

ПРИЛОЖЕНИЕ П16

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТОКОВ КЗ

Пример. Для схемы, приведенной на рис. П16.1, определить максимальные и минимальные значения токов при трехфазном КЗ в точках К1 и К2.

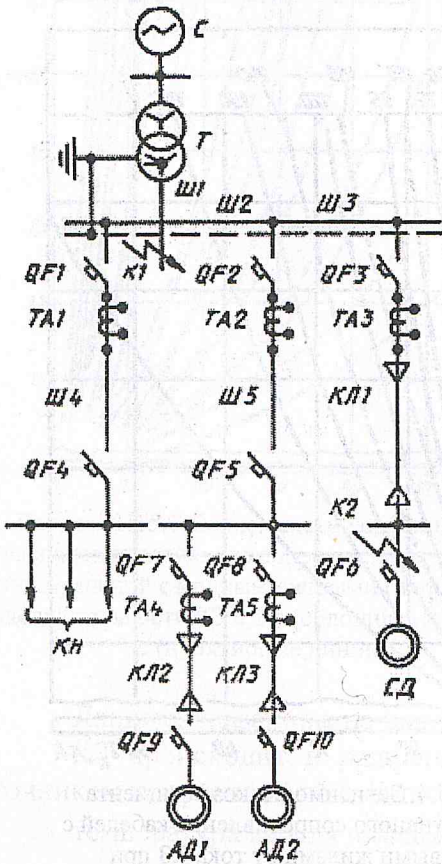


Рисунок П16.1. Расчетная схема

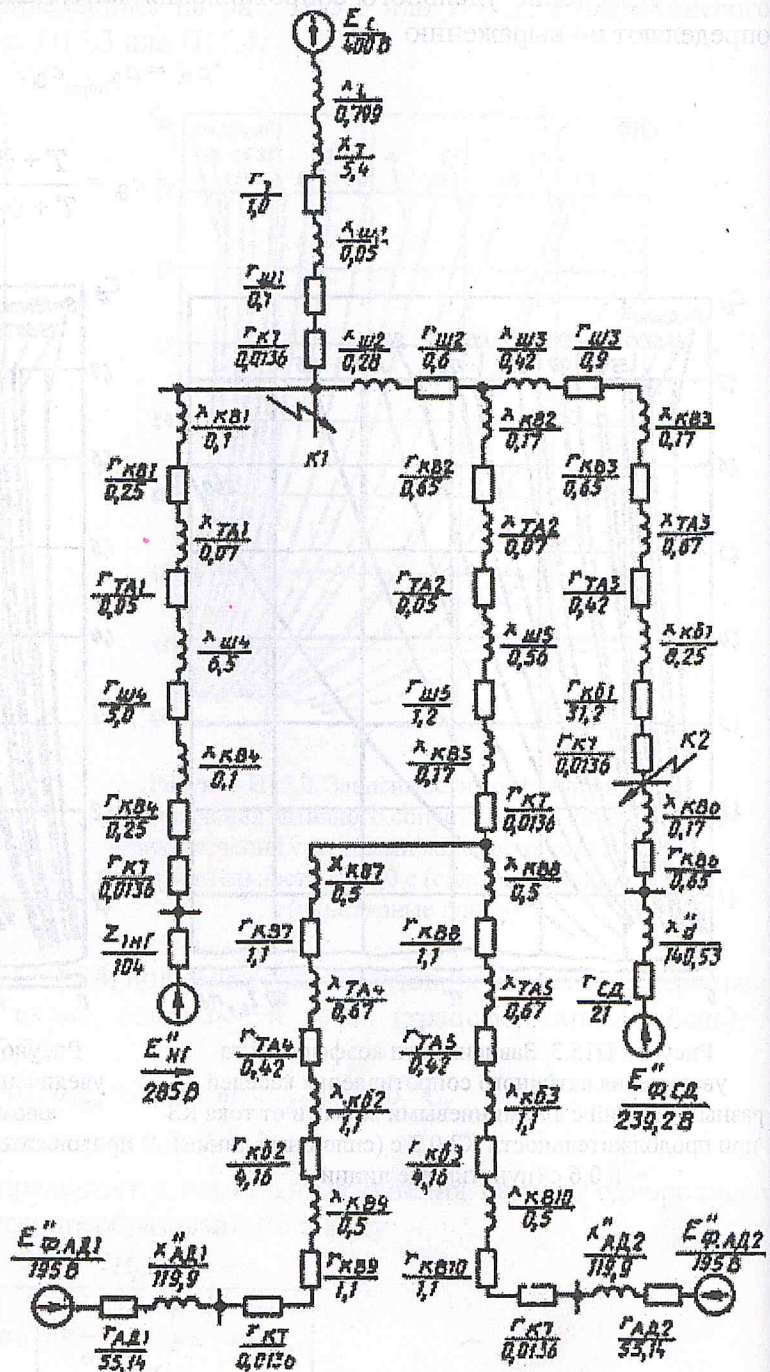


Рисунок П16.2. Схема замещения

Асинхронные двигатели АД1 и АД2.

АОЗ-315М-6УЗ: $P = 132 \text{ кВт}$, $I_{\text{пуск}} / I_{\text{ном}} = 7,0$; $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$, $I_{\text{ном}} = 238,0 \text{ А}$,

$M_{\text{max}} / M_{\text{ном}} = b_{\text{ном}} = 2,6$; $M_{\text{пуск}} / M_{\text{ном}} = 1,6$; $M_{\text{min}} / M_{\text{ном}} = 0,8$; $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,9$;

$n_c = 1000 \text{ об/мин}$; $\eta = 93,5\%$; $s_{\text{ном}} = 1,7\%$.

1. Исходные данные

Система С: $U_{\text{ср.ВН}} = 10,5 \text{ кВ}$; $I_{\text{откл.ном}} = 11 \text{ кА}$.

Трансформатор Т: ТС = 1600/10,0

$$S_{T.ном} = 1600 \text{ кВ} \cdot \text{А}, U_{ВН} = 10,5 \text{ кВ}; U_{НН} = 0,4 \text{ кВ}, \Delta P_{кз} = 16 \text{ кВт}, u_k = 5,5 \%.$$

Шинопроводы

$$\text{Ш1: ШМА4-3200: } I_{ном} = 3200 \text{ А}, r_{1ш} = 0,01 \text{ мОм/м}; x_{1ш} = 0,05 \text{ мОм/м}, l_1 = 10 \text{ м}.$$

Ш2, Ш3: ШМА4-1600:

$$I_{ном} = 1600 \text{ А}, r_{1ш} = 0,03 \text{ мОм/м}; x_{1ш} = 0,014 \text{ мОм/м}, l_2 = 20 \text{ м}, l_3 = 30 \text{ м}.$$

Ш4, Ш5: ШРА-73У3:

$$I_{ном} = 600 \text{ А}, r_{1ш} = 0,1 \text{ мОм/м}; x_{1ш} = 0,13 \text{ мОм/м}; l_4 = 50 \text{ м}, l_5 = 40 \text{ м}.$$

Кабельные линии

КЛ1, КЛ2, КЛ3: ААШб=3х185:

$$r_{1кб} = 0,208 \text{ мОм/м}; x_{1кб} = 0,055 \text{ мОм/м}; l_1 = 150 \text{ м}, l_2 = l_3 = 20 \text{ м}.$$

Измерительные трансформаторы тока

$$\text{ТА1, ТА2: } I_{ном} = 500 \text{ А}, r_{ТА1} = r_{ТА2} = 0,05 \text{ мОм}, x_{ТА1} = x_{ТА2} = 0,07 \text{ мОм};$$

ТА3, ТА4, ТА5:

$$I_{ном} = 200 \text{ А}, r_{ТА3} = r_{ТА4} = r_{ТА5} = 0,42 \text{ мОм}; x_{ТА3} = x_{ТА4} = x_{ТА5} = 0,67 \text{ мОм}.$$

Активное сопротивление болтовых контактных соединений: $r_k = 0,003 \text{ мОм}, n = 4.$

Автоматические выключатели типа "Электрон"

$$QF1, QF4: I_{ном} = 1000 \text{ А}, r_{кв1} = r_{кв4} = 0,25 \text{ мОм}; x_{кв1} = x_{кв4} = 0,1 \text{ мОм};$$

$$QF2, QF3, Q5, QF6: I_{ном} = 400 \text{ А}, r_{кв2} = r_{кв3} = r_{кв5} = r_{кв6} = 0,65 \text{ мОм},$$

$$x_{кв2} = x_{кв3} = x_{кв5} = x_{кв6} = 0,17 \text{ мОм},$$

$$QF7, QF8, QF9, QF10: I_{ном} = 200 \text{ А}; r_{кв7} = r_{кв8} = r_{кв9} = r_{кв10} = 1,1 \text{ мОм};$$

$$x_{кв7} = x_{кв8} = x_{кв9} = r_{кв10} = 0,5 \text{ мОм}.$$

Синхронный двигатель СД.

СД-12-24-12А:

$$P = 125 \text{ кВт}; U_{ном} = 380 \text{ В}; I_{ном} = 234 \text{ А}, \cos \varphi_{ном} = 0,811,$$

$$I_{пуск} / I_{ном} = 3,5; \frac{M_{пуск}}{M_{ном}} = 1,2; \frac{M_{max}}{M_{ном}} = b_{ном} = 1,8.$$

Комплексная нагрузка КН.

