

MiCOM P220

Реле защиты электродвигателя

Техническое руководство

**РЕЛЕ ЗАЩИТЫ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

МІСОМ 220

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И
ХАРАКТЕРИСТИКИ
СРАБАТЫВАНИЯ**

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ФУНКЦИИ ЗАЩИТЫ	3
1.1	Защита от теплового перегруза	3
1.2	Защита от короткого замыкания	3
1.3	Защита от замыкания на землю	3
1.4	Защита от несимметрии	3
1.5	Защита от затяжного пуска	3
1.6	Защита при заклинивании ротора	4
1.7	Защита минимального тока	4
1.8	Датчики температуры (RTD) или термисторы	4

2.	ФУНКЦИИ АВТОМАТИКИ	5
2.1	Ограничение количества пусков	5
2.2	Время между двумя последовательными пусками	5
2.3	Разрешение самозапуска	5
2.4	Логические входы/Дополнительные таймеры	5
2.5	Логические уравнения	5
2.6	Таймеры логических уравнений	5
2.7	Дополнительные выходные реле	5
2.8	Фиксация срабатывания («самоподхват») выходных реле	5
2.9	Выходное реле отключения	5
2.10	Фиксация команды отключения	5
2.11	Управление и контроль состояния коммутационного аппарата	6

3.	ФУНКЦИИ ПО ЗАКАЗУ	7
3.1	Аналоговый выход	7
3.2	6 входов подключения датчиков температуры (RTD)	7
3.3	2 входа подключения термисторов + 4 входа для датчиков температуры (RTD)	7

4.	ФУНКЦИИ ЗАПИСИ	8
4.1	Регистратор событий	8
4.2	Регистратор аварий	8
4.3	Осциллограф	8

5.	СВЯЗЬ	9
5.1	Связь по протоколу MODBUS™	9
5.2	Подключение на передней панели	9

6.	ВХОДЫ И ВЫХОДЫ	10
6.1	Входы переменного тока	10
6.2	Логические входы	10
6.3	Логические выходы (выходные реле)	10
6.4	Питание от источника оперативного тока	11

7.	ТОЧНОСТЬ	11
8.	ДААННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА	11
9.	УСТОЙЧИВОСТЬ К ВЫСОКОМУ НАПРЯЖЕНИЮ	12
9.1	Диэлектрическая устойчивость	12
9.2	Импульс напряжения	12
9.3	Сопротивление изоляции	12

10.	ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ	13
11.	ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	13
12.	ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕПЛОВОГО ПЕРЕГРУЗА	14
13.	ТАБЛИЦА СООТНОШЕНИЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДАТЧИКОВ RTD И ИЗМЕРЯЕМОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ	29
14.	ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ МЕЖДУ АНАЛОГОВЫМ ВЫХОДОМ И ЗНАЧЕНИЕМ ИЗМЕРЯЕМОГО ПАРАМЕТРА	30

1. ФУНКЦИИ ЗАЩИТЫ

1.1 Защита от теплового перегруза

Уставка тока тепловой защиты $I_{\theta>}$	от 0,2 до 1,5 I_n , шаг 0,01 I_n
Постоянная времени теплового перегруза T_{e1}	от 1 до 180 мин, шаг 1 мин
Постоянная времени пускового режима T_{e2}	от 1 до 360 мин, шаг 1 мин
Постоянная времени охлаждения T_r	от 1 до 999 мин, шаг 1 мин
Коэффициент влияния тока обр. послед-ти K_e	от 0 до 10, шаг 1
Уставка отключения от тепловой защиты	установлена 100%
Гистерезис тепловой защиты (степень отключения)	97%
Уставка сигнализации теплового перегруза	от 20 до 100%, шаг 1%
Гистерезис тепловой защиты (степень сигнализации)	97%
Уставка запрета пуска по тепловому состоянию	от 20 до 100%, шаг 1%

1.2 Защита от короткого замыкания

Уставка тока срабатывания $I_{>>}$	от 1 до 12 I_n , шаг 0,1 I_n
Выдержка времени $t_{l>>}$	от 0 до 100 сек, шаг 0,01 сек
Время срабатывания (минимальное)	< 30 мс
Время возврата	< 30 мс
Гистерезис (коэффициент возврата)	95%

1.3 Защита от замыкания на землю

Уставка тока срабатывания $I_{o>}$, $I_{o>>}$	от 0,002 до 1 I_{op} , шаг 0,001 I_{op}
Выдержка времени $t_{lo>}$, $t_{lo>>}$	от 0 до 100 сек, шаг 0,01 сек
Время срабатывания (минимальное)	< 30 мс
Время возврата	< 30 мс
Гистерезис (коэффициент возврата)	95%

1.4 Защита от несимметрии

Уставка тока срабатывания $I_{i>}$	от 0,05 до 1 I_n , шаг 0,025 I_n
Выдержка времени $t_{li>}$	от 0,04 до 200 сек, шаг 0,01 сек
Уставка тока срабатывания $I_{i>>}$	от 0,2 до 0,8 I_n , шаг 0,05 I_n
Характеристика IDMT (обратнозависимая)	$t_{ср.аб.} = 1,2 / (I_2 / I_n)$
Время срабатывания (минимальное)	< 30 мс
Время возврата	< 30 мс
Гистерезис (коэффициент возврата)	95%

1.5 Защита от затяжного пуска

Критерий определения пуска	(Замыкание 52а) или (замыкание 52а + превышение уставки тока контроля пуска)
----------------------------	--

	Уставка контроля пускового тока I_{start}	от 1 до 5 I_0 , с шагом 0,5 I_0
	Уставка времени длительности пуска $T_{I_{start}}$	от 1 до 200 сек, шаг 1 сек
1.6	Защита при заклинивании ротора	
	Уставка контроля тока I_{stall}	от 1 до 5 I_0 , с шагом 0,5 I_0
	Гистерезис (коэффициент возврата)	95%
	Выдержка времени $t_{I_{stall}}$	от 1 до 200 сек, шаг 1 сек
	Определение заклинивания ротора при пуске	Да/Нет
1.7	Защита минимального тока	
	Уставка тока срабатывания $I_{<}$	от 0,1 до 1 I_n , шаг 0,01 I_n
	Выдержка времени $t_{I_{<}}$	от 0,2 до 100 сек, шаг 0,1 сек
	Время запрета при пуске T_{inhib}	от 0,05 до 300 сек, шаг 0,1 сек
	Время срабатывания (минимальное)	< 30 мс
	Время возврата	< 30 мс
	Гистерезис (коэффициент возврата)	95%
1.8	Датчики температуры (RTD) или термисторы	
	Функция по заказу RTD (или THERMISTOR + RTD)	Да/Нет

2. ФУНКЦИИ АВТОМАТИКИ

2.1 Ограничение количества пусков

Контрольное время (период контроля)	от 10 до 120 мин, шаг 5 мин
Количество холодных пусков	от 0 до 5, шаг 1
Количество горячих пусков	от 0 до 5, шаг 1
Время запрета повторного пуска $T_{interdiction}$	от 1 до 120 мин, шаг 5 мин

2.2 Время между двумя последовательными пусками

Минимальное время между пусками $T_{betw\ 2\ start}$	от 1 до 120 мин, шаг 5 мин
--	----------------------------

2.3 Разрешение самозапуска

Максимальная длительность перерыва питания T_{reacc}	от 0,2 до 10 с, шаг 0,05 с
--	----------------------------

2.4 Логические входы/Дополнительные таймеры

1 логический вход	Положение выключателя (52a)
1 логический вход	Датчик вращения ротора
3 программируемых логических входа	
Логические входы с пуском сигнализации	2 внешних сигнала, EXT1 и EXT2
Логические входы без пуска сигнализации	2 внешних сигнала, EXT3 и EXT4 (начиная с версии ПО V3.A)
Таймеры доп. Входов tEXT1, tEXT2, tEXT3, tEXT4	от 0 до 200 сек, шаг 0,01 сек

2.5 Логические уравнения

4 логических уравнения «И»

2.6 Таймеры логических уравнений

Задержка на срабатывание	от 0 до 60 мин с, шаг 0,1 с
Задержка на возврат	от 0 до 60 мин с, шаг 0,1 с

2.7 Дополнительные выходные реле

1 выходное реле отключения (RL1)	программируемое
4 выходных реле (RL2, RL3, RL4, RL5)	программируемые

2.8 Фиксация срабатывания («самоподхват») выходных реле

Фиксация срабатывания (RL2, RL3, RL4, RL5)	от защиты при КЗ, от ЗНЗ, от защиты при несимметрии, от логических уравнений
--	--

2.9 Выходное реле отключения

1 выходное реле отключения (RL1)	программируемое
(назначение одного или нескольких сигналов на выходное реле отключения)	

2.10 Фиксация команды отключения

Фиксация команды (команд) отключения назначенных на выходное реле RL1.

2.11 Управление и контроль состояния коммутационного аппарата

Контрольное время работы коммутационного аппарата	от 0,05 до 1с, шаг 0,05 с
Количество операций выключателя	от 0 до 50 000, шаг 1
Коммутационный ресурс	от 10^6 до $4000 \cdot 10^6$, шаг 10^6
Показатель степени учета ресурса «n»	1 или 2
Длительность команды включения	от 0,2 до 5 с, шаг 0,1 с
Длительность команды отключения	от 0,2 до 5 с, шаг 0,1 с

3. ФУНКЦИИ ПО ЗАКАЗУ

3.1 Аналоговый выход

Номинальные диапазоны	от 0-20мА, 4-20мА
Уровень изоляции	2 кВ
Максимальная нагрузка при работе в режиме активного источника	500 Ом для 0-20мА, 4-20мА
Максимальное напряжение при работе в режиме пассивного источника	24 В
Точность	± 1%, в пределах всех шкалы

3.2 6 входов подключения датчиков температуры (RTD)

Тип датчиков (RTD)	PT100, Ni120, Ni100, Cu10
Схема подключения	3-проводная + 1 экран
Изоляция	2 кВ, активное питание
Уставки срабатывания	от 0 до 200 °С, шаг 1 °С
Задержка на срабатывание	от 0 до 100 с, шаг 0,1 с
Использование данных измерения для коррекции тепловой модели объекта	Да/Нет

3.3 2 входа подключения термисторов + 4 входа для датчиков температуры (RTD)

Тип термисторов	PTC или NTC
Уставки срабатывания	от 100 до 30 000 Ом, шаг 100 Ом
Задержка на срабатывание	фиксированная, 2 с

4. ФУНКЦИИ ЗАПИСИ

4.1 Регистратор событий

Емкость	75 событий
Точность привязки по времени	1 мс
Запуск	пуски и срабатывания введенных в работу ступеней защиты, изменение статуса логических входов и выходов, результаты самотестирования, изменения уставок.

4.2 Регистратор аварий

Емкость	5 аварий
Точность привязки по времени	1 мс
Запуск	срабатывания введенных в работу ступеней защиты (<u>назначенных на RL1</u>)
Данные аварийной записи	Дата аварии Активная группа уставок Поврежденные фаза (фазы) Сработавшие защиты Действующие значения токов Величины токов фаз и 3Io

4.3 Осциллограф

Емкость	5 записей по 3 с
Частота выборок	32 выборки за период
Время записи	до пуска: от 100мс до 3с, с шагом 100мс после пуска: от 100мс до 3с, с шагом 100мс
Пуск	пуски и срабатывания введенных в работу ступеней защиты, сигнал по логическому входу, команда по сети
Данные записи	Токи в фазах и 3Io Дискретные входы и выходные реле Значение частоты

5. СВЯЗЬ

5.1 Связь по протоколу MODBUS™

Режим	RTU (стандартный)
Режим передачи данных	Синхронный
Интерфейс	RS485, 2 провода и 1 земля
Скорость передачи	от 300 до 38400 бод (программируется)
Адрес реле	от 1 до 255
Подключение	многоточечное (32 подключения)
Тип кабеля	полудуплекс (экранированная витая пара)
Максимальная длина кабеля	1000 метров
Разъем	подключение под винт или штекер
Изоляция	2 кВ

5.2 Подключение на передней панели

Интерфейс	RS232
Протокол	MODBUS™ RTU
Разъем	9-штырьковый типа Sub-D (мама)
Тип кабеля	экранированная витая пара (без перекрещивания по концам кабеля)

6. ВХОДЫ И ВЫХОДЫ

6.1 Входы переменного тока

Входы фазных токов	1А и 5 А
Входы тока I_{ϕ}	1А и 5 А
Частота :	
Номинальная	50/60 Гц (задается уставкой)
Диапазон	$f_n \pm 5$ Гц
Потребление	Фазные входы < 0.025 ВА (1 А) < 0.3 ВА (5 А)
	Вход I_{ϕ} < 0.01 ВА при 0,1 $I_{\phi n}$ (1 А) < 0.01 ВА при 0,1 $I_{\phi n}$ (5 А)
Термическая стойкость	1с при 100 x I_n 2с при 40 x I_n длительно 4 x I_n

6.2 Логические входы

Тип входов:	независимые, оптически изолированные
Количество	5 (3 программируемые, 2 фиксированные)
Потребление входов:	<10 мА на один вход
Время реакции:	= 2,5 мс

Логические входы должны питаться **только** от источника **постоянного тока**.

Работа логических входов			
Код заказа (CORTEC)	Номинальный диапазон питания реле *	Минимальный уровень напряжения (В)	Минимальный уровень тока (мА)
A	24-60 В=	≈ 15 В	3,35 мА
F	48-150 В=	≈ 25 В	3,35 мА
M	130-250 В= 110-250 В~	≈ 38 В	2,20 мА

* Допустимое отклонение от номинального напряжения для питания логических входов составляет $\pm 20\%$.

