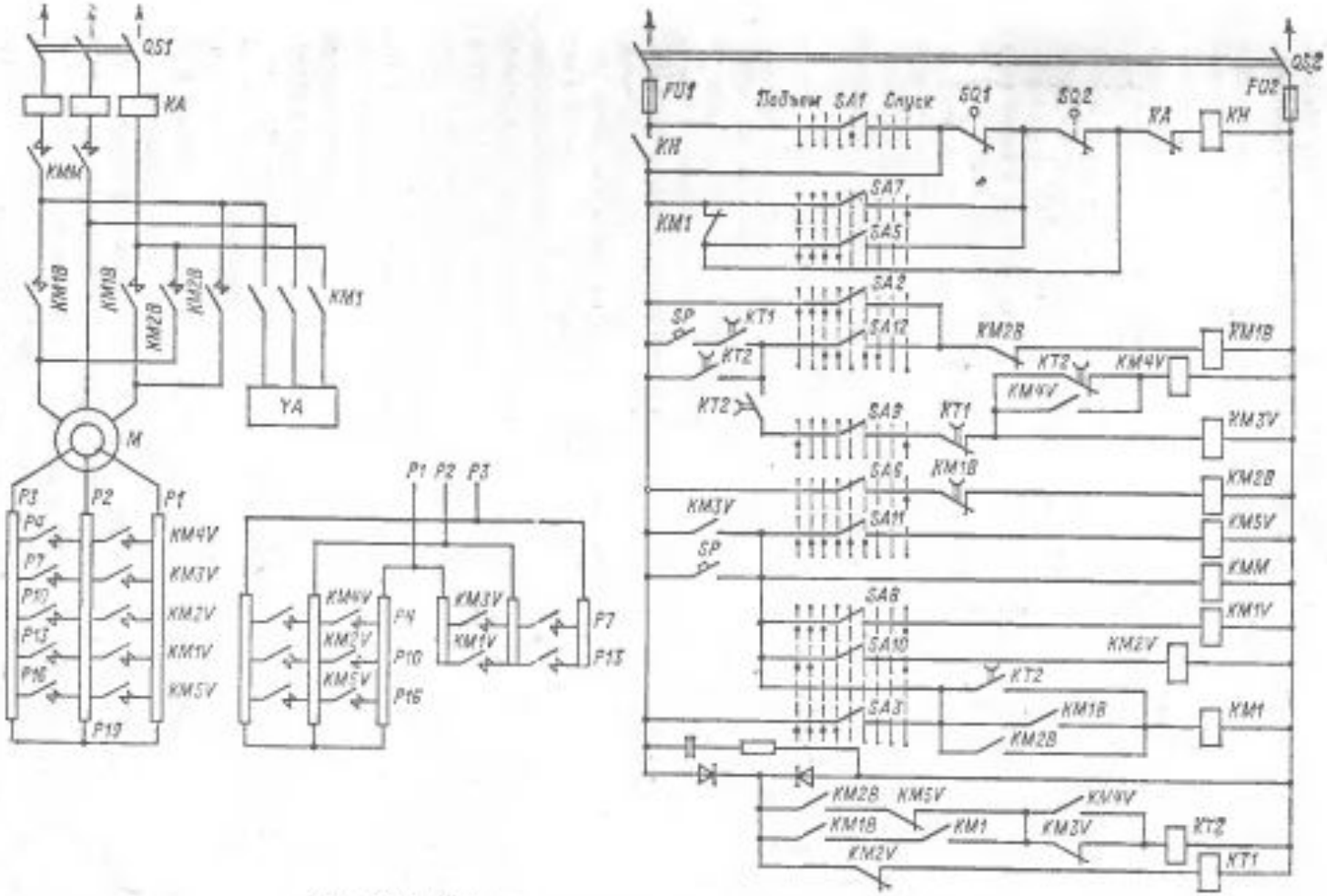

Рис. 8.10. Схема электропривода подъема с панелью ТСЛ