Суммарная активная мощность составляет $P_{\Sigma} = 350 \text{ кВт}, \cos \varphi = 0,8.$ В состав

нагрузки входят асинхронные двигатели (АД), лампы накаливания (ЛН), преобразователи (П) в следующем соотношении:

$$P_{АД} = 175 \text{ кВт}, P_{ЛН} = 35 \text{ кВт}, P_{П} = 140 \text{ кВт}.$$

2. Расчет параметров схемы замещения (рис. П16.2)

2.1 Параметры схемы замещения прямой последовательности

$$\text{Сопротивление системы } (x_c) \text{ составит: } x_c = \frac{(400)^2 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 11 \cdot 10,5} = 0,8 \text{ мОм}.$$

Активное (r_T) и индуктивное (x_T) сопротивления трансформаторов составят:

$$r_T = \frac{16 \cdot 0,4^2}{(1600)^2} \cdot 10^6 = 1,0 \text{ мОм}; X_T = \sqrt{5,5^2 - \left(\frac{100 \cdot 16}{1600}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{1600} \cdot 10^4 = 5,4 \text{ мОм}.$$

Активное и индуктивное сопротивления шинпроводов.

$$\text{Ш1: } r_{ш1} = 0,01 \cdot 10 = 0,1 \text{ мОм}; x_{ш1} = 0,005 \cdot 10 = 0,05 \text{ мОм};$$

$$\text{Ш2: } r_{ш2} = 0,03 \cdot 20 = 0,6 \text{ мОм}; x_{ш2} = 0,014 \cdot 20 = 0,28 \text{ мОм};$$

$$\text{Ш3: } r_{ш3} = 0,03 \cdot 30 = 0,9 \text{ мОм}; x_{ш3} = 0,014 \cdot 30 = 0,42 \text{ мОм};$$

$$\text{Ш4: } r_{ш4} = 0,1 \cdot 50 = 5,0 \text{ мОм}; x_{ш4} = 0,13 \cdot 50 = 6,5 \text{ мОм};$$

$$\text{Ш5: } r_{ш5} = 0,1 \cdot 40 = 4,0 \text{ мОм}; x_{ш5} = 0,13 \cdot 40 = 5,2 \text{ мОм};$$

Активное и индуктивное сопротивления кабельных линий:

$$\text{КЛ1: } r_{1кб1} = 0,208 \cdot 150 = 31,2 \text{ мОм}; x_{1кб1} = 0,055 \cdot 150 = 8,25 \text{ мОм};$$

$$\text{КЛ2, КЛ3: } r_{1кб2} = r_{1кб3} = 0,208 \cdot 20 = 4,16 \text{ мОм}; x_{1кб2} = x_{1кб3} = 0,055 \cdot 20 = 1,1 \text{ мОм}.$$

Расчет параметров АД1 и АД2:

Принимаем

$$P_{мх} = 0,02 \cdot P_{ном}; r_1 = s_{ном} \cdot Z_{*АД ном} = 0,017 \cdot Z_{*АД ном}, \text{ получаем:}$$

$$r_2^0 = \frac{0,36 \cdot 1,6 \cdot (132 \cdot 1,02)}{7,0^2 \cdot 200,5^2 \cdot (1 - 0,017)} \cdot 10^6 = 40 \text{ мОм};$$

$$r_1 = \frac{s_{ном} \cdot U_{ном}^2 \cos \varphi_{ном}}{100 \cdot P_{ном}} = \frac{1,7}{100} \cdot \frac{0,38^2 \cdot 0,9 \cdot 10^6}{132} = 16,74 \text{ мОм};$$

$$Z_{АД}'' = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot I_{*пуск} \cdot I_{ном}} = \frac{380 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 7 \cdot 238,5} = 132 \text{ мОм};$$

$$r_{АД} = 16,74 + 0,96 \cdot 40 = 55,14 \text{ мОм}; X_{АД}'' = \sqrt{132^2 - 55,14^2} = 119,9 \text{ мОм};$$

$$T_p = \frac{11,9 + 3,09}{314 \cdot 40} = 0,01 \text{ с}; T_a = \frac{119,9 + 3,09}{314(16,74 + 6,76)} = 0,02 \text{ с};$$

$$E_{ф.СД}'' = \sqrt{(220 \cdot 0,9 - 238,6 \cdot 0,55)^2 + (220 \cdot 0,44 - 238,6 \cdot 0,145)^2} = 195 \text{ В}.$$

Расчет параметров СД:

$$x_{d ном} = 0,15; r_{СД} = 0,15 \cdot x_d'';$$

$$Z_{СД.ном} = \frac{0,382 \cdot 10^6}{125} = 936,9 \text{ мОм}; X_d'' = 140,53 \text{ мОм}; r_{СД} = 21 \text{ мОм};$$

$$E_{ф.СД}'' = \sqrt{(220 - 234 \cdot 0,14 \cdot 0,585)^2 + (234 \cdot 0,021 \cdot 0,811)^2} = 239,2 \text{ В}.$$

Расчет параметров комплексной нагрузки НГ.

Параметры комплексной нагрузки определяют по кривым рис. П12.2 приложения 12

при этом

$$P_{*АД} = \frac{175}{350} = 0,5; P_{*ЛН} = \frac{35}{350} = 0,1; P_{*П} = \frac{140}{350} = 0,4;$$

$$Z_{*1НГ} = 0,3; Z_{*2НГ} = 0,35; E_{*НГ}'' = 0,75 \text{ или в именованных единицах};$$

$$Z_{1НГ} = 0,3 \frac{380 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 630} = 104 \text{ мОм}; Z_{2НГ} = 121 \text{ мОм}; E_{НГ}'' = 285 \text{ В}.$$

3. Расчет токов трехфазного КЗ

3.1. Ток трехфазного КЗ в расчетной точке К1 без учета влияния электродвигателей комплексной нагрузки

$$r_{1\Sigma} = r_T + r_{Ш1} + r_K = 1,0 + 0,1 + 0,012 = 1,11 \text{ мОм};$$

$$X_{1\Sigma} = X_C + X_T + X_{Ш1} = 0,799 + 5,4 + 0,5 = 6,25 \text{ мОм};$$

$$r_{1\Sigma}'' = r_{1\Sigma} + r_D = 1,11 + 4 = 5,11 \text{ мОм};$$

$$I_{\text{но.К1 max}} = \frac{400}{\sqrt{3}\sqrt{1,11^2 + 6,25^2}} = 33,38 \text{ кА}; \quad I_{\text{но.К1 min}} = \frac{100}{\sqrt{3}\sqrt{5,11^2 + 6,25^2}} = 28,6 \text{ кА};$$

$$i_{\text{уд.К1 max}} = \sqrt{2} \cdot 36,38 \cdot 1,55 = 79,75 \text{ кА}; \quad i_{\text{уд.К1 min}} = \sqrt{2} \cdot 28,6 \cdot 1,10 = 44,9 \text{ кА};$$

$$i_{a0 \text{ max}} = 54,45 \text{ кА}; \quad i_{a0 \text{ min}} = 40,45 \text{ кА}.$$

3.2. Необходимость учета влияния электродвигателей и комплексной нагрузки на ток при металлическом КЗ в точке К1 показывает, что $I_{\Sigma \text{ АД}} = 2 \cdot I_{\text{АД ном}} = 2 \cdot 238 = 476 \text{ А}$ больше, чем $0,01/I_{\text{но.К1 max}} = 0,01 \cdot 36380 = 363,8 \text{ А}$, поэтому асинхронные двигатели следует учитывать.

$I_{\text{СД ном}} = 234 \text{ А}$ меньше, чем $0,01 \cdot 36380 = 363,8 \text{ А}$, поэтому синхронный двигатель не следует учитывать. $I_{\text{КН}} = \frac{350 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 630 \text{ А}$ больше, чем $0,01 \cdot 36380 = 363,8 \text{ А}$, поэтому влияние

комплексной нагрузки следует учитывать.

Таким образом, при расчете суммарного тока КЗ в точке К1 следует учитывать влияние асинхронных двигателей и комплексной нагрузки. Такой же вывод следует и при условии учета электрической дуги.