6.3 Логические выходы (выходные реле)

Тип выхода	«сухой» контакт из сплава Ag CdO
Количество	6 (5 программируемых + 1 сторожевое реле)
Коммутационная способность	
	Замыкание: 30 А и протекание в течение 3с Протекание: 5 А длительно Разрыв: 135 В=, 0.3 А (L/R = 30 мс) 250 В=, 50 Вт активная нагрузка или 25 Вт индуктивная нагрузка (L/R=40мс) 220 В~, 5 А (50/60Гц, Cos φ = 0.6)
Время срабатывания выходного реле	< 7 мс
Механический ресурс	> 100 000 операций

6.4 Питание от источника оперативного тока

Диапазоны питания :	24–60 В= 48–150 В= 130–250 В= / 100-250 В~, 50/60 Гц
Допустимые отклонения:	постоянный оперативный ток $\pm 20\%$ переменный оперативный ток -20% , $+10\%$
Пульсации	12 %.
Перерыв питания	50 мс
Потребление	3 Вт в режиме готовности к срабатыванию + 0.25 Вт на одно сработавшее выходное реле + 10мА на один активированный оптовход (при питании постоянным напр.) < 6 ВА (при питании переменным напр.)

7. ТОЧНОСТЬ

Ступени МТЗ/ЗНЗ	$\pm 2\%$
Выдержки времени	$\pm 2\%$ (при минимуме в 10мс)
ПРИМЕЧАНИЕ: При задании выдержек времени таймеров функций защиты близких к минимальным значениям диапазона регулирования уставки, пользователь должен принимать во внимание, что минимальное время срабатывания Р220 (с учетом срабатывания пусковых органов и выходных реле) составляет 30 мс.	
Измерения	типовое значение $\pm 0,2\%$ при I_n для измеряемых токов; $\pm 2^\circ\text{C}$ для измерений температуры
Полоса частот для измерения и расчета среднеквадратичного (эффективного) значения тока.	500 Гц (до 10-й гармоники)

8. ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

Первичный ток фазных ТТ	от 1 до 3000, с шагом 1
Первичный ток ТТ 3Io	от 1 до 3000, с шагом 1
Вторичный ток фазных ТТ	1 или 5
Вторичный ток ТТ 3Io	1 или 5
Рекомендуемые фазные ТТ	5Р10 – 5ВА (типовой)
Рекомендуемый ТТ 3Io	Соединение на сумму трех фазных токов или ТТ со сбалансированным сердечником (предпочтительно в сети с компенсированной или изолированной нейтралью)

9. УСТОЙЧИВОСТЬ К ВЫСОКОМУ НАПРЯЖЕНИЮ

9.1 Диэлектрическая устойчивость

IEC 60255-5: 2000

2.0 кВ в течении одной минуты между всеми зажимами и корпусом реле

2.0 кВ в течении одной минуты между объединенными группами зажимов каждой из независимых цепей и остальными зажимами.

1.0 кВ в течении одной минуты между нормально разомкнутыми контактами выходных реле

1.0 кВ в течении одной минуты между нормально разомкнутыми контактами переключающихся реле и реле контроля исправности (RL0)

9.2 Импульс напряжения

IEC 60-255-5

Устройство должно выдерживать без повреждения импульсы напряжения пикового значения 5 кВ, фронт 1.2/50 мксек, энергия 0.5 Дж между:

- каждой из независимых цепей и корпусом, при том, что объединены вместе все зажимы каждой независимой цепи
- независимыми цепями при том, что объединены вместе все зажимы каждой независимой цепи
- зажимами одной цепи за исключением нормально разомкнутых металлических контактов (реле).

9.3 Сопротивление изоляции

МЭК 60-255-5

Сопротивление изоляции не менее $> 100 \text{ M}\Omega$, при напряжении 500 В=

10. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Высокочастотные помехи IEC 61000-4-12		2,5кВ в общем режиме, класс 3
		1кВ в дифференциальном режиме, класс 3
Быстрые переходные процессы IEC 61000-4-12		4кВ цепи питания, класс 4
	ANSI C37.90.1	2кВ остальные цепи, класс 4
Электростатический разряд	IEC 61000-4-2	8кВ, класс 4
Радиочастотный импульс	ANSI C37.90.2	35 В/м
	IEC 61000-4-3	10 В/м

11. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Температура	IEC 60255-6	
	Хранение и транспортировка	от -40 ⁰ С до +70 ⁰ С
	Работа	от -25 ⁰ С до +55 ⁰ С
Влажность	IEC 60068-2-3	56 дней при относительной влажности 93% (+2% -3%) и температуре 40 ⁰ ± 2 ⁰ С
Защита корпуса	IEC 60529: 2001	IP 52, IK 07
		IP5x – Защита от пыли, допускается ограниченное проникновение внутрь корпуса
		IPx2 – защита в течении 2,5 минут от вертикально падающих капель воды в 4 фиксированных положения реле с наклоном в 15 ⁰ к вертикали и расходом воды 3мм/мин
Стойкость к вибрации	IEC 60255-21-1	Реакция на вибрацию и стойкость к вибрации по классу 2
Стойкость к ударам и толчкам	IEC 60255-21-2	Реакция стойкость по классу 1
Сейсмостойкость	IEC 60255-21-3	Класс 2

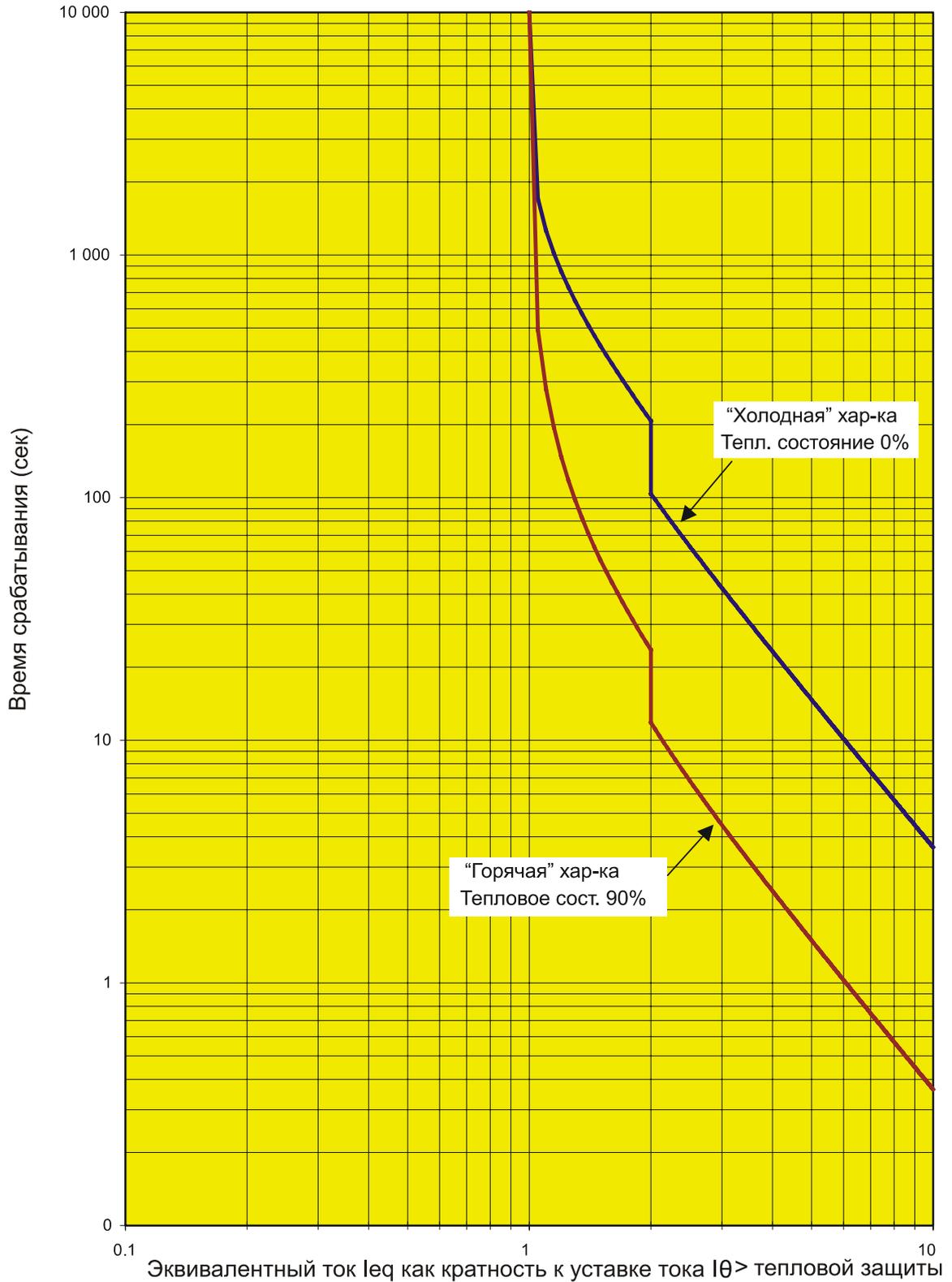
12. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕПЛОВОГО ПЕРЕГРУЗА

Кривые для режима теплового перегруза

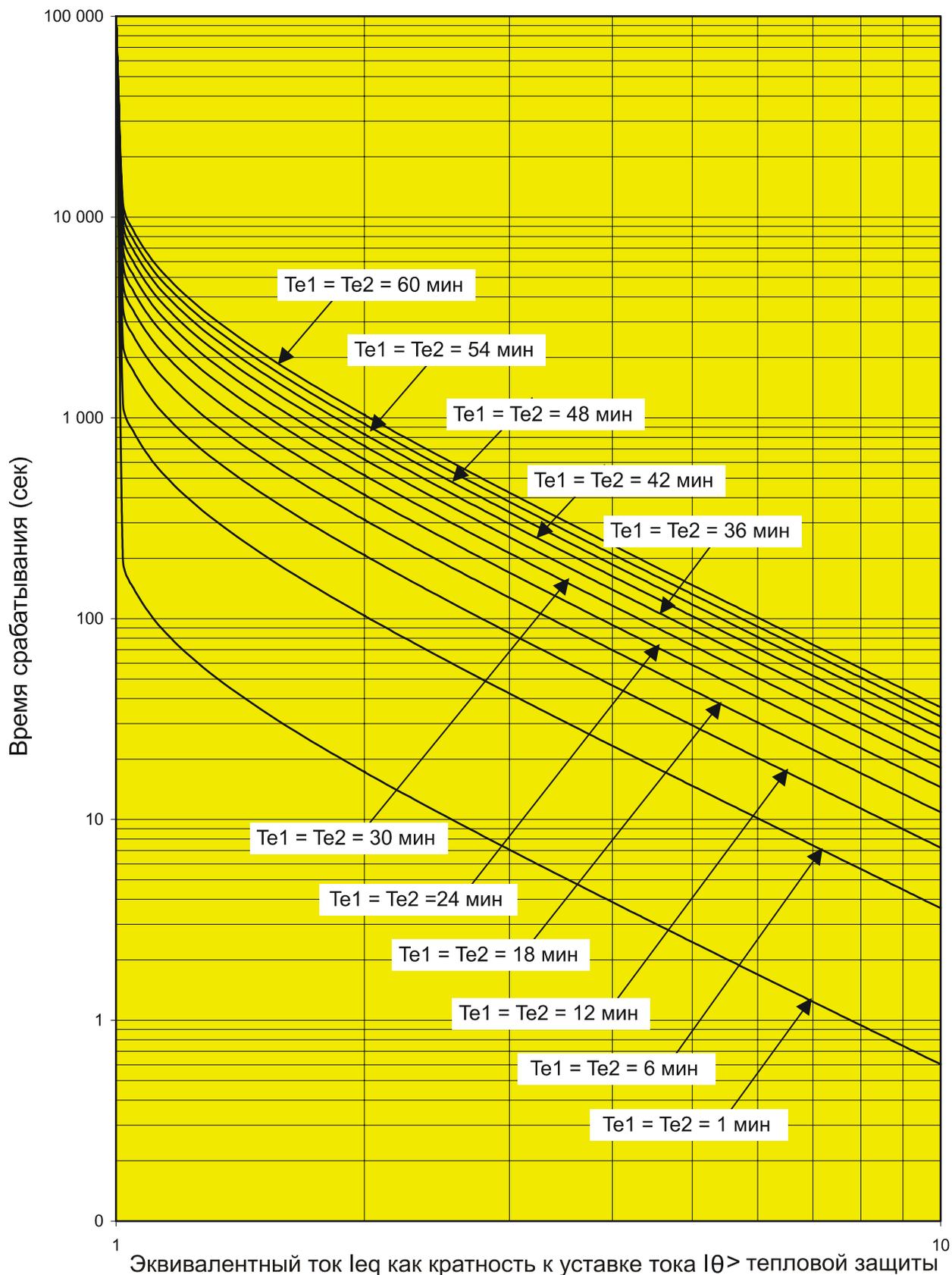
Значения постоянных времени:

- в режиме перегрузки: $T_{e1} = 12$ мин

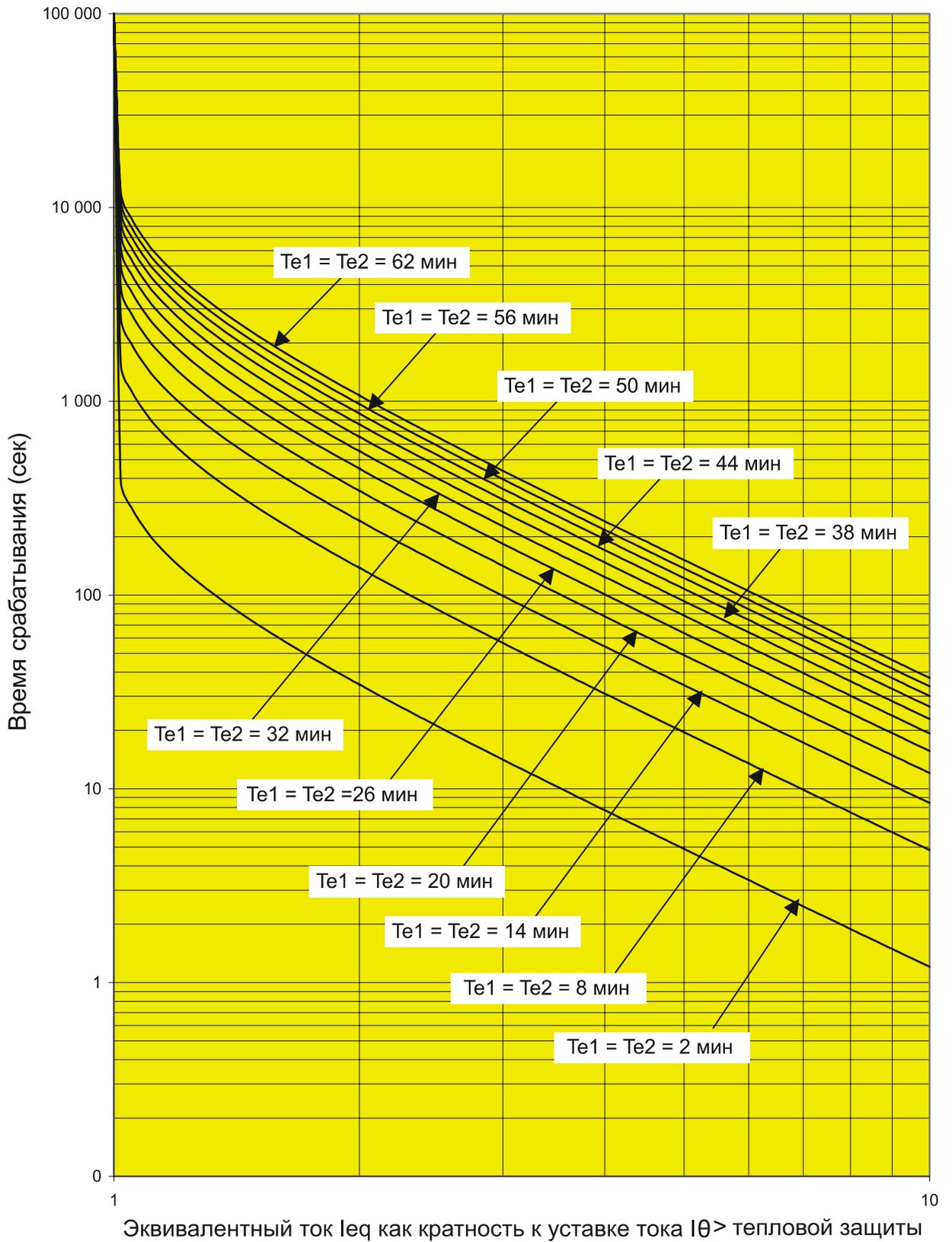
- в пусковом режиме: $T_{e2} = 6$ мин



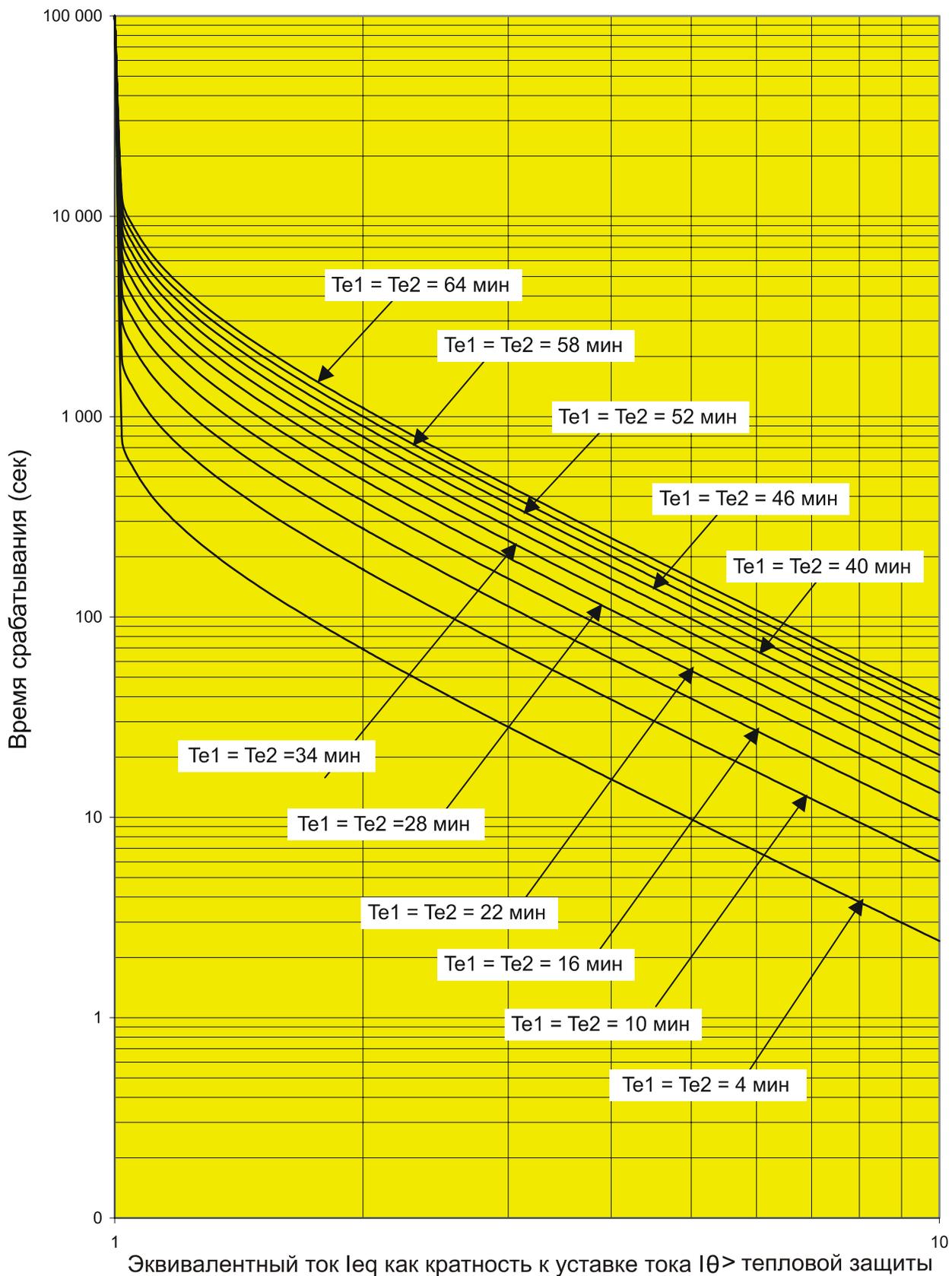
Кривые для режима теплового перегруза
Характеристики нагрева из «холодного» состояния
Начальное тепловое состояние 0%



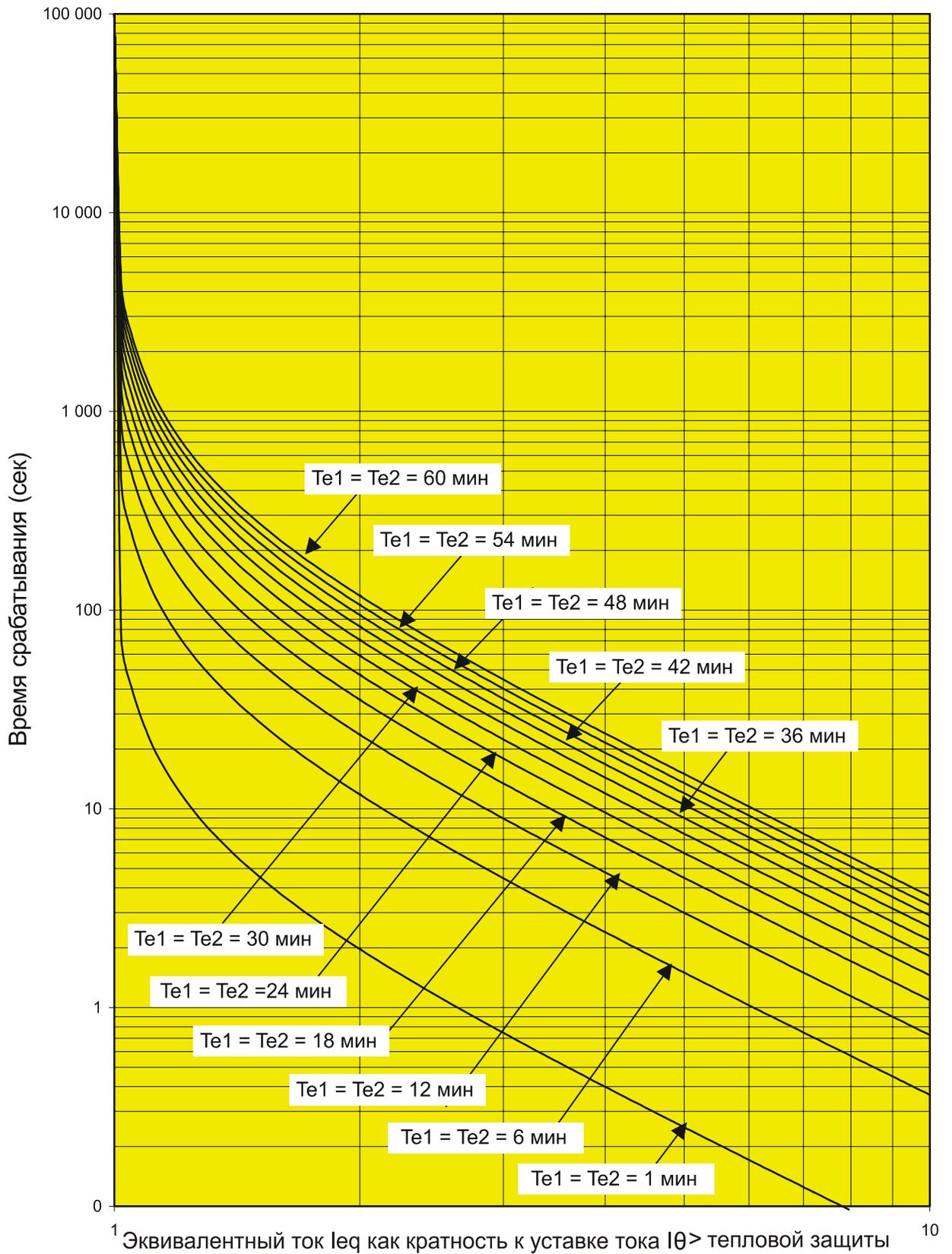
Кривые для режима теплового перегруза
Характеристики нагрева из «холодного» состояния
Начальное тепловое состояние 0%



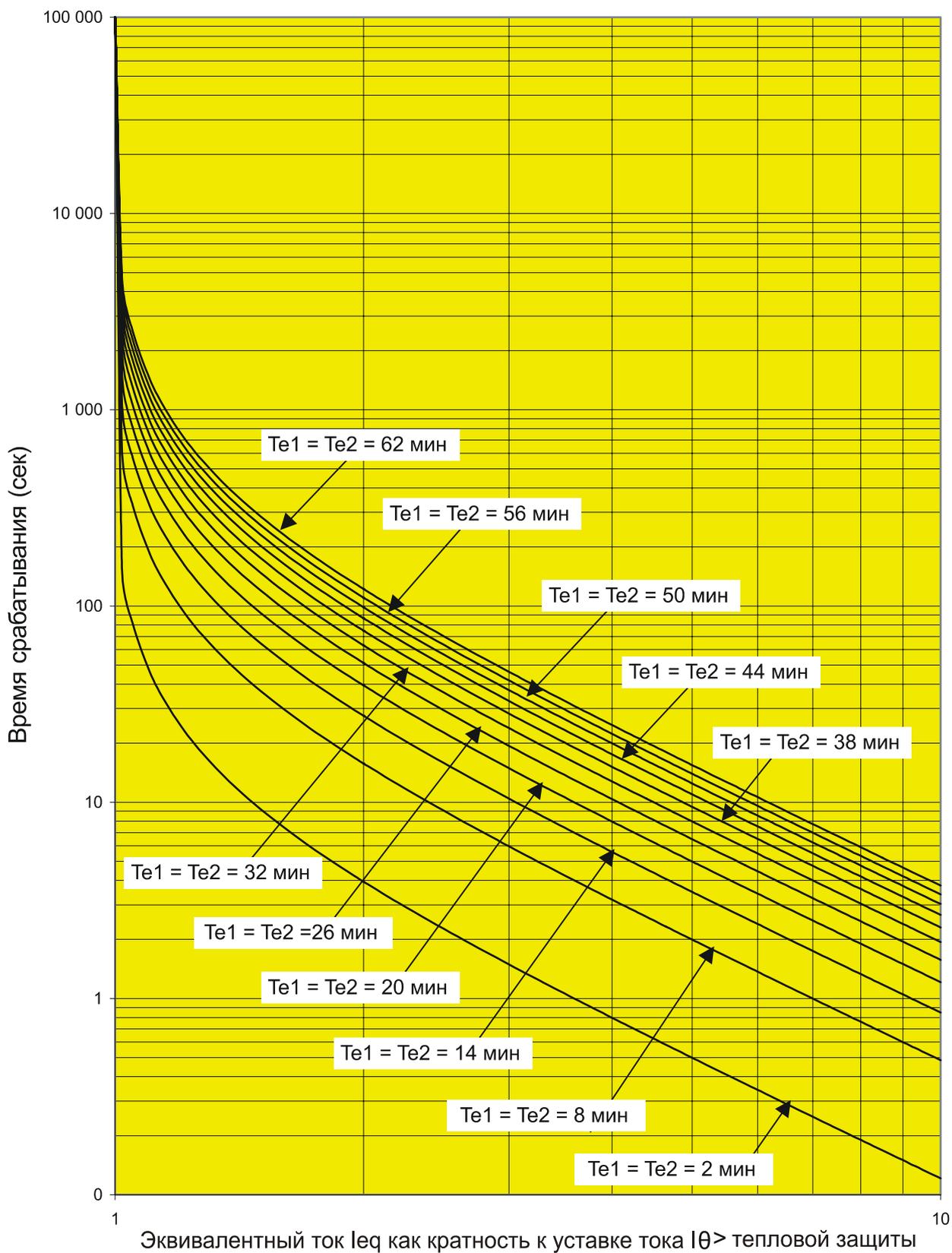
Кривые для режима теплового перегруза
Характеристики нагрева из «холодного» состояния
Начальное тепловое состояние 0%