Расчет составляющей тока КЗ в точке К1 от комплексной нагрузки.

$$r_{1\Sigma} = r_{\text{кв1}} + r_{\text{ТА1}} + r_{\text{Ш4}} + r_{\text{кв4}} + r_K = 0,25 + 0,05 + 5,0 + 0,25 + 0,0126 = 5,56 \text{ мОм};$$

$$X_{1\Sigma} = X_{\text{кв1}} + X_{\text{ТА1}} + X_{\text{Ш4}} + X_{\text{кв4}} = 0,1 + 0,07 + 6,5 + 0,1 = 6,77 \text{ мОм};$$

$$r_{1\Sigma}'' = r_{1\Sigma} + r_D = 5,56 + 4 = 9,56 \text{ мОм};$$

$$I_{\text{П0 НГ max}} = \frac{285}{\sqrt{3}\sqrt{(104 \cdot 0,8 + 5,56)^2 + (104 \cdot 0,6 + 6,77)^2}} = 1,46 \text{ кА};$$

$$i_{a0 \text{ НГ max}} = \sqrt{2} \cdot 1,46 = 2,06 \text{ кА}; \quad i_{\text{уд НГ max}} = \sqrt{2} \cdot 1,0 \cdot 1,46 = 2,06 \text{ кА};$$

$$I_{\text{П0 НГ min}} = \frac{285}{\sqrt{3}\sqrt{(104 \cdot 0,8 + 9,56)^2 + (104 \cdot 0,6 + 6,77)^2}} = 1,42 \text{ мОм};$$

$$i_{a0 \text{ НГ min}} = \sqrt{2} \cdot 1,42 = 2,0 \text{ кА}; \quad i_{\text{уд НГ min}} = \sqrt{2} \cdot 1,42 \cdot 1,0 = 2,00 \text{ кА}.$$

Расчет составляющей тока КЗ в точке К1 от асинхронных двигателей:

$$r_{1\Sigma} = \frac{1}{2} (r_{\text{АД1}} + r_{\text{кв9}} + r_{\text{кб2}} + r_{\text{ТА4}} + r_{\text{кв7}}) + r_{\text{кв5}} + r_{\text{Ш5}} + r_{\text{ТА2}} + r_{\text{кв2}} + r_{\text{Ш2}} + r_K,$$

$$r_{1\Sigma} = \frac{1}{2} (55,14 + 1,1 + 4,16 + 0,67 + 1,1) + 0,65 + 4,0 + 0,05 + 0,65 + 0,6 + 0,12 = 37,16 \text{ мОм};$$

$$X_{1\Sigma}'' = \frac{1}{2} (X_{\text{АД}}'' + X_{\text{кв9}} + X_{\text{кб2}} + X_{\text{ТА4}} + X_{\text{кв7}}) + X_{\text{кв5}} + X_{\text{Ш5}} + X_{\text{ТА2}} + X_{\text{кв2}} + X_{\text{Ш2}} =$$

$$= \frac{1}{2} (145,9 + 0,5 + 1,1 + 0,67 + 0,5) + 0,17 + 5,2 + 0,07 + 0,17 + 0,28 = 80,23 \text{ мОм};$$

$$I_{\Pi 0 \text{ АД max}} = \frac{195}{\sqrt{37,16^2 + 80,23^2}} = 2,21 \text{ кА};$$

$$i_{a0 \text{ АД max}} = \sqrt{2} \cdot 2,24 = 3,12 \text{ кА};$$

$$i_{\text{уд АД max}} = \sqrt{2} \cdot 3,12 \left(e^{-0,01/0,01} + e^{-0,01/0,02} \right) = 3,84 \text{ кА};$$

$$I_{\Pi 0 \text{ АД min}} = \frac{195}{\sqrt{(37,16 + 4)^2 + 80,23^2}} = 2,16 \text{ кА};$$

$$i_{a0 \text{ АД min}} = \sqrt{2} \cdot 2,16 = 3,05 \text{ кА}; \quad i_{\text{уд АД min}} = 3,05 \text{ кА};$$

3.3. Ток трехфазного КЗ в расчетной точке К2 без учета влияния электродвигателей и комплексной нагрузки

$$r_{1\Sigma} = r_T + r_{\text{Ш1}} + r_{\text{Ш2}} + r_{\text{Ш3}} + r_K + r_{\text{ТАЗ}} + r_{1\text{кб1}} + r_{\text{кв3}} =$$

$$= 1,0 + 0,1 + 0,6 + 0,9 + 0,012 + 0,42 + 31,2 + 0,65 = 34,88 \text{ мОм};$$

$$X_{1\Sigma} = X_c + X_T + X_{\text{Ш1}} + X_{\text{Ш2}} + X_{\text{Ш3}} + X_{\text{ТАЗ}} + X_{1\text{кб1}} + X_{\text{кв3}} =$$

$$= 0,8 + 5,4 + 0,05 + 0,7 + 0,67 + 8,25 + 0,17 = 16,04 \text{ мОм};$$

$$I_{\Pi 0 \text{ К2 max}} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{34,88^2 + 16,04^2}} = 6,02 \text{ кА};$$

$$i_{\text{уд.К2 max}} = \sqrt{2} \cdot 6,02 \cdot 1,0 = 8,50 \text{ кА}; \quad i_{a0 \text{ К2 max}} = 8,50 \text{ кА}.$$

При определении минимального значения тока следует учесть влияние электрической дуги и увеличение активного сопротивления кабеля вследствие нагревания его током КЗ:

$$r_{1\Sigma}' = r_{1\Sigma} + r_d + r_{1\text{кб1}}(C_9 - 1),$$

где r_d - сопротивление дуги, определяемое в соответствии с рис. 15.3 приложения 15, при этом $l_{\text{КБ1\Sigma}} = 158 \text{ м}$ (см. приложение П15); C_9 - коэффициент, определяемый для $t_{\text{отк}} = 0,6 \text{ с}$ в соответствии с рис. 15.3 приложения 15.

$$r_{1\Sigma}' = 34,88 + 16,3 + 31,2 \cdot (1,05 - 1) = 52,74 \text{ мОм};$$

$$I_{\Pi 0 \text{ К2 min}} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{52,74^2 + 16,04^2}} = 4,19 \text{ кА};$$

$$i_{\text{уд.К2 min}} = \sqrt{2} \cdot 4,19 \cdot 1,0 = 5,93 \text{ кА}; \quad i_{a0 \text{ К2 min}} = 5,93 \text{ кА};$$

Таблица П16.1. Результаты расчета токов КЗ к примеру

Точка КЗ	Вид КЗ	Составляющие тока КЗ по ветвям	Максимальное значение, тока КЗ, кА			Минимальное значение тока КЗ, кА		
			$I_{\Pi 0}$	i_{a0}	$i_{\text{уд}}$	$I_{\Pi 0}$	i_{a0}	$i_{\text{уд}}$
К1	К ⁽³⁾	Т	36,38	54,45	79,75	28,6	40,45	44,9
К1	К ⁽³⁾	НГ	1,46	2,06	2,06	1,42	2,0	2,0
К1	К ⁽³⁾	АД	2,21	3,12	3,84	2,16	3,05	3,05
К1	К ⁽³⁾	К1	40,24	59,9	85,65	32,37	45,76	50,68
К2	К ⁽³⁾	Т	6,02	8,5	8,5	4,19	5,93	5,93

ПРИЛОЖЕНИЕ П17

МАГНИТНЫЕ ПУСКАТЕЛИ

Магнитные пускатели предназначены для дистанционного управления электродвигателями и другими электроустановками. Они обеспечивают нулевую защиту, т.е. при исчезновении напряжения или его снижении до 50 – 60 % от номинального катушка не удерживает магнитную систему пускателя, и силовые контакты размыкаются. При восстановлении напряжения токоприемник остается отключенным. Это исключает возможность аварий, связанных с самопроизвольным пуском электродвигателя или другой электроустановки. Пускатели с тепловыми реле осуществляют также защиту электроустановки от длительных перегрузок.

Наибольшее распространение получили магнитные пускатели серий ПМЕ и ПАЕ. Пускатели серии ПМЕ могут быть использованы для управления электродвигателями мощностью от 0,27 до 10 кВт, а пускатели серии ПАЕ - для управления электродвигателями и другими электроустановками мощностью от 4 до 75 кВт.

Изготавливаются эти серии в открытом, защищенном, пылеводозащищенном и пылебрызгонепроницаемом исполнении на напряжение 220 и 380 В. Они могут быть реверсивными и нереверсивными. Реверсивные пускатели наряду с пуском, остановом и защитой электродвигателя изменяют направление его вращения.

В магнитные пускатели встраиваются тепловые реле ТРН (двухполюсные) и ТРП (однополюсные). Они срабатывают под влиянием протекающего по ним тока перегрузки электродвигателя и отключают его от сети.

В каждый пускатель серии ПМЕ встраивается по одному двухфазному реле типа ТРН. В магнитный пускатель ПАЕ (нереверсивный и реверсивный) третьей величины встраивается по одному двухфазному реле ТРН, а в пускатели 4, 5 и 6 величин — по два тепловых реле типа ТРП. Катушка пускателя обеспечивает надежную работу при напряжении от 85 до 105 % номинального.

Маркировка магнитных пускателей расшифровывается следующим образом: первая цифра после сочетания букв, указывающих тип пускателя, обозначает величину (1; 2; 3; 4; 5; 6); вторая - исполнение по роду защиты от окружающей среды (1 - открытое исполнение; 2 - защищенное; 3 — пылезащищенное; 4 — пылебрызгонепроницаемое); третья - исполнение (1 - нереверсивный без тепловой защиты; 2 - нереверсивный с тепловой защитой; 3 - реверсивный без тепловой защиты; 4 - реверсивный с тепловой защитой).