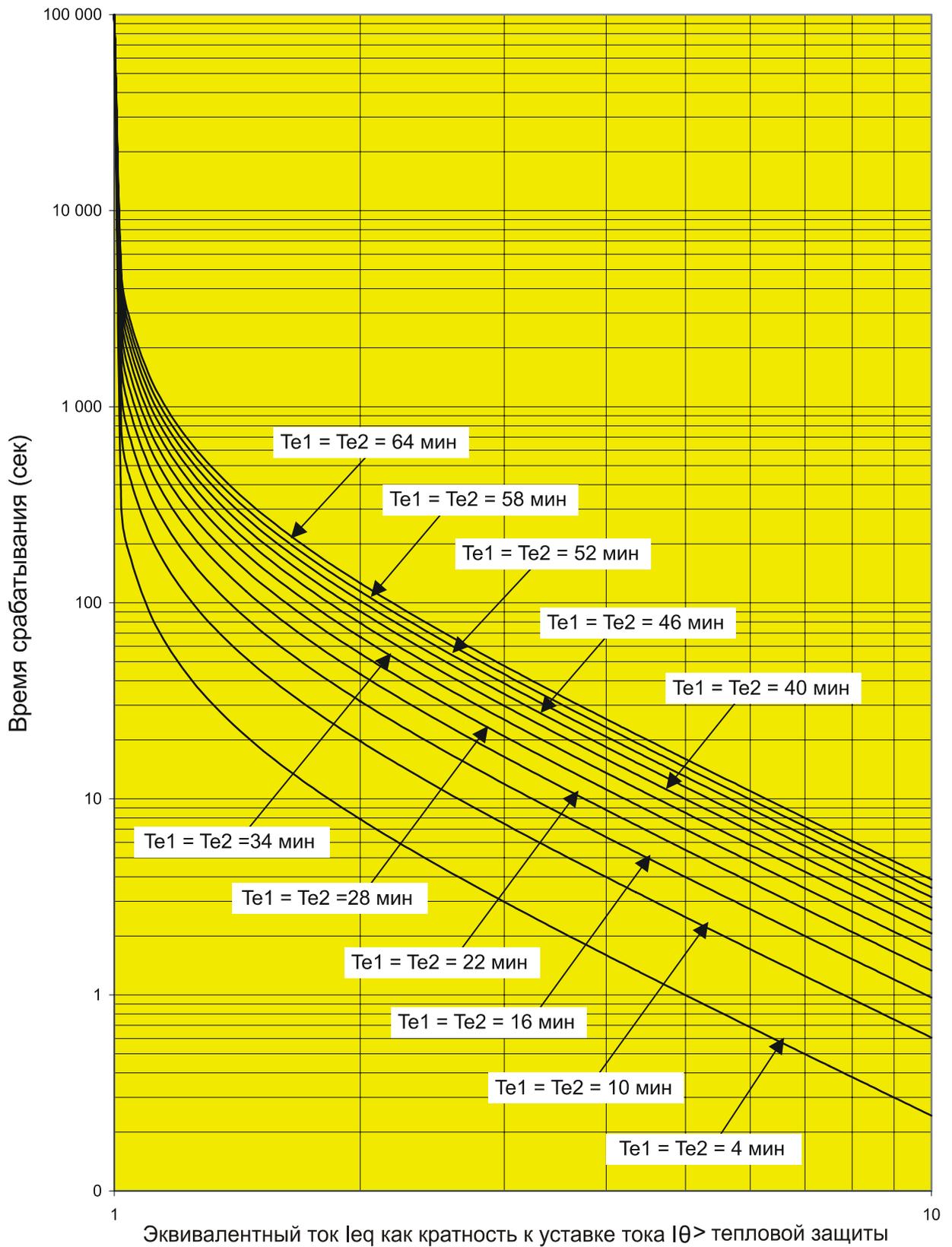
Кривые для режима теплового перегруза
Характеристики нагрева из «горячего» состояния
Начальное тепловое состояние 90%



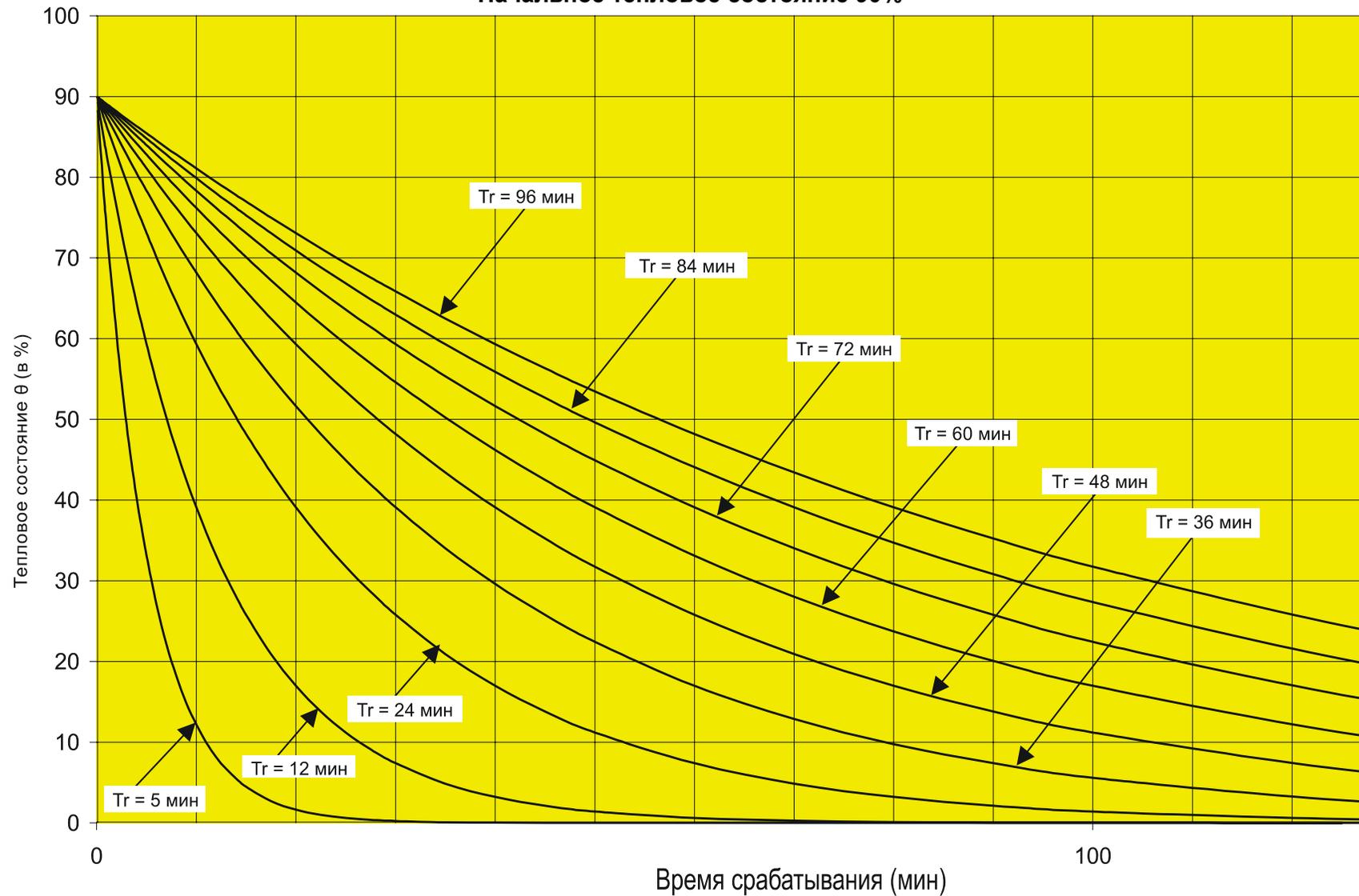
Кривые для режима теплового перегруза
Характеристики нагрева из «горячего» состояния
Начальное тепловое состояние 90%



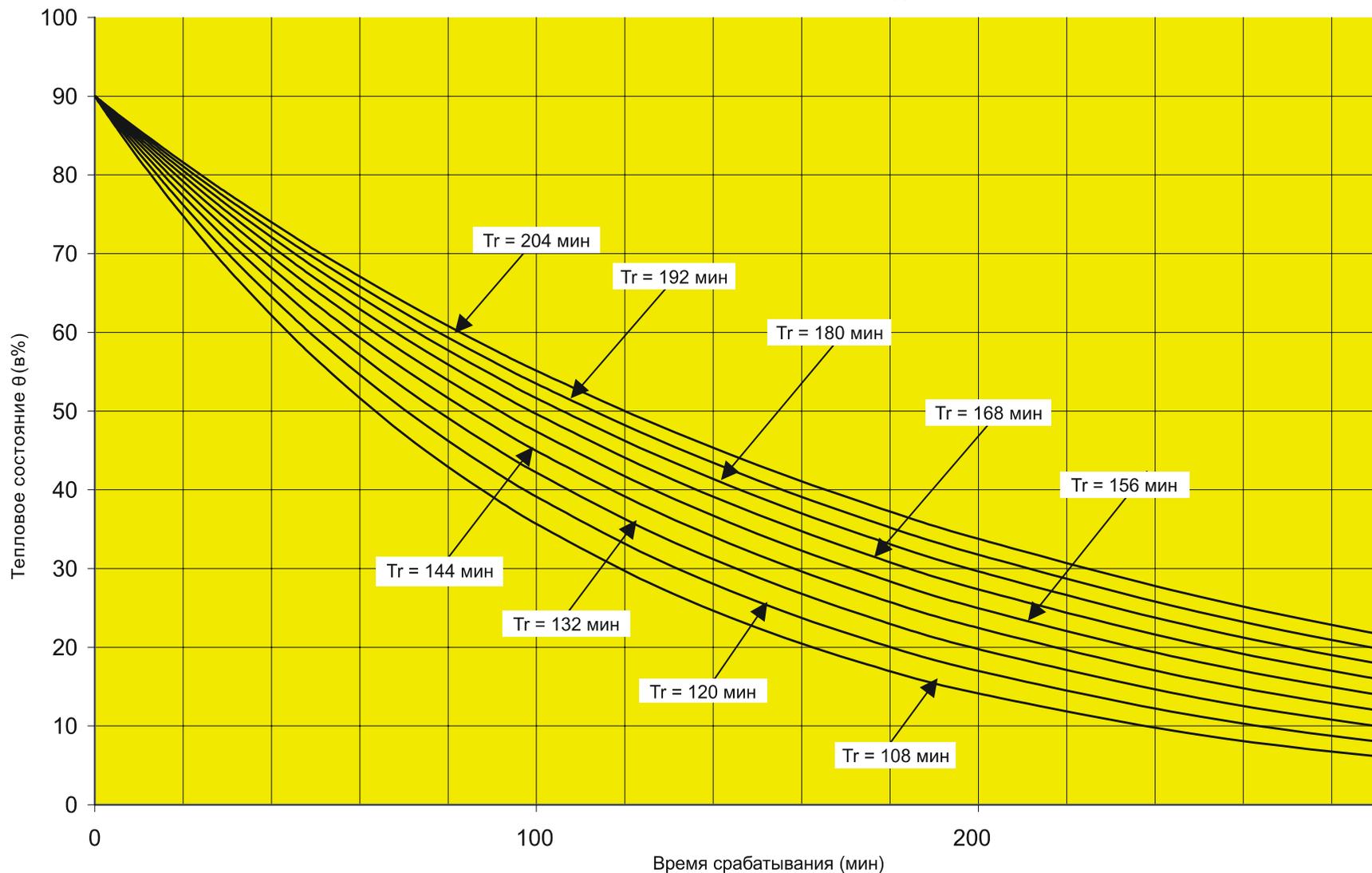
Кривые для режима теплового перегруза
Характеристики нагрева из «горячего» состояния
Начальное тепловое состояние 90%