Устройство магнитного пускателя

Основными элементами магнитного пускателя (рис. П17.1) являются электромагнитная система 5 и 6, главные контакты 2 и 3, блок-контакты и дугогасительная камера 8. Электромагнитная система представляет собой разъемный магнитопровод, на среднем керне которого размещена катушка. Для уменьшения нагрева, вызываемого вихревыми токами, магнитопровод набран из отдельных, изолированных друг от друга пластин электротехнической стали. Неподвижную часть магнитопровода 5 называют сердечником, подвижную часть 6 — якорем. Якорь механически соединен с контактами 2. При включении электрический ток проходит по катушке, создает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику 5 и тем самым замыкает контакты 2 и 3 пускателя; при отключении якорь под действием возвратных пружин 7 (а в некоторых типах магнитных пускателей под действием собственного веса) отходит от сердечника и контакты размыкаются. Катушка магнитного пускателя питается однофазным переменным током. Вследствие этого магнитный поток в течение периода дважды изменяет свое направление, достигая максимального значения и снижаясь до нуля. Это вызывает вибрацию и гудение магнитной системы. Для ослабления этих явлений на торцевой части сердечника магнитного пускателя закладывается медный короткозамкнутый виток, который охватывает обычно около 1/3 площади его сечения.

Тепловое реле

Тепловое реле в магнитных пускателях устанавливают для защиты электродвигателя от перегрузок.

Тепловое реле (рис. П17.2) состоит из четырех основных элементов: нагревателя 1 включаемого последовательно в защищаемую от перегрузки цепь; биметаллической пластинки 2 из двух спрессованных металлических пластинок с различными коэффициентами линейного расширения; системы 3-7 рычагов и пружин; контактов 8 и 9.

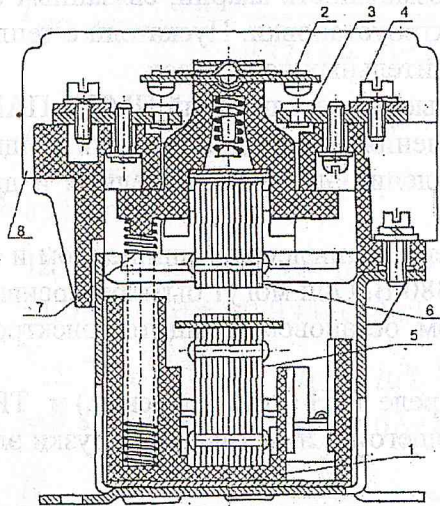


Рис. П17.1. Магнитный пускатель ПМЕ.

1 - основание; 2 - подвижный контактный мост; 3 - неподвижный контакт; 4 - присоединительный зажим; 5 - сердечник; 6 - якорь; 7 - возвратная пружина; 8 - дугогасительная камера.

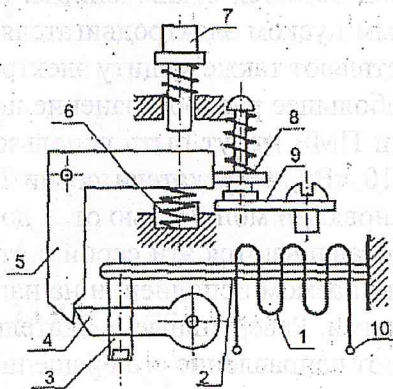


Рис. П17.2. Схема теплового реле.

1 - нагреватель; 2 - биметаллическая пластинка; 3 - регулировочный винт; 4 - защелка; 5 - рычаг; 6 - пружина; 7 - кнопка возврата; 8 - подвижный контакт; 9 - неподвижный контакт; 10 - вывод нагревателя.

Когда через нагревательный элемент 1 проходит ток, превышающий номинальный ток электродвигателя, выделяется такое количество тепла, что незакрепленный (на рисунке левый) конец биметаллической пластинки 2 изгибается в сторону металла с меньшим коэффициентом линейного расширения (то есть опускается), нажимает на регулировочный винт 3 и выводит защелку 4 из зацепления. В этот момент под действием пружины 6 верхний конец рычага 5 поднимется, разомкнет контакты 8 и 9 и разорвет цепь управления магнитного пускателя. Кнопка 7 служит для ручного возврата рычага 5 в исходное положение после срабатывания реле.

Из вышесказанного следует, что работа теплового реле основана на изгибании биметаллической пластинки под действием тепла выделяемого в нагревательном элементе. Но эта же пластинка будет изгибаться и под действием тепла окружающего воздуха. Таким образом, в жаркие дни реле будет срабатывать быстрее, чем в холодные. Для устранения этого явления в реле применена температурная компенсация, сущность которой заключается в том, что изгибанию биметаллической пластинки от изменения температуры окружающего воздуха соответствует противоположное по направлению изгибание пластинки компенсатора. Пластинка компенсатора тоже представляет собой биметаллическую пластинку, но с обратным по отношению к основной биметаллической пластинке прогибом.

В магнитные пускатели типа ПМЕ-100, ПМЕ-200 и в магнитные пускатели ПМЕ-300 встраивают тепловые реле ТРН (рис. П17.3). Эти реле двухфазные, с температурной компенсацией, с ручным возвратом. Нагрев биметалла косвенный, нагреватели сменные с номинальным током до 40 А.

Температурный компенсатор выполнен из биметалла с обратным прогибом по отношению к основному термоэлементу. При установившейся температуре между компенсатором и защелкой устанавливается определенный зазор. Изменение величины этого зазора путем поворота эксцентрика (регулятора уставки), т.е. удаление или приближение защелки, изменяет ус-

тавку р
ка нагр
тока на
положе
вателя.

реле из
нии ре

+60°C

±5°C

ивше
ном 1,
П17.5.

ПАЕ

пласт
личес
возмс
ны по
5,5%

тавку реле. Каждое деление регулятора уставки соответствует 5 % величины номинального тока нагревателя. При уставке регулятора в положение «0» ток уставки реле равен номинальному току нагревателя. При уставке регулятора в положение «-5» ток уставки уменьшается на 25%, в положение «+5» - увеличивается на 25 % по отношению к величине номинального тока нагревателя.

Время срабатывания реле при температуре окружающего воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$ и нагреве реле из холодного состояния шестикратным номинальным током уставки при любом положении регулятора уставки должно быть в следующих пределах:

3 - 15 с — для реле ТРН-10А;

6 - 25 с — для реле типов ТРН-10; ТРН-25 и ТРН-40.

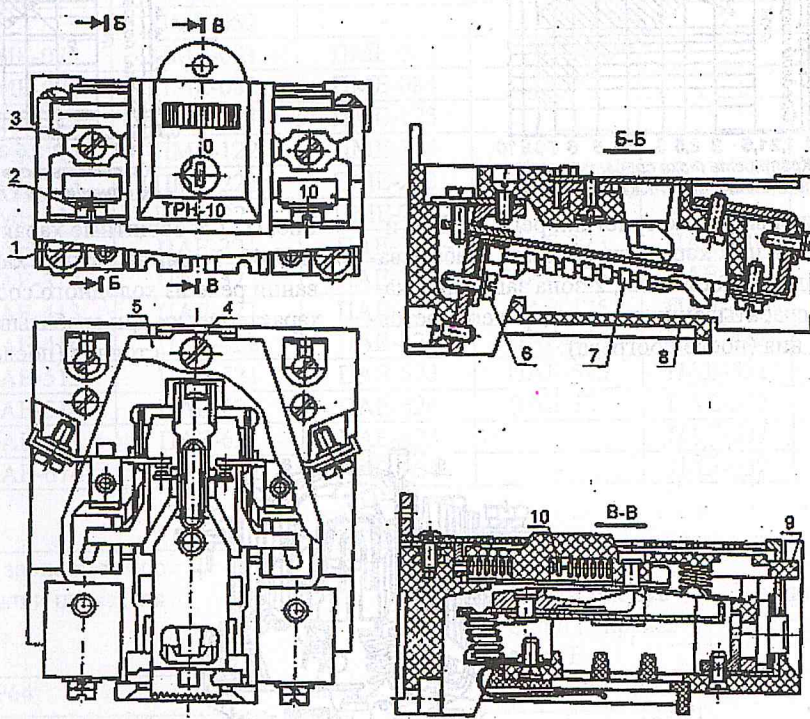


Рис. П17.3. Конструкция теплового реле ТРН-10:

1, 2, 3, 4, 6 — винты; 5 — крышка; 7 — нагревательный элемент; 8 — пластмассовая крышка
9 — шток; 10 — контактный мостик.

Время ручного возврата реле в пределах температуры окружающего воздуха от -40 до $+60^\circ\text{C}$ должно быть не более 2 мин.

При установке реле в рабочее положение при температуре окружающего воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$ и обтекании обоих полюсов номинальным током реле не должно срабатывать в установленном тепловом состоянии и должно срабатывать в течение не более 20 мин при токе, равном 1,2 номинального тока уставки. Защитные характеристики реле приведены на рис. П17.4 и П17.5.

Однофазные тепловые реле ТРП-60 и ТРП-150 (рис. П17.6), встраиваемые в пускатели ПАЕ четвертой, пятой и шестой величин, имеют комбинированный нагрев биметаллической пластинки (одна часть тока проходит через нагревательный элемент, другая — через биметаллическую пластинку). При одном нагревателе, рассчитанном на ток нулевой уставки, имеется возможность регулировать ток уставки в пределах $\pm 25\%$. Реле имеет шкалу, на которой нанесены по пять делений по обе стороны от нуля. Цена деления 5% для открытого исполнения и 5,5% для защищенного.