Кривые для режима остывания
Начальное тепловое состояние 90%

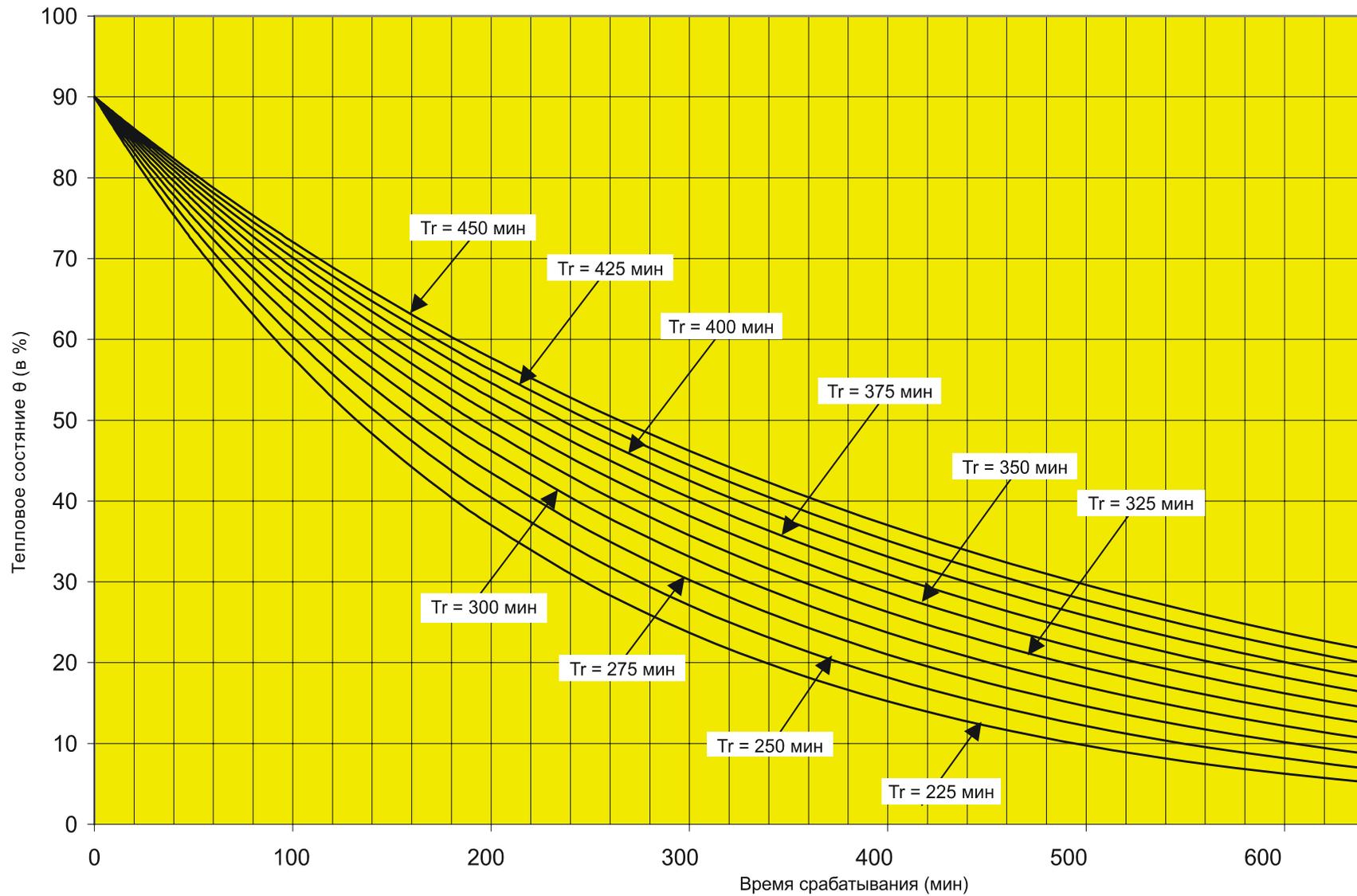


Кривые для режима остывания
Начальное тепловое состояние 90%

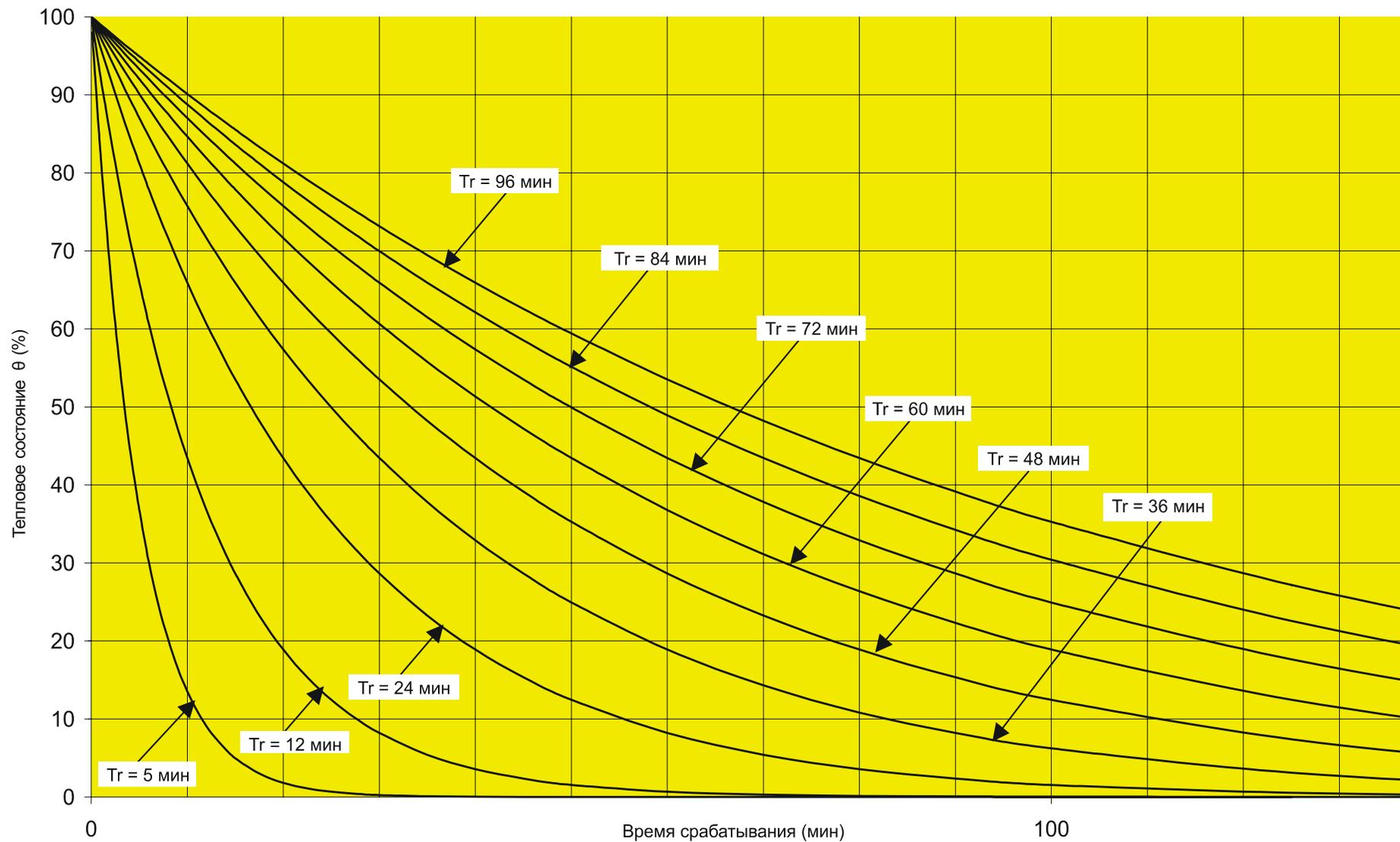


Кривые для режима остывания

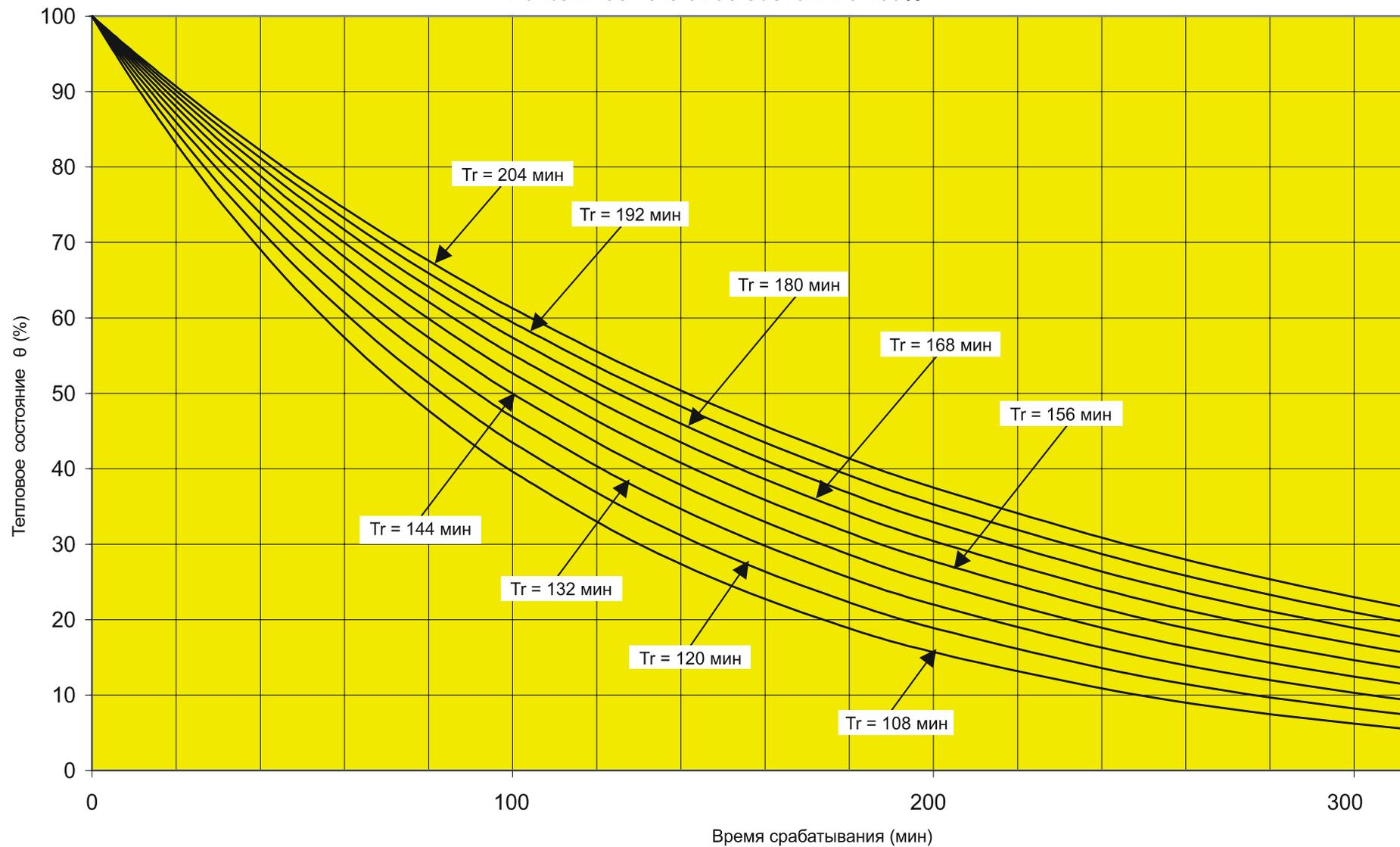
Начальное тепловое состояние 90%



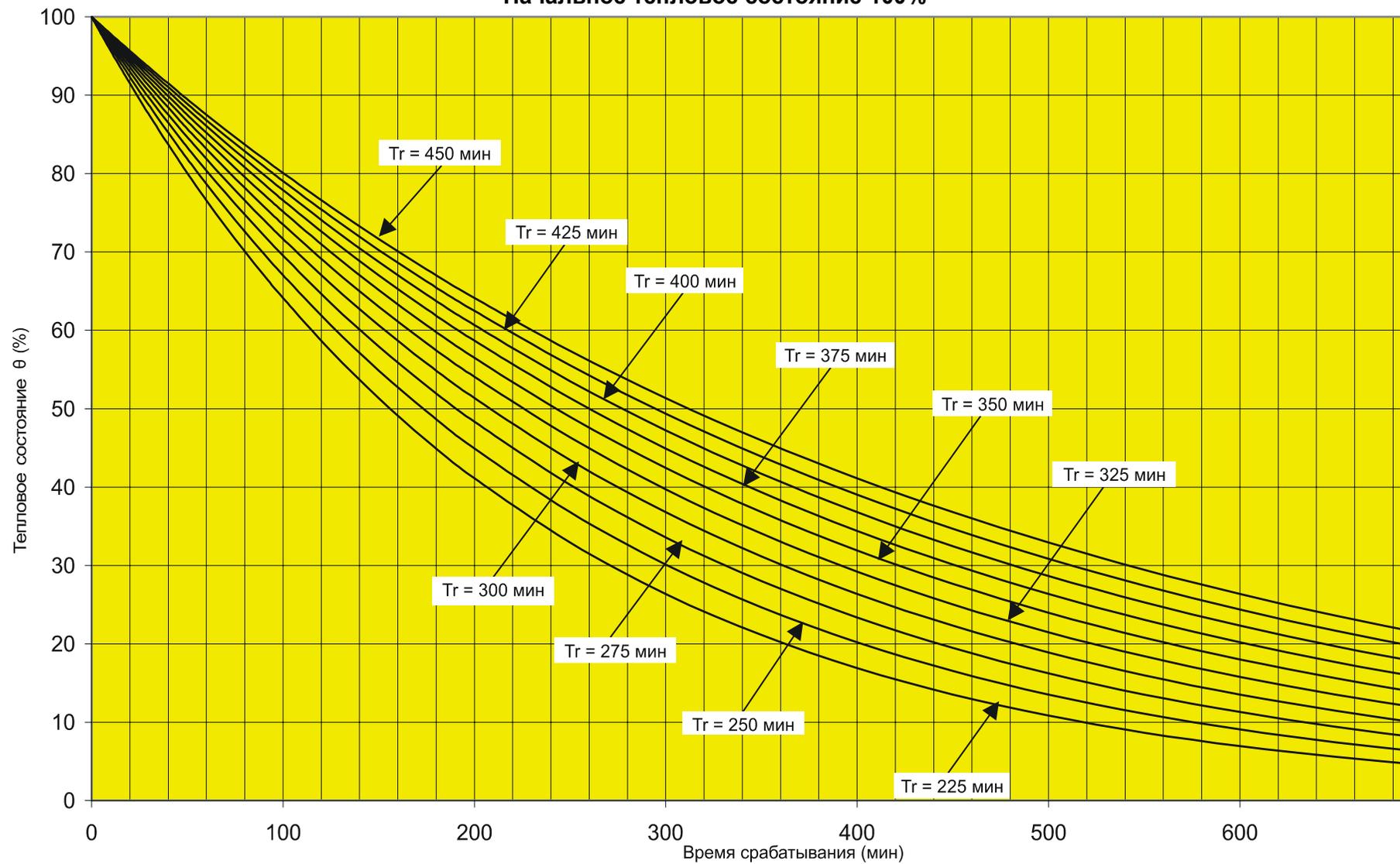
Кривые для режима остывания
Начальное тепловое состояние 100%



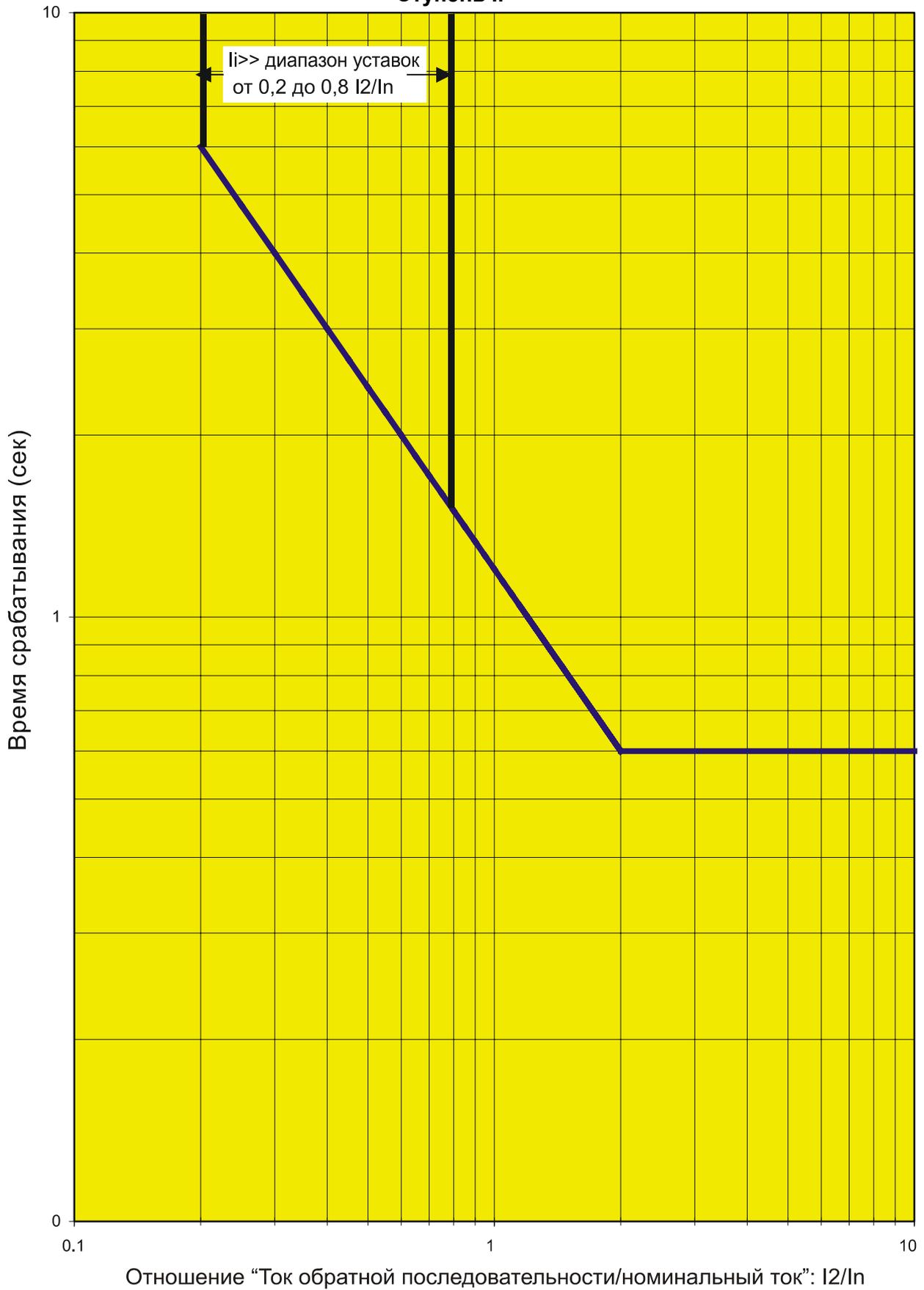
Кривые для режима остывания
Начальное тепловое состояние 100%



Кривые для режима остывания
Начальное тепловое состояние 100%



Токовая защита обратной последовательности
Инверсно-зависимые характеристики срабатывания
Ступень Ii>>



13. ТАБЛИЦА СООТНОШЕНИЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДАТЧИКОВ RTD И ИЗМЕРЯЕМОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температура (°C)	100 Ом Platinum (Ом)	100 Ом Nickel (Ом)	120 Ом Nickel (Ом)	10 Ом Cu (Ом)
-40	84.27	79.13	92.76	7.94
-30	88.22	84.15	99.41	7.876
-20	92.16	89.23	106.41	8.263
-10	96.09	94.58	113.0	8.649
0	100.0	100.0	120.0	9.035
10	103.9	105.6	127.2	9.421
20	107.8	111.2	134.5	9.807
30	111.7	117.1	142.1	10.19
40	115.5	123.0	149.8	10.58
50	119.4	129.1	157.7	10.97
60	123.2	135.3	165.9	11.35
70	127.1	141.7	174.3	11.74
80	130.9	148.3	182.8	12.12
90	134.7	154.9	191.6	12.51
100	138.5	161.8	200.6	12.90
110	142.3	168.8	209.9	13.28
120	146.1	176.0	219.3	13.67
130	149.8	183.3	228.9	14.06
140	153.6	190.9	238.8	14.44
150	157.3	198.7	249.0	14.83
160	161.0	206.6	259.3	15.22
170	164.8	214.8	269.9	15.61
180	168.5	223.2	280.8	16.00
190	172.2	231.6	291.9	16.38
200	175.8	240.0	303.5	16.78

14. ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ МЕЖДУ АНАЛОГОВЫМ ВЫХОДОМ И ЗНАЧЕНИЕМ ИЗМЕРЯЕМОГО ПАРАМЕТРА

В настоящих таблицах приведены соответствие между током аналогового выхода MiCOM P220 и значением измеряемого параметра

Номинальный диапазон 0-20мА

Тип измерения (параметр измерения)	Обозн. на дисплее	Единицы	Диапазон изменения	Номинальный диапазон
Ток фазы А (эфф. знач.)	IA RMS	Амперы	От 0 до 2 In	las*2In /20 мА
Ток фазы В (эфф. знач.)	IB RMS	Амперы	От 0 до 2 In	las*2In /20 мА
Ток фазы С (эфф. знач.)	IC RMS	Амперы	От 0 до 2 In	las*2In /20 мА
Ток 3Io (эфф. знач.)	IE RMS	Амперы	От 0 до 2 In	las*2In /20 мА
Тепловое состояние электродвигателя	TH STATE	%	От 0 до 150%	las* 150 / 20 мА
Ток нагрузки в процентах от максимального (полного) нагрузочного тока	% I LOAD	%	От 0 до 150%	las* 150 / 20 мА
Время до разрешения пуска электродвигателя	Tbef Start	Минуты	От 0 до 120 мин	las* 120 / 20 мА
Температура RTD	T°C RTD	°C	От -40 до 215 °C	las* 255 / 20 мА -40°C

Номинальный диапазон 4-20мА

Тип измерения (параметр измерения)	Обозн. на дисплее	Единицы	Диапазон изменения	Номинальный диапазон
Ток фазы А (эфф. знач.)	IA RMS	Амперы	От 0 до 2 In	(las-4мА)*2In /16 мА
Ток фазы В (эфф. знач.)	IB RMS	Амперы	От 0 до 2 In	(las-4мА)*2In /16 мА
Ток фазы С (эфф. знач.)	IC RMS	Амперы	От 0 до 2 In	(las-4мА)*2In /16 мА
Ток 3Io (эфф. знач.)	IE RMS	Амперы	От 0 до 2 In	(las-4мА)*2In /16 мА
Тепловое состояние электродвигателя	TH STATE	%	От 0 до 150%	(las-4мА)*150 /16 мА
Ток нагрузки в процентах от максимального (полного) нагрузочного тока	% I LOAD	%	От 0 до 150%	(las-4мА)*150 /16 мА
Время до разрешения пуска электродвигателя	Tbef Start	Минуты	От 0 до 120 мин	(las-4мА)*120 /16 мА
Температура RTD	T°C RTD	°C	от -40 до 215 °C	(las-4мА)*255 /16 мА -40°C

ПРИМЕЧАНИЕ: - las - значение тока генерируемое аналоговым выходом реле

- В случае если измеряемый параметр выходит за пределы допустимого диапазона измерений, ток аналогового выхода реле ограничивается на уровне предельного значения номинального диапазона.

- В том случае если тепловое значение не достигло уровня ступени сигнализации (отсутствует сигнал «θ ALARM»), ток аналогового выхода соответствующий времени до отключения от тепловой защиты «Tbef Trip» (Время до отключения) остается на уровне 20мА.

**Реле защиты электродвигателя
MiCOM P220**

Руководство по применению

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА УСТАВКИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ	4
1.1 АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ	4
1.1.1 Общие вопросы	4
1.1.2 Тепловая модель	4
1.1.3 Режимы пуска	5
1.1.4 Короткие замыкания	6
1.1.5 Нагрузочные режимы	6
1.1.6 Зависимость нагрузочной способности двигателя от высоты над уровнем моря и температуры	6
1.2 СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ	7
1.2.1 Контактор с предохранителями или выключатель	7
1.2.2 Соединение фазных ТТ по схеме фильтра нулевой последовательности или трансформатор тока нулевой последовательности	7
1.2.3 Выбор номинального вторичного тока ТТ (1А/5А) и сечения вторичных цепей 8	
1.2.4 Размерность фазных трансформаторов тока	9
1.3 ПОДБОРКА ДАННЫХ	10
2. УСТАВКИ	10
2.1 МЕНЮ 'PROTECTION' (УСТАВКИ)	10
2.1.1 Защита от тепловой перегрузки [49] (Thermal overload)	10
2.1.2 Защита при коротком замыкании [50/51] ('Short Circuit')	16
2.1.3 Защита от замыканий на землю [50N/51N] ('Earth fault')	17
2.1.4 Защита от несимметрии [46] (Unbalance)	19
2.1.5 Затяжной пуск [48] (Excessive long start)	20
2.1.6 Заторможенный ротор [51LR/50S] (Locked rotor)	21
2.1.7 Потеря нагрузки [37] (Loss of load)	22
2.1.8 Термодатчики (RTD) [49/38] и терморезисторы [49]	22
2.2 МЕНЮ АВТОМАТИКА (АУТОМАТ. CTRL)	23
2.3 ОГРАНИЧЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПУСКОВ В ТЕЧЕНИИ ЗАДАННОГО ВРЕМЕНИ [66]	23
2.3.1 Время между двумя успешными пусками [66]	24
2.3.2 Самозапуск	24
3. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ЗАЩИТ	27
3.1 ДАННЫЕ СЕТИ	27
3.2 ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	27
3.3 ЛИСТ УСТАВОК:	28
4. СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ	34
4.1 ЛОГИЧЕСКАЯ СЕЛЕКТИВНОСТЬ	34
4.2 РАЗРЕШЕНИЕ САМОЗАПУСКА – ОТКЛЮЧЕНИЕ НАГРУЗКИ ПРИ ПЕРЕРЫВАХ ПИТАНИЯ	37
4.3 ГРУППЫ УСТАВОК	39
5. ЛИТЕРАТУРА	41
6. ПРИЛОЖЕНИЕ А: РЕЖИМЫ РАБОТЫ	42
7. ПРИЛОЖЕНИЕ В: ИНФОРМАЦИЯ НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ВЫБОРА УСТАВОК РЕЛЕ	42

1. ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА УСТАВКИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

1.1 Асинхронные двигатели

1.1.1 Общие вопросы

Большинство электродвигателей используемых в промышленности являются асинхронными двигателями и поэтому в настоящем руководстве большая часть вопросов применения микропроцессорного устройства защиты посвящена электродвигателям данного типа. Однако реле MiCOM P220 являясь многофункциональным устройством может быть также использовано для защиты синхронных двигателей большой мощности. В этом случае, необходимо руководствоваться принципами выполнения защиты для синхронных генераторов поскольку характеристики последних во многом сходны с характеристиками синхронных двигателей.

1.1.2 Тепловая модель

Сложность конструкции, многочисленные варианты применения, разнообразие ненормальных режимов и видов возможных повреждений делают оценку теплового состояния электродвигателя достаточно сложной. Это объясняется сложностью математического моделирования тепловых характеристик электрической машины.

Основными причинами повреждения электродвигателей являются короткие замыкания и перегрев обмоток. В отношении перегрева представляется возможным моделировать повышение температуры в электродвигателе.

- ◆ При нагревании протеканием постоянного (неизменного во времени) тока, температура двигателя изменяется по аналогии с зарядом конденсатора постоянным напряжением приложенным через резистор. Приложенное напряжение пропорционально квадрату тока. Постоянная времени для этого случая будет $\tau = RC$.