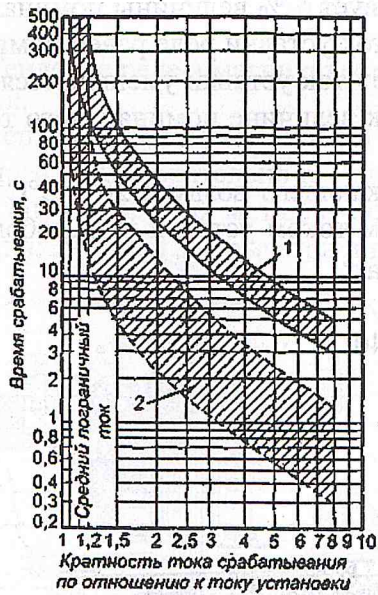


Рис. П17.4. Защитные характеристики реле ТРН-25 и ТРН-40 1-зона защитных характеристик при срабатывании реле из холодного состояния; 2-зона защитных характеристик при срабатывании реле из горячего состояния (после прогрева)

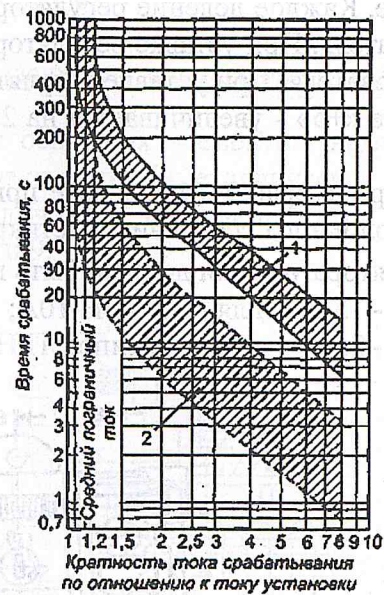


Рис. П17.5. Защитные характеристики реле ТРН-25 и ТРН-40. 1-зона защитных характеристик при срабатывании реле из холодного состояния; 2-зона защитных характеристик при срабатывании реле из горячего состояния (после прогрева)

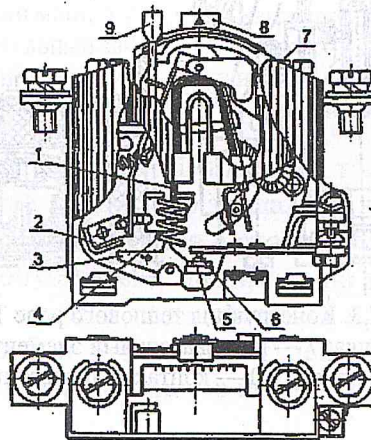


Рис. П17.6. Тепловые реле типа ТРП.

1 — биметаллическая пластинка; 2 — упор самовозврата; 3 — держатель подвижного контакта; 4 — пружина; 5 — подвижный контакт; 6 — неподвижный контакт; 7 — сменный нагреватель; 8 — регулятор тока уставки; 9 — кнопка ручного возврата

В тепловом реле ТРП предусмотрены два исполнения по возврату: ручной возврат с гарантированным отсутствием самовозврата контактной группы и самовозврат с ускорением возврата вручную. Реле не срабатывает при длительном обтекании током, равном току уставки; срабатывает в течение 20 мин после увеличения тока по сравнению с током уставки на 20%. Реле нормально работает при токах, не превышающих 15-кратного значения. Реле допускает нагрузку 18-кратным номинальным током теплового элемента в течение 1 с или до срабатывания реле, если оно произойдет за время меньше 1 с.

Для защиты реле ТРП-60 и ТРП-150 от токов короткого замыкания достаточно, чтобы номинальный ток, плавкой вставки предохранителя, включенного последовательно с тепловым элементом защищаемого реле, превышал номинальный ток теплового элемента не более чем в 4—5 раз.

Величина
пускателя

0

I

II

III

IV

V

VI

Величина
пускателя

0

I

II

III

IV

V

VI

теле
усл

Параметры магнитных пускателей

Магнитные пускатели серии ПМЕ и ПАЕ

Величина пускателя	Обозначение типа в зависимости от исполнения оболочки и пускателя							
	IP00		IP30		IP52			
	Без кнопок «Пуск» и «Стоп»				С кнопками нереверсивное	Без кнопок «Пуск» и «Стоп»		С кнопками нереверсивное
	нереверсивные	реверсивные	нереверсивные	реверсивные		нереверсивные	реверсивные	
0	ПМЕ-011	-	ПМЕ-021	-	-	-	-	-
	ПМЕ-012	-	ПМЕ-022	-	-	-	-	-
	ПМЕ-041	-	ПМЕ-051	-	-	-	-	-
	ПМЕ-042	-	ПМЕ-052	-	-	-	-	-
	ПМЕ-071	ПМЕ-073	ПМЕ-081	ПМЕ-083	-	-	-	-
	ПМЕ-072	ПМЕ-074	ПМЕ-082	ПМЕ-084	-	-	-	-
I	ПМЕ-111	ПМЕ-113	ПМЕ-121	ПМЕ-123	-	-	-	-
	ПМЕ-112	ПМЕ-114	ПМЕ-122	ПМЕ-124	-	-	-	-
II	ПМЕ-211	ПМЕ-213	ПМЕ-221	ПМЕ-223	-	-	-	-
	ПМЕ-212	ПМЕ-214	ПМЕ-222	ПМЕ-224	-	-	-	-
III	ПАЕ-311	ПАЕ-313	ПАЕ-321	ПАЕ-323	ПАЕ-325	ПАЕ-331	ПАЕ-333	ПАЕ-335
	ПАЕ-312	ПАЕ-314	ПАЕ-322	ПАЕ-324	ПАЕ-326	ПАЕ-332	ПАЕ-334	ПАЕ-336
IV	ПАЕ-411	ПАЕ-413	ПАЕ-421	ПАЕ-423	ПАЕ-425	ПАЕ-431	ПАЕ-433	ПАЕ-435
	ПАЕ-412	ПАЕ-414	ПАЕ-422	ПАЕ-424	ПАЕ-426	ПАЕ-432	ПАЕ-434	ПАЕ-436
V	ПАЕ-511	ПАЕ-513	ПАЕ-521	ПАЕ-523	ПАЕ-525	ПАЕ-531	ПАЕ-533	ПАЕ-535
	ПАЕ-512	ПАЕ-514	ПАЕ-522	ПАЕ-524	ПАЕ-526	ПАЕ-532	ПАЕ-534	ПАЕ-536
VI	ПАЕ-611	ПАЕ-613	ПАЕ-621	ПАЕ-623	-	ПАЕ-631	ПАЕ-633	-
	ПАЕ-612	ПАЕ-614	ПАЕ-622	ПАЕ-624	-	ПАЕ-632	ПАЕ-634	-

Продолжение таблицы

Величина пускателя	Обозначение типа в зависимости от исполнения оболочки и пускателя			Тепловое реле	Номинальный ток пускателя А, при напряжении, В			Мощность, кВт, управляемого электродвигателя при напряжении, В				
	IP64				До 380	500	36	127	220	380	500	
	Без кнопок «Пуск» и «Стоп»		С кнопками нереверсивное									
	нереверсивное	реверсивное			IP00	IP30, IP52, IP64	IP00, IP30, IP52, IP64					
0	ПМЕ-031	-	-	-	3	3	1,5	-	0,27	0,6	1,1	0
	ПМЕ-032	-	-	ТРН-10А								
	ПМЕ-061	-	-	-								
	ПМЕ-062	-	-	ТРН-10А								
	ПМЕ-091	ПМЕ-093	-	-								
	ПМЕ-092	ПМЕ-094	-	ТРН-10А								
I	ПМЕ-131	ПМЕ-133	-	-	10	10	6	0,27	1,1	2,2	4	4
	ПМЕ-132	ПМЕ-134	-	ТРН10								
II	ПМЕ-231	ПМЕ-233	-	-	25	23	14	0,8	3	5,5	10	1
	ПМЕ-232	ПМЕ-234	-	ТРН-25								
III	ПАЕ-341	ПАЕ-343	ПАЕ-345	-	40	36	26	1,5	4	10	17	1
	ПАЕ-342	ПАЕ-344	ПАЕ-346	ТРН-40								
IV	ПАЕ-441	ПАЕ-443	ПАЕ-445	-	63	60	35	2,2	10	17	30	2
	ПАЕ-442	ПАЕ-444	ПАЕ-446	ТРН-60								
V	ПАЕ-541	ПАЕ-543	ПАЕ-545	-	110	106	61	4,0	17	30	55	4
	ПАЕ-542	ПАЕ-544	ПАЕ-546	ТРН-150								
VI	ПАЕ-641	ПАЕ-643	-	-	146	140	80	5,0	22	40	75	5
	ПАЕ-642	ПАЕ-644	-	ТРН-150								

Примечания. 1. Номинальный ток пускателя – длительно допустимый ток наибольшего из электродвигателей, который может управляться данным пускателем. Ток ограничен условиями нагрева контактов, а для 500 В и условиями коммутации тока. 2. Пускатели выпускаются в следующем сочетании контактов вспомогательной цепи: - величина 0 нереверсивный – 1з или 1з + 2р; то же, реверсивный 1з + 4р;

ТРН-25 и
срабаты-
щитных
какого со-

ат с га-
нем воз-
ставки;
на 20%.
пускает
батьва-
чтобы
ПЛОВЫМ
е чем в

- величины I и II нереверсивные – 2з или 2з + 2р; то же, реверсивные – 2з + 2р;
 - величины III, IV, V, VI нереверсивные и реверсивные – 1з + 1р или 2з + 2р или 3з + 3р или 3з + 4р
 или 4з + 2р.

Данные тепловых реле, встроенных в пускатели серии ПМЕ и ПАЕ

Тип пускателя	Тип теплового реле	Номинальный ток теплового элемента или маркировка сменного нагревателя, А
МПЕ-000	ТРН-10А	0,32; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2
ПМЕ-100	ТРН-10	0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10
ПМЕ-200	ТРН-25	5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25
ПАЕ-300	ТРН-40	12,5; 16; 20; 25; 32; 40
ПАЕ-400	ТРП-60	20; 25; 30; 40; 50; 60
ПАЕ-500	ТРП-150	50; 60; 80; 100; 120
ПАЕ-600	ТРП-150	100; 120; 160

Примечания.

1. Номинальные токи указаны для случая, когда регулятор уставки находится в положении «0» и реле установлено открыто на панели при температуре окружающего воздуха 20°C – для реле ТРН и 40°C – для реле ТРП.

2. При встройке реле ТРН в пускатель с оболочкой любого исполнения и температуре окружающего воздуха 20°C снижение номинальных токов не требуется. То же не требуется для ТРП-20 – 60А включительно в пускателе с защитной оболочкой IP00 при температуре воздуха до 40°C включительно. Требуется снижение номинальных токов при температуре воздуха 40°C : для ТРП-150 на ток 80-150 А в пускателях с защитной оболочкой IP00 – примерно на 6%, а для ТРП 20-150 А в пускателях с защитами оболочек IP30; IP52 и IP64 – примерно на 10-20%. Для других температур сред, окружающих пускатель, номинальные токи должны определяться по согласованию с заводом-изготовителем.

3. Уставки номинального тока тепловых реле регулируются в пределах: ТРН-10А – 0,8 – 1,25; ТРН-10; ТРН-25 и ТРН-40 – 0,75 – 1,3; ТРП-60 и ТРП-150 – 0,75 – 1,25. Не следует допускать уставки, превышающие номинальные токи пускателя или встроенного в него теплового реле.

Ток, потребляемый катушками пускателей серии ПМЕ и ПАЕ в притянутом состоянии якоря

Пускатель	Тип	Величина	I_H, A , при номинальном напряжении, В			
			127	220	380	500
ПМЕ	0		0,1	0,5	0,04	-
	I		0,14	-	-	-
	II		0,24	0,14	0,08	0,062
ПАЕ	III		0,255	0,13	0,087	0,0665
	IV		0,485	0,28	0,16	0,12
	V		0,595	0,355	0,215	0,16
	VI		0,895	0,515	0,29	0,22

Примечание. В таблице указаны максимальные значения установившихся токов: пусковой ток не превышает установившегося более чем в 6-8 раз у ПМЕ и в 10 раз у ПАЕ.

Обмоточные данные катушек пускателей ПМЕ-000 для частоты 50 Гц

U_H катушки, В	36	127	220	380
Диаметр провода, мм	0,31	0,16	0,12	0,09
Число витков	800	3000	5300	9000

Обмоточные данные катушек пускателей ПМЕ-100 для частоты 50 Гц

U_H , катушки, В	36	127	220	380	500
Диаметр провода, мм	0,38	0,2	0,15	0,11	0,1
Число витков	660	2400	4150	7170	9430

Номинал

провод

Напряж
катуш

36

110

127

220

380

500

№

Обмоточные данные катушек пускателей ПМЕ-200 для частоты 50 Гц

Номинальное напряжение катушки, В	Диаметр провода катушки, мм		Число витков в катушке	
	Вариант		Вариант	
	первый	второй	первый	второй
36	0,57	0,67	442	426
110	0,33	0,38	1350	1300
127	0,31	0,35	1560	1500
220	0,23	0,27	2700	2600
380	0,18	0,20	4660	4500
500	-	0,18	-	5900

Примечание. Катушки первого варианта наматываются проводом ПЭТВ, а катушки второго варианта – проводом марки ПЭВ-2.

Обмоточные данные катушек пускателей ПАЕ для частоты 50 Гц

Напряжение катушки, В	3-я величина пускателя		4-я величина пускателя		5-я величина пускателя		6-я величина пускателя	
	диаметр провода, мм	число витков	диаметр провода, мм	число витков	диаметр провода, мм	число витков	диаметр провода, мм	число витков
110	0,38	1070	0,47	800	0,69	605	0,83	445
127	0,35	1230	0,47	920	0,64	700	0,83	516
220	0,27	2130	0,35	1600	0,49	1200	0,62	890
380	0,2	3680	0,27	2760	0,35	2070	0,47	1540
500	0,17	4850	0,23	3640	0,31	2730	0,41	2020

Пускатели магнитные серии ПМ 12-010 (аналог ПМЕ-100 и ПМЛ-1000)

Номинальный ток: 10А.

Напряжение катушек: 110, 220, 380В; 50 Гц.

№ п/п	Тип	Исполнение
1.	ПМ12-010100	Открытый, нереверсивный, без теплового реле, 3з + 2р, 1Р00
2.	ПМ12-010200	Нереверсивный, с тепловым реле, 3з + 2р, 1Р00
3.	ПМ12-010500	Реверсивный, без теплового реле, 1Р00
4.	ПМ12-010600	Реверсивный, с тепловым, реле 1Р00
5.	ПМ12-010150	Нереверсивный, без реле, 1Р20
6.	ПМ12-010250	Нереверсивный, с реле, 1Р20
7.	ПМ12-010550	Реверсивный, без реле, 1Р20
8.	ПМ12-010650	Реверсивный, с реле, 1Р20
9.	ПМ12-010140	Закрытый, нереверсивный, без реле, 1Р40
10.	ПМ12-010240	Нереверсивный, с реле, 1Р40
11.	ПМ12-010160	Нереверсивный, без реле, 1Р40, с кнопками П+С
12.	ПМ12-010260	Закрытый нереверсивный, с реле, 1Р40, с кнопками П+С
13.	ПМ12-010270	Нереверсивный, с реле, 1Р40, с кнопками П+С+Л
14.	ПМ12-010540	Реверсивный, без реле, 1Р40, без кнопок
15.	ПМ12-010640	Реверсивный, с реле, 1Р40, без кнопок
16.	ПМ12-010560	Реверсивный, без реле, 1Р40, с кнопками П1+П2+С
17.	ПМ12-010660	Реверсивный, с реле, 1Р4, с кнопками П1+ П2+С
18.	ПМ12-010110	Нереверсивный, без реле, 1Р54
19.	ПМ12-010210	Нереверсивный, с реле, 1Р54
20.	ПМ12-010120	Нереверсивный, без реле, 1Р54, с кнопками П+С
21.	ПМ12-010220	Нереверсивный, с реле, 1Р54, с кнопками П+С
22.	ПМ12-010230	Нереверсивный, с реле, 1Р54, с кнопками П+С+Л
23.	ПМ12-010510	Реверсивный, без реле, 1Р54
24.	ПМ12-010610	Реверсивный, с реле, 1Р54
25.	ПМ12-010520	Реверсивный, без реле, с кнопками П1+П2+С
26.	ПМ12-010620	Реверсивный, с реле, с кнопками П1+П2+С

Пускатели магнитные серии ПМ12-025 (аналог ПМЕ-200 и ПМЛ-2000)

Номинальный ток: 25 А.

Напряжение катушек: 110, 220, 380 В; 50 Гц.

№ п/п	Тип	Исполнение
1.	ПМ12-025100	Открытый, нереверсивный, без реле, 1Р00
2.	ПМ12-025150	Нереверсивный, без реле, 1Р20
3.	ПМ12-025501	Реверсивный, без реле, 1Р00
4.	ПМ12-025140	Закрытый, нереверсивный, без реле, 1Р40
5.	ПМ12-025160	Нереверсивный, без реле, 1Р40, с кнопками
6.	ПМ12-025260	Нереверсивный, с реле, 1Р40, с кнопками
7.	ПМ12-025110	Нереверсивный, без реле, 1Р54
8.	ПМ12-025120	Нереверсивный, без реле, 1Р54, с кнопками
9.	ПМ12-025220	Нереверсивный, с реле, 1Р54, с кнопками
10.	ПМ12-025200	Открытый, нереверсивный, без реле, 1Р40
11.	ПМ12-025210	Закрытый, нереверсивный, с реле, 1Р54
12.	ПМ12-025240	Закрытый, нереверсивный, без реле, 1Р40
13.	ПМ12-025551	Открытый, реверсивный, без реле, 1Р20
14.	ПМ12-025641	Закрытый, реверсивный, с реле, 1Р40
15.	ПМ12-025541	Закрытый, реверсивный, без реле, 1Р40
16.	ПМ12-025511	Закрытый, реверсивный, без реле, 1Р54
17.	ПМ12-025561	Реверсивный, без реле, 1Р40, с кнопками
18.	ПМ12-025611	Реверсивный, с реле, 1Р54
19.	ПМ12-025661	Реверсивный, с реле, 1Р54, с кнопками

Пускатели магнитные серии ПМ12-063 (аналог ПМА-400 и ПМЛ-4000)

Номинальный ток: 63 А.