Следовательно тепловая модель объекта должна учитывать тот факт, что температура электродвигателя пропорциональна квадрату протекающего тока.

$$\text{ТЕМПЕРАТУРА} = K * (I_R)^{2*}(1-e^{-t/\tau})$$

Где

I_R = ток протекающий в двигателе ведущий к повышению температуры до T_{\max}

Для значения тока величиной "I", температура составляет

$$\text{ТЕМПЕРАТУРА} = K * (I)^{2*}(1-e^{-t/\tau})$$

Отсюда следует что:

Время "t" в течении которого двигатель может работать в перегрузочном режиме с током "I" составляет:

$$t = \tau * \text{Ln} [1 / \{ 1 - (I_R / I)^2 \}]$$

Для трех различных температурных режимов используются три различные постоянные времени:

- Режим пуска (ток более чем в два раза превышает уставку тока пуска защиты от теплового перегруза I_{θ}). В данном режиме температура обмотки статора повышается в режиме без распространения по слоям. В этом режиме также быстро растет температура ротора.

- Нормальный режим или режим умеренной перегрузки (значение тока колеблется от 0 до $2 \cdot I_0$). Происходят медленные изменения температуры обмоток статора и ротора за счет тепловой диффузии.
 - Режим остывания (электродвигатель остановлен). Это более медленный процесс в сравнении с нагревом, поскольку воздушный зазор и вентиляционные каналы не продуваются вентилятором установленным на роторе.
- ♦ Тепловая модель объекта для расчета эквивалентного тока **I_{eq}** использует квадрат тока прямой последовательности и произведение квадрата тока обратной последовательности на коэффициент **K_e** .

$$I_{eq} = \sqrt{I_1^2 + K_e \times I_2^2}$$

ПРИМЕЧАНИЕ: Наличие напряжения обратной последовательности на зажимах электродвигателя вызывает пульсирующий ток в роторе с частотой 2ω , что ведет к существенному перегреву ротора. Включение в уравнение коэффициента K_e позволяет учесть дополнительный нагрев от ротора двигателя.

Составляющая обратной последовательности может быть вызвана:

- несимметрией нагрузкой трех фаз
- наличием внешнего несимметричного повреждения
- потеря питания по одной или двум фазам.

1.1.3 Режимы пуска

Возможные варианты пуска асинхронных двигателей:

- Прямое подключение к питающей сети
- Переключение схемы обмоток звезда – треугольник
- Автотрансформаторный пуск
- Жидкостное пусковое устройство
- Включение дополнительных внешних резисторов в ротор
- Частотный пуск
- ...

Режимы пуска определяются требованиями по пусковому моменту и ограничениями по пусковому току.

В зависимости от вида пуска, величина пускового тока изменяется в широких пределах и может также принимать нулевые значения (например в момент переключения схемы соединения обмоток из режима пуска в нормальный). Следовательно рекомендуется продолжительностью режима пуска считать все время до наступления устойчивого значения тока.

Продолжительность пуска определяется как характеристиками электродвигателя так характером нагрузки, и, следовательно, не может быть рассчитана только по параметрам электрической машины. Для иллюстрации к сказанному, можно рассмотреть следующее уравнение:

$$t_d = J \times \frac{2\pi N}{60} \times \frac{1}{C_{am}}, \quad \text{где}$$

- t_d : время пуска

- J: момент инерции системы «Нагрузка – Эл. Двигатель» измененный на валу двигателя, в кгм²
- N: скорость вращения, в об/мин
- Cam: средний момент ускорения, в Нм

Пусковой ток зависит от характеристик электродвигателя и вида пуска (прямое включение в сеть или смягченный пуск при использовании различных пусковых устройств).

- В случае прямого подключения электродвигателя к питающей сети (100% напряжения прикладываются к выводам электродвигателя) пусковой ток может иметь значения достигающие 10-кратного тока по отношению к номинальному. Однако, типовым средним значением является 5-кратный ток.
- В режиме «мягкого» пуска ток может оставаться на уровне номинального значения. Однако следует помнить что в режимах самозапуска (вызванных перерывами питания) ток потребляемый электродвигателем будет близким к току прямого пуска электродвигателя. Это необходимо учитывать при выборе уставок функций “Locked rotor” (Заторможенный ротор) или “Short-circuit” (Короткое замыкание).

1.1.4 Короткие замыкания

В случае возникновения коротко замыкания вблизи двигателя, электродвигатель также подпитывает короткое замыкание за счет преобразования кинетической энергии в электрическую энергию. Продолжительность подпитки от двигателя обычно не продолжается более нескольких десятых секунды, за исключением высокоинерционных двигателей, которые могут подпитывать короткое замыкание в течение нескольких секунд. В первый момент времени величина этого тока может быть сопоставима с величиной пускового тока. Следовательно, уставки функций “Locked rotor” (Заторможенный ротор) или “Short-circuit” (Короткое замыкание), должны быть не только отстроены от режимов самозапуска, но также обеспечивать не срабатывание данных функций от тока подпитки КЗ протекающего от двигателя.

1.1.5 Нагрузочные режимы

Категории нагрузочных режимов:

- *Продолжительный номинальный*
- *Кратковременный номинальный*
- *Повторно-кратковременный номинальный*

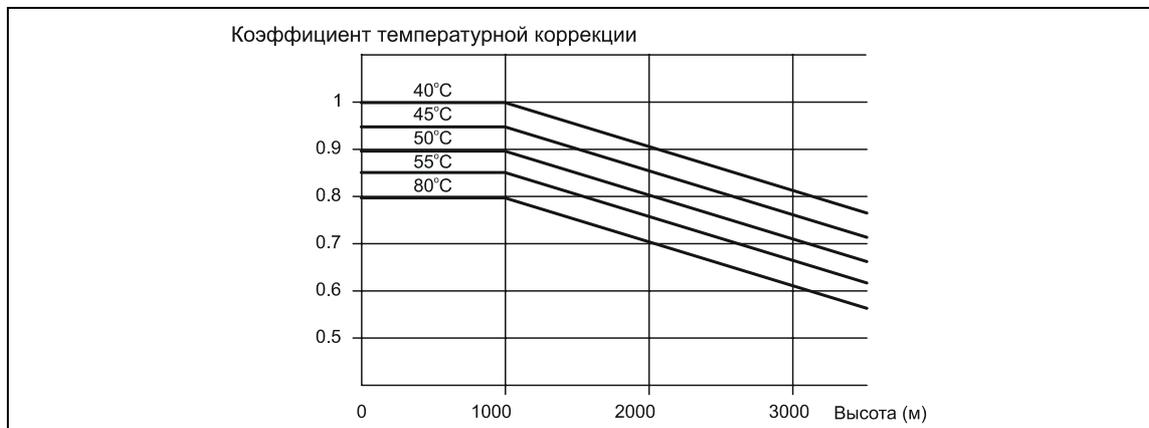
Производители электрических двигателей увеличивают размерность двигателя в зависимости от нагрузочного режима двигателя. В для каждого из возможных нагрузочных режимов имеются ограничения по максимальному количеству пусков двигателя в течении одного часа (или другими словами, электродвигатель способен выдерживать больше или меньше количество пусков в зависимости от его типоразмера).

1.1.6 Зависимость нагрузочной способности двигателя от высоты над уровнем моря и температуры

С увеличением высоты над уровнем моря, воздух становится все более разреженным, что снижает эффективность воздушного охлаждения электродвигателя. Вследствие этого должен применяться коэффициент коррекции являющийся функцией от высоты над уровнем моря.

Аналогичным образом увеличение температуры окружающего воздуха ухудшает охлаждение электродвигателя. Это фактор также должен быть учтен путем использования коэффициента коррекции.

Ниже приведен график понижения размерности двигателя в зависимости от высоты над уровнем моря на которой работает электродвигатель.



В MiCOM P220 выполняется расчет коэффициента снижения размерности электродвигателя. Коррекция выполняется по линейному закону в пределах от 40 °C (коэффициент коррекции = 1) до 65 °C (коэффициент коррекции = 0,75).

Для этого реле выполняет измерение температуры окружающей среды при помощи внешних датчиков температуры (терморезисторы). Эти датчики обычно располагают вблизи забора охлаждающего воздуха.

1.2 Схема включения

1.2.1 Контактор с предохранителями или выключатель

Большинство электродвигателей, особенно маломощных, подключаются к питающей сети через контакторы или ключи с предохранителями. Коммутационная способность этих устройств может оказаться недостаточной для размыкания тока короткого замыкания, который может десятикратно превышать значения номинального тока электродвигателя. Соответственно, если ток превышает максимальной ток размыкаемый контактором, то отключение повреждения с помощью контактора должно быть заблокировано. Попытка отключения КЗ с помощью контактора приведет постоянному горению дуги на размыкающихся контактах контактора и как следствие ведет к повреждению последнего. Для предотвращения повреждения контактов контактора или ключа необходимо использовать предохранители в качестве резервной защиты при протекании токов превышающих их коммутационную способность.

Проблемы не существует если используется силовой выключатель.

1.2.2 Соединение фазных ТТ по схеме фильтра нулевой последовательности или трансформатор тока нулевой последовательности.

Ток нулевой последовательности сопровождающий замыкания на землю может быть получен путем:

- Соединением трех фазных трансформаторов тока для суммирования вторичных токов трех фаз.

- Использования трансформатора тока нулевой последовательности с магнитным суммированием фазных токов в сердечнике трансформатора охватывающем три фазных проводника.

В сети с высокоимпедансным заземлением нейтрали или сети с изолированной нейтралью предпочтительнее использование ТТ нулевой последовательности, поскольку это позволяет избежать небаланса тока нулевой последовательности по причине несимметричного насыщения фазных ТТ и полного насыщения одного из них, например, при пуске. Пусковые токи могут достигать значений в несколько раз превышающих номинальные токи электродвигателей (обычно порядка $5 I_n$ дв.). Кроме этого насыщение трансформатора будет еще больше при наличии остаточной намагниченности сердечника трансформатора тока.

Проблема решается выбором соответствующей уставки защиты от замыкания на землю и подбором соответствующего трансформатора, при этом рекомендуется использование ТТ с магнитным суммированием потоков.

Режим заземления	Предпочтительное решение	Альтернативное решение
Глухозаземленная нейтраль	3 ТТ (+ стабилизирующий резистор)	3 ТТ + ТТ нулевой последовательности
Импедансное заземление нейтрали (например, ограничение тока до 30А путем использования резистора)	3 ТТ + ТТ нулевой последовательности	3 ТТ (+ стабилизирующий резистор), или 2ТТ + ТТ нулевой последовательности (эффективное ценовое решение)
Изолированная нейтраль	3 ТТ + ТТ нулевой последовательности	2ТТ + ТТ нулевой последовательности (эффективное ценовое решение)

1.2.3 Выбор номинального вторичного тока ТТ (1А/5А) и сечения вторичных цепей

Трансформаторы тока (фазные ТТ или ТТ нулевой последовательности) должны питать следующих потребителей энергии:

- Внутренне сопротивление (определяется конструкцией ТТ)
- Сопротивление кабелей вторичных цепей (сечения $2,5\text{мм}^2$, 4мм^2 , 6мм^2 .)
- Подключенную нагрузку (одно или несколько реле защиты, и т.п.)

Если устройство защиты располагается на значительном удалении от ТТ, то нагрузка кабелей вторичных цепей должна также быть учтена.

Например:

- Реле удалено от ТТ на расстояние 200м
- Вторичный номинальный ток 5А
- Соединительные кабели: медь, сечением $2,5\text{мм}^2$

Расчетное потребление кабеля составляет:

- Длина жил кабеля = $2 \times 200\text{м} = 400\text{м}$
- Сопротивление кабеля $R = 0,4 \text{ км} \times 18/2,5\text{мм}^2 = 2,9 \text{ Ом}$
- Следовательно, потери в кабеле = $2,9 \text{ Ом} \times (5\text{А})^2 = 73 \text{ Вт}$

Если выбран номинальный вторичный ток 1А, то потери в кабеле составят:

- Сопротивление кабеля $R = 0,4 \text{ км} \times 18/2,5\text{мм}^2 = 2,9 \text{ Ом}$
- Потери в кабеле $= 2,9 \text{ Ом} \times (1\text{А})^2 = 2,9 \text{ Вт}$

Следовательно если трансформаторы тока располагаются на значительном удалении от реле, то рекомендуется использовать трансформаторы тока с номинальным током 1А для снижения потерь в контрольных кабелях и уменьшения нагрузки на ТТ,

1.2.4 Размерность фазных трансформаторов тока

Потребление на зажимах входа фазного тока реле MiCOM P220 составляет:

- $\leq 0,3 \text{ ВА}$ при $I_n = 5\text{А}$
- $\leq 0,025 \text{ ВА}$ при $I_n = 1\text{А}$

Правило требующее выполнение при анализе насыщения ТТ:

- Уставка защиты от короткого замыкания должна быть задана не выше 90% от предельного значения перегрузки ТТ. В таком случае гарантируется отключение при токах вплоть до 50-кратного значения тока насыщения без апериодической составляющей.

Выбор фазных ТТ:

- Применять только для напряжений не более 20кВ
- R_f = полное сопротивление соединительных проводов (+ другая возможная нагрузка на ТТ), в Ом
- I_n = номинальный вторичный ток ТТ и реле (1А или 5А)
- I_{cc} = максимальный симметричный ток КЗ вторичной обмотки ТТ (в амперах)

Фазный ТТ	Номинальный ток	(IEC 185)		Примечание
		Нагрузка в ВА	Класс точности	
Коммутационный аппарат				
Контактор или ключ	5А	$\geq(0,3 + R_f \times I_n^2)$	5P10	
+ предохранитель	1А	$\geq(0,025 + R_f \times I_n^2)$	5P10	
Выключатель	5А	$\geq(0,3 + R_f \times I_n^2)$	5P К где $K \geq \left(\frac{I_{cc}}{50 \times I_n} \right)$	Уставка токовой отсечки: $\leq 0,9 \times K \times I_n$
	1А	$\geq(0,025 + R_f \times I_n^2)$	5P К где $K \geq \left(\frac{I_{cc}}{50 \times I_n} \right)$	

ПРИМЕЧАНИЕ: Из экономических соображений вместо ТТ класса точности 5% (5P) могут применяться ТТ класса точности 10% (10P), однако следует иметь ввиду, что при этом с меньшей точностью работают функции защиты от теплового перегруза и защиты по несимметрии. Это можно допустить если электродвигатель выбран с запасом или не используется в наиболее тяжелых нагрузочных режимах.