Напряжение катушек: 110, 220, 380 В; 50 Гц.

№ п/п	Тип	Исполнение
1.	ПМ12-063150	Открытый, нереверсивный, без теплового реле, 1Р20
2.	ПМ12-063151	Нереверсивный, без теплового реле, 1Р20, 2з+2р
3.	ПМ12-063201	Нереверсивный, с реле, 1Р00, 2з+2р
4.	ПМ12-063501	Реверсивный, без теплового реле, 1Р00
5.	ПМ12-063601	Реверсивный, с реле, 1Р00, 2з+2р
6.	ПМ12-063111	Закрытый, нереверсивный, без реле, 1Р54, 2з+2р
7.	ПМ12-063141	Нереверсивный, без реле, 1Р40, 2з+2р
8.	ПМ12-063241	Нереверсивный, с тепловым реле, 1Р40, 2з+2р
9.	ПМ12-063211	Нереверсивный, с тепловым реле, 1Р54, 2з+2р
10.	ПМ12-063541	Реверсивный, без реле, 1Р40, 2з+2р
11.	ПМ12-063511	Реверсивный, без реле, 1Р54, 2з+2р
12.	ПМ12-063161	Закрытый, нереверсивный, без реле, 1Р40, с кнопками
13.	ПМ12-063121	Нереверсивный, без реле, 1Р54, с кнопками
14.	ПМ12-063261	Нереверсивный, с реле, 1Р40, с кнопками
15.	ПМ12-063221	Нереверсивный, с реле, 1Р54, с кнопками

Пускатели магнитные серии ПМ12-100 (аналог ПМА-5000)

Номинальный ток: 100 А.

Напряжение катушек: 110, 220, 380 В; 50 Гц.

№ п/п	Тип	Исполнение
1.	ПМ12-100150 (ПМА-5102)	Открытый, нереверсивный, без реле, 1Р00
2.	ПМ12-100250	Открытый, нереверсивный, с реле, 1Р00
3.	ПМ12-100140 (ПМА-5112)	Закрытый, нереверсивный, без реле, 1Р40
4.	ПМ12-100240 (ПМА-5212)	Закрытый, нереверсивный, с реле, 1Р40
5.	ПМ12-100110 (ПМА-5122)	Закрытый, нереверсивный, без реле, 1Р54

6.	ПМ12-100210 (ПМА-5222)	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P54
7.	ПМ12-100160 (ПМА-5132)	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P40, с кнопками
8.	ПМ12-100260 (ПМА-5232)	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P40, с кнопками
9.	ПМ12-100120 (ПМА-5142)	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P54, с кнопками
10.	ПМ12-100220 (ПМА-5242)	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P54, с кнопками
11.	ПМ12-100500 (ПМА-5502)	Открытый, реверсивный, без реле, 1P00
12.	ПМ12-100600 (ПМА-5602)	Открытый, реверсивный, с реле, 1P00
13.	ПМ12-100540 (ПМА-5512)	Закрытый, реверсивный, без реле, 1P40
14.	ПМ12-100640 (ПМА-5612)	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P40
15.	ПМ12-100510 (ПМА-5522)	Закрытый, реверсивный, без реле, 1P54
16.	ПМ12-100610 (ПМА-5622)	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P54

Пускатели магнитные серии ПМЛ

Номинальные токи: ПМЛ-1000 – 10А, ПМЛ-2000 – 25 А, ПМЛ-3000 – 40 А, ПМЛ-4000 – 63 А.

Напряжение катушек: 110, 220, 380 В; 50 Гц.

№ п/п	Тип	Исполнение
1.	ПМЛ-1100	Открытый, неревверсивный, без теплового реле
2.	ПМЛ-1210	Пылебрызгонепроницаемый, неревверсивный, с реле
3.	ПМЛ-1220	Пылебрызгонепроницаемый, реверсивный, с реле
4.	ПМЛ-1230	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P54, с кнопками, с сигнальной лампой
5.	ПМЛ-1501	Открытый, реверсивный, с тепловым реле
6.	ПМЛ-2100	Открытый, неревверсивный, без теплового реле
7.	ПМЛ-2210	Пылебрызгонепроницаемый, неревверсивный с реле
8.	ПМЛ-2220	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P54, с кнопками
9.	ПМЛ-2230	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P54, с кнопками, с сигнальной лампой
10.	ПМЛ-2501	Открытый, реверсивный, без теплового реле
11.	ПМЛ-3100	Открытый, неревверсивный, без теплового реле
12.	ПМЛ-3210	Пылебрызгонепроницаемый, неревверсивный, с реле, 1p+1z
13.	ПМЛ-4100	Открытый, неревверсивный, без теплового реле, 1z
14.	ПМЛ-4220	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P54, с кнопками

2. 5. 3. 7. Пускатели магнитные серии ПМА

Номинальные токи ПМА-3000 – 40 А, ПМА-4000 – 63 А, ПМА-5000 – 100 А, ПМА – 6000 – 160 А.

Напряжение катушек: 220 – 380 В; 50 Гц.

№ п/п	Тип	Исполнение
1.	ПМА-3100	Открытый, неревверсивный, без реле, 1P00
2.	ПМА-3200	Открытый, неревверсивный, с реле, 1P00
3.	ПМА-3110	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P40
4.	ПМА-3210	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P40
5.	ПМА-3300	Открытый, реверсивный, без реле, 1P00
6.	ПМА-3400	Открытый, реверсивный, с реле, 1P00
7.	ПМА-3410	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P40
8.	ПМА-3500	Открытый, реверсивный, без реле, 1P00
9.	ПМА-4100	Открытый, неревверсивный, без реле, 1P00
10.	ПМА-4110	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P40
11.	ПМА-4120	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P54
12.	ПМА-4130	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P40, с кнопками
13.	ПМА-4140	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P54, с кнопками
14.	ПМА-4200	Открытый, неревверсивный, с реле, 1P00
15.	ПМА-4210	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P40
16.	ПМА-4220	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P54
17.	ПМА-4230	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P40, с кнопками

18.	ПМА-4240	Закрытый, неревверсивный , с реле, 1P54, с кнопками
19.	ПМА-4300	Открытый, реверсивный, без реле, 1P00
20.	ПМА-4310	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P40
21.	ПМА-4320	Закрытый, реверсивный, без реле, 1P54
22.	ПМА-4400	Открытый, реверсивный, с реле, 1P00
23.	ПМА-4410	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P40
24.	ПМА-4420	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P54
25.	ПМА-4500	Открытый, реверсивный, без реле, 1P00
26.	ПМА-4510	Закрытый, реверсивный, без реле, 1P40
27.	ПМА-4520	Закрытый, реверсивный, без реле, 1P54
28.	ПМА-4600	Открытый, реверсивный, с реле, 1P00
29.	ПМА-4610	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P40
30.*	ПМА-4620	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P54
31.	ПМА-6102	Открытый, неревверсивный, без реле
32.	ПМА-6202	Открытый, неревверсивный, с реле
33.	ПМА-6112	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P40
34.	ПМА-6212	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P40
35.	ПМА-6122	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P54
36.	ПМА-6222	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P54
37.	ПМА-6132	Закрытый, неревверсивный, без реле, 1P40, с кнопками
38.	ПМА-6232	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P40, с кнопками
39.	ПМА-6142	Закрытый, неревверсивный , без реле, 1P54, с кнопками
40.	ПМА-6242	Закрытый, неревверсивный, с реле, 1P54, с кнопками
41.	ПМА-6302	Открытый, реверсивный, без реле
42.	ПМА-6402	Открытый, реверсивный, с реле
43.	ПМА-6502	Открытый, реверсивный, без реле
44.	ПМА-6602	Открытый, реверсивный, с реле
45.	ПМА-6312	Закрытый, реверсивный, без реле, 1P40
46.	ПМА-6412	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P40
47.	ПМА-6512	Закрытый, реверсивный, без реле, 1P40
48.	ПМА-6612	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P40
49.	ПМА-6322	Закрытый, реверсивный, без реле, 1P54
50.	ПМА-6422	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P54
51.	ПМА-6522	Закрытый, реверсивный, без реле, 1P54
52.	ПМА-6622	Закрытый, реверсивный, с реле, 1P54

Приставки контактные для пускателей ПМЛ и ПМ12

№ п/п	Тип	Количество контактов	№ п/п	Тип	Количество контактов
1.	ПКЛ 11М.04Б	1з+1р	5.	ПКЛ 40М.04Б	4з
2.	ПКЛ 22М.04Б	2з+2р	6.	ПКЛ 11М.04А	1з+1р
3.	ПКЛ 04М.04Б	4р	7.	ПКЛ 22М.04А	2з+2р
4.	ПКЛ 20М.04Б	2з			

Реле тепловые и токовые

№ п/п	Тип	Ток уставки, А	№ п/п	Тип	Ток уставки, А
1.	РТТ-111	до 25	14.	РТЛ 1010	3,6-6,0
2.	РТТ-141		15.	РТЛ 1012	5,6-8,0
3.	РТТ-211	до 40	16.	РТЛ 1014	7,0-10,0
4.	РТТ-311	до 100	17.	РТЛ 1016	9,5-14,0
5.	РТТ-321	до 160	18.	РТЛ 1021	13,0-19,0
6.	РТЛ -1001	0,1-0,17	19.	РТЛ 1022	18,0-25,0
7.	РТЛ -1002	0,16-0,26	20.	РТЛ 2053	23,0-32,0
8.	РТЛ 1003	0,24-0,4	21.	РТЛ 2055	30-41
9.	РТЛ 1004	0,38-0,65	22.	РТЛ 2057	38,0-52,0
10.	РТЛ 1005	0,61-1,0	23.	РТЛ 2059	47,0-64,0

11.	РТЛ-1006	0,95-1,6	24.	РТЛ 2061	54,0-74,0
12.	РТЛ 1007	1,5-2,6	25.	РТЛ 2063	63,0-86,0
13.	РТЛ 1008	2,4-4,0			

Пускатель электромагнитный ПМ12-016

Пускатели предназначены для дистанционного управления трехфазными асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором мощностью до 7,5 кВт.

Пускатели имеют уменьшенные весогабаритные показатели, высокие эксплуатационные параметры, допускают безвинтовое крепление на стандартной рейке типа Р2-1 с помощью пружинящих зацепов, обеспечивают степень защиты IP20.

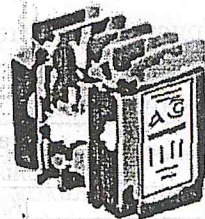
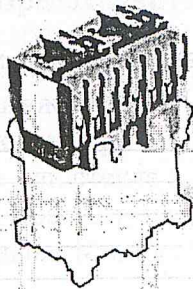
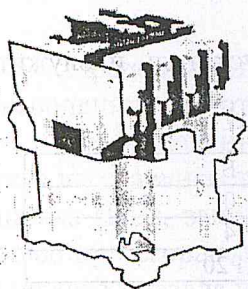


Рис. П17.7. Нереверсивный пускатель ПМ12-016

Рис. П17.8. Реверсивный пускатель ПМ12-016

Рис. П17.9. Приставка контактная ПКЛ

Пускатели ПМ12-016 можно применять вместо импортных аппаратов аналогичного назначения - таких, как LC1-D1710 фирмы «Телемеханик-Электрик» (Франция), ЗТВ 4217 фирмы «Сименс» (ФРГ), DIL OM/22 фирмы «Клекнер-Меллер» (ФРГ) и др.

Технические характеристики:

Степень износостойкости	Б
Количество дополнительных контактов во вспомогательной цепи	1
Номинальный ток, А	16
Категория размещения	3
Климатическое исполнение	У

Характеристика пускателя

Тип пускателя	Частота тока, Гц	Номинальное напряжение включающих катушек, В	Степень защиты	Назначение (реверсивный, нереверсивный)	Габариты, мм	Масса, кг	Число и исполнение контактов вспомогательной цепи
ПМ-12-016101	50	24-660	IP00	Нереверсивный	45x68x78	0,33	1р
	60	24-440					
ПМ-12-016100	50	24-660	IP00	Нереверсивный	45x68x78	0,33	1з
	60	24-440					
ПМ-12-016150	50	24-660	IP20	Нереверсивный	45x68x78	0,33	1з
	60	24-440					
ПМ-12-016151	50	24-660	IP20	Нереверсивный	45x68x78	0,33	1р
	60	24-440					
ПМ-12-016501	50	24-660	IP00	Реверсивный	97x84x106	0,71	2р
	60	24-440					
ПМ-12-016551	50	24-660	IP20	Реверсивный	97x84x106	0,71	2р
	60	24-440					

Таблица заменяемости пускателей степени защиты IP00 и IP20

Тип пускателя	Типы заменяемых пускателей	
	неревверсивные	реверсивные
ПМ12-016100ПМ12-016101ПМ12-016150ПМ12-016151	ПМЕ-011М, ПМЕ-041М ПМЕ-071М, ПМЕ-111 ПМЕ-211, ПМЛ-1100, ПМЛ-1101 ПМЛ-1160М, ПМЛ-2100 ПМЛ-1161М, ПМЛ-2101	
ПМ12-016501ПМ12-016551		ПМЕ-073М, ПМЕ-113 ПМЕ-213, ПМЛ-1501, ПМЛ-1561М, ПМЛ-2501

Приставка контактная ПКЛ для пускателей ПМ12

Приставка контактная ПКЛ устанавливается на магнитный пускатель и служит для увеличения количества его вспомогательных контактов.

Технические характеристики:

Степень износостойкости	Б
Климатическое исполнение	0
Категория размещения	4
Степень защиты	IP20

Характеристика приставки контактной ПКЛ

Тип приставки	Количество замы- кающих контактов	Количество размы- кающих контактов	Габариты, мм	Масса, кг
ПКЛ 22М04Б	2	2	44 x 47 x 36	0,055
ПКЛ 20М04Б	2	-	25,5 x 47 x 36	0,03
ПКЛ 04М04Б	-	4	44 x 47 x 36	0,055
ПКЛ 40М04Б	4	-	44 x 47 x 36	0,055
ПКЛ 11М04Б	1	1	25,5 x 47 x 36	0,3

Бесконтактные аппараты

Под бесконтактными здесь понимаются коммутирующие аппараты на базе полупроводниковых приборов – тиристорные пускатели, магнитные усилители, работающие в релейном режиме, бесконтактные датчики, путевые выключатели и переключатели. В таблице приведены данные о некоторых тиристорных пускателях, выпускаемых промышленностью серийно.

В основе работы этих аппаратов лежит особенность тиристора скачком переходить из практически полностью закрытого состояния (ток утечки не превышает 0,005% от номинального) в полностью открытое. Падение напряжения на открытом тиристоре не превышает 0,25% от номинального.

Трехфазные тиристорные пускатели

Параметр	ПТ-16-380-У5, ПТ-16-380Р-У5	ПТ-40-380-У5 ПТ- 40-380Р-У5	ПТК-100-380-БПК-1000	ПТУ-63-380	Тип
Назначение	Включение, отключение асинхронных двигателей	Включение, отключение и реверс асинхронных двигателей	Для коммутации и защиты от перегрузок, коротких замыканий, обрыва фаз	Для коммутации и защиты от коротких замыканий и перегрузок	
Номинальное напряжение, В	380	380	380	380	
Номинальный ток, А	16	40	100	63	
Ток включения, А	100-130	200-360	-	-	
Ток отключения, А	16-25	40-63	-	-	

Стойкость при сквозных токах, А:				
термическая (при 0,1 с)	400	900	--	--
электродинамическая	560	1650		
Ток утечки, мА	20	20	20	20
Сопротивление изоляции в холодном состоянии, МОм	50	50	-	-
Коммутационная способность, А	400	900	1000	1700
Включающая способность, А	580	1650	1700	1700

Предохранители плавкие

Предохранители предназначены для защиты электрических сетей, электроустановок, электродвигателей от коротких замыканий.

Промышленностью выпускаются различные виды предохранителей. Корпус предохранителя изготавливается из фарфора или стекла в виде полый трубки (НПН) или полого параллелепипеда (ПН), заполняемого, как правило, кварцевым песком для локализации дуги, возникающей при сгорании плавкой вставки. Калиброванные плавкие вставки изготавливают из легкоплавкого металла или сплава.

Предохранители – плавкие вставки выпускаются также в виде совмещенных рубильников-предохранителей для неавтоматического отключения цепей напряжением до 500 В и защиты от токов короткого замыкания и перегрузки. Тип этих аппаратов: РПП 11, номинальный ток 80 – 250 А. Быстродействующие предохранители типа ПП, ППД используются для защиты полупроводниковых установок от коротких замыканий.

Параметры некоторых предохранителей приведены в таблицах.

Параметры некоторых быстродействующих предохранителей

Тип	Ток, А	Напряжение, В	Интеграл квадрата тока, А ² хс	Предельный ток отключения, А	Относительное напряжение
ППД12-43133	1600	150	1100	100	1,6
ППД12-40433	6300	450	3000	200	1,8
ПП51-3340354	160	380	10	-	-
ПП41	31-630	760	1350 при 630 А	100	1,5
		440			
ПП57-31	100	до 660	1,4	-	-
ПП57-34	250	до 660	1,3	-	-
ПП57-37	400	до 660	140	-	-
ПП57-39	630	до 1150	300	-	-
ПП57-40	800	до 1250	-	-	-
ПП71	550-750	1300	-	40	1,5
ПП61	40-160	380	100	100	1,5

Параметры предохранителей типа ПР-2, 500В

Тип предохранителя	Номинальный ток, А	Номинальные токи плавких вставок, А	Предельный ток отключения при напряжении		Габаритные размеры, мм
			380 В	500В	
ПР-2-15	15	6; 10; 15	8000	7000	171 x 24,5 x 33
ПР2-60	60	15; 20; 25; 35; 45; 60	4500	3500	173 x 30,5 x 43
ПР2-100	100	60; 80; 100	-	-	247 x 43 x 56
ПР2-200	200	100; 125; 160; 200	11000	10000	296 x 56 x 76,5
ПР2-350	350	200; 225; 260; 300; 350	13000	11000	34 x 72 x 10
ПР2-600	600	350; 430; 500; 600	23000	-	442 x 140 x 154
ПР2-1000	1000	600; 700; 850; 1000	20000	20000	580 x 155 x 154