1.3 Подборка данных

Прежде чем выполнять задание уставок реле, необходимо располагать всеми параметрами двигателя приведенными в приложении.

2. УСТАВКИ

2.1 Меню 'PROTECTION' (УСТАВКИ)

2.1.1 Защита от тепловой перегрузки [49] (Thermal overload)

Перегрузка двигателя может привести к повышению температуры обмотки статора выше предельных значений допустимых для изоляции обмоток. Это чаще всего не ведет к немедленному возгоранию, но, как известно, перегрузки двигателя приводят к ускоренному старению изоляции. Благодаря относительно высокой теплоемкости асинхронного двигателя, нечастые и не продолжительные перегрузки не ведут к повреждению последнего. Однако продолжительные перегрузки даже с относительно небольшим превышением номинального тока могут вести к ускоренному старению и выходу из строя изоляции.

Кроме этого несимметричная нагрузка или несимметрия питающей сети могут служить причиной появления тока обратной последовательности что также дополнительно нагревает ротор (более подробно явление описано в разделе защиты по току обратной последовательности).

Температура двигателя изменяется по экспоненциальному закону в зависимости от тока. Аналогичным образом происходит снижение температуры. Для обеспечения защиты от длительных перегрузочных режиме в реле предусмотрена соответствующая функция защиты с тремя постоянными времени для возможно точного моделирования теплового состояния электродвигателя при перегрузке и остывании.

Тепловая стойкость электрической машины определяется нагревом обмоток предшествующим их перегрузу. Тепловая модель разработана таким образом чтобы принимать во внимание граничные состояния такие как «холодное» состояние (нулевой ток предшествующий перегрузке) и «горячее» (номинальный ток предшествующий перегрузке). С нулевым предшествующим током реле работает по характеристике из «холодного» состояния. Если же режиму перегрузки предшествовала работа в режиме номинальной нагрузки, т.е. обмотки находились в прогретом состоянии, реле работает по «горячей» характеристике. Следовательно в режимах нормальной работы, реле моделирует тепловое состояние электродвигателя между этими двумя граничными состояниями, если не запрограммировано другим образом.

Следует отметить, что защита от теплового перегруза контролирует тепловое состояние не только статора но и ротора. Такая защита может быть реализована различными способами:

- 1: прямое измерение температуры с использованием термодатчиков (см. соответствующий параграф)
- 2: не прямое (косвенное) измерение температуры по данным измерения тока
- 3: использование обоих этих принципов

В конструкции P220 используются все три принципа перечисленные выше. №1 описан ниже в параграфе Защита от перегрузки с использованием термодатчиков. №2 и №3 описаны в данном параграфе.

В случае незначительных перегрузок и для случая умеренных нагрузочных режимов, для обеспечения защиты электродвигателя достаточно использовать измерения тока статора. Эта защита может быть выполнена на принципе ступени максимального тока с независимой или зависимой характеристикой срабатывания. Орган тепловой защиты получающий информацию о токе имеет постоянную времени близкую к тепловой постоянной электродвигателя. Это позволяет выполнить тепловую модель теплового состояния изоляции в реальном времени. Этот тип защиты исходит из того что температура стабильного (устойчивого) режима пропорциональна квадрату тока потребляемого двигателем. Кроме это защита учитывает исходное тепловое состояние электродвигателя в необходимых случаях используя холодную или горячую характеристики.

Эквивалентный ток защиты от тепловой перегрузки рассчитывается по уравнению: $I_{eq} = \sqrt{I_1^2 + K_e \times I_2^2}$, где K_e – регулируемый параметр используемый для учета нагрева вызванного током обратной последовательности, при расчете теплового состояния.

Исходя из эквивалентного тока защиты от тепловой перегрузки каждые 5 периодов рассчитывается тепловое состояние θ (каждые 100мс для сети 50Гц или 83,3 мс для сети 60Гц) по следующей формуле.

$$\theta_{i+1} = (I_{eq} / I_{\theta})^2 \times [1 - e^{(-t/T)}] + \theta_i \times e^{(-t/T)}, \text{ где}$$

θ_i : начальное тепловое состояние.

Если ток потребляемый двигателем в нормальном режиме меньше чем уставка тока тепловой защиты [I_{θ}], и обычно меньше чем номинальный ток или ток максимальной нагрузки, следовательно рассчитанное тепловое состояние будет менее 100% и следовательно защита не действует на отключение.

Если ток потребляемый двигателем превышает уставку тока тепловой защиты [I_{θ}], то в этом случае тепловое состояние со временем достигнет и превысит значение 100% и будет иметь место отключение (если уставка на отключение задана 100%).

В выбранной тепловой модели, время отключения зависит от теплового состояния предшествовавшего перегрузке. Для расчета времени отключения по достижению значения 100%, защита от теплового перегруза использует следующее уравнение:

$$t = T \times \ln \left[\frac{K^2 - \theta_i}{K^2 - 1} \right]$$

Уравнение действительно при условии что величина тока остается неизменной в течении определенного интервала времени.

Обозначения используемые в формуле:

– T = тепловая постоянная времени, зависящая от отношения I_{eq}/I_{θ} :

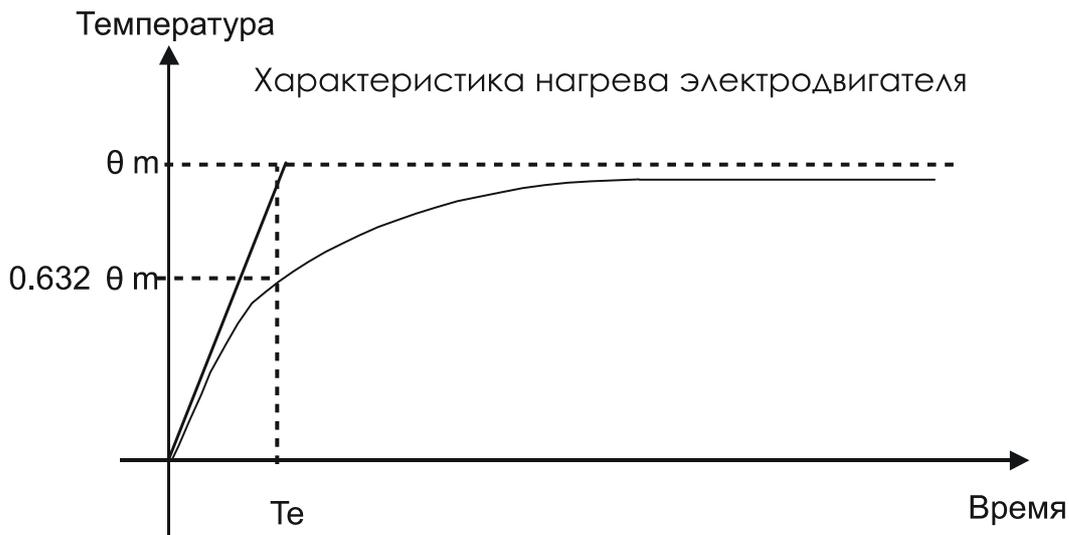
$T = T_{e1}$ если $0 < I_{eq} \leq 2 \cdot I_{\theta}$ (кривая перегрузки)

$T = T_{e2}$ если $I_{eq} > 2 \cdot I_{\theta}$ (кривая режима пуска)

$T = T_r$ если $I_{eq} = 0$ (кривая охлаждения – двигатель остановлен)

ПРИМЕЧАНИЕ: информация от том что $I_{eq} = 0$ поступает в реле через оптоход №1, который получает информацию «Контактор в положении ОТКЛ.»

- $I\theta$ = уставка тока тепловой защиты
- $K = I_{eq}/I\theta$
- θ_i = начальное тепловое состояние электродвигателя (например, тепловое состояние 50%, что соответствует $\theta_i = 0,5$)
- Тепловая постоянная времени нагрева T_{e1} может быть определена по характеристике нагрева двигателя как показано на рисунке ниже



Характеристика описывается следующим уравнением:

$$\theta(t) = \theta_m \times (1 - e^{-t/T_e})$$

Где:

θ_m = максимальная температура после стабилизации теплообмена в $^{\circ}\text{C}$

T_e = постоянная времени нагревания

t = истекшее время

Постоянная времени нагревания определяется достаточно просто. Если электродвигатель работает с номинальным током в течении бесконечно длительного времени от достигнет 63,2% от своей конечной температуры ($\theta_T = 63,2\% \theta_m$) по истечении времени равного T_e .

Тогда кривая охлаждения электродвигателя будет описываться уравнением:

$$t = Tr \times \ln \left[K^2 / (K^2 - 1) \right]$$

При этом уравнение описывающее тепловое состояние при охлаждении:

$$\theta = K^2 (1 - e^{-t/Tr})$$

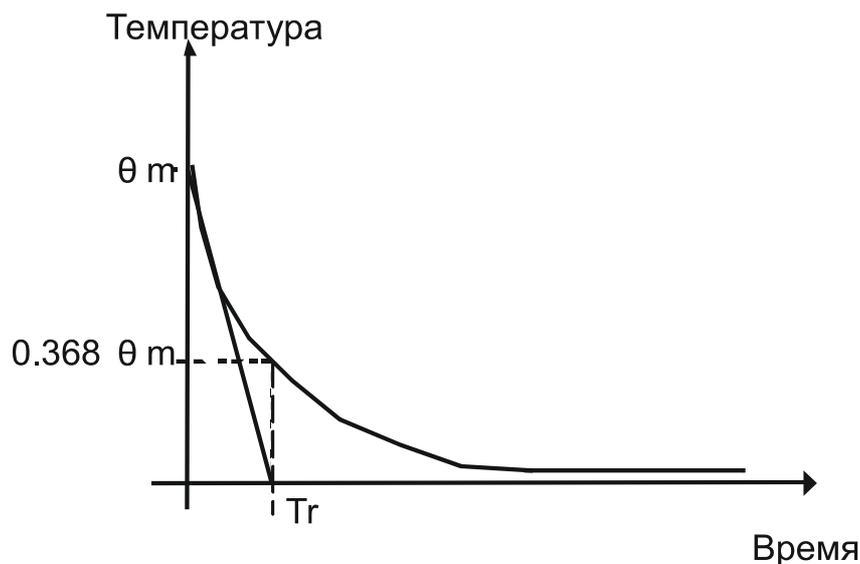
При останове электродвигателя, вентилятор на роторе также стоит, следовательно охлаждение двигателя становится менее эффективным на остановленной машине. Это объясняет значительно большее значение постоянной времени охлаждения электродвигателя. Для того чтобы учесть

данное явление в тепловой модели электрической машины в реле задается постоянной времени охлаждения защищаемого электродвигателя.

Регулируемая уставкой постоянная времени остывания (T_r) обеспечивает возможность учета различных режимов (вариантов) охлаждения электрической машины.

Постоянная времени охлаждения (T_r) может быть определена по характеристике остывания электрической машины следующим образом:

Характеристика охлаждения электродвигателя



Характеристика описывается следующим уравнением:

$$\theta(t) = \theta_m \times (1 - e^{-t/T_r})$$

Где:

θ_m = максимальная температура в момент остановки двигателя $^{\circ}\text{C}$

T_r = постоянная времени остывания

t = истекшее время

Постоянная времени остывания определяется достаточно просто. После остановки электродвигателя его температура со временем падает. Интервал времени за который температура достигнет 36,8% от исходной (температура в момент отключения двигателя) равен постоянно времени остывания T_r .

В реле P220 также имеется:

- Степень защиты от теплового перегруза (если введена) предназначенная для сигнализации о приближении к тепловому состоянию электрической машины к уставке отключения от данной защиты. Для предотвращения отключения необходимо принять меры по разгрузке электродвигателя.
- Возможность запрета отключения электродвигателя во время пуска

На время режима пуска электродвигателя отключение от защиты по тепловому перегреву может быть заблокировано (т.е. задана уставка времени запрета отключения на время пуска t_{start}). Если введен запрет отключения от тепловой

защиты на время пуска, то расчет теплового состояния тем не менее продолжается до значения 90%, после этого значение фиксируется на данном уровне. По истечении времени таймера запрета (по окончании пуска), запрет отключения от защиты по тепловому перегреву снимается. Запрет отключения не оказывает действия на ступень сигнализации теплового состояния электрической машины.

Возможность блокирования отключения от тепловой защиты может быть использована в тех случаях когда электродвигатель выдерживает затормаживание ротора лишь в течении короткого интервала времени, но имеет очень продолжительное время пуска. Это может быть, например, в случае использования метода пуска электродвигателя на пониженном напряжении. Для учета быстрого нагрева при затормаживании ротора в реле используется задаваемая в виде уставки константа T_{e2} , в то время как защита от перегрева электродвигателя в время пуска обеспечивается функцией “Start-up too long” («Время пуска очень большое»), а также в необходимых случаях при помощи использования внешних датчиков температуры.

- Запрет повторного пуска по тепловому состоянию эл. Машины
- До некоторой степени защита от теплового перегруза может ограничить количество пусков путем выбора характеристики располагающейся чуть выше точки нагрева при пуске. Однако очень трудно выполнить требования изготовителей электрических машин по ограничению количества пусков с помощью защиты от теплового перегруза. Это может привести к пуску электрической и последующему превышению максимальной температуры.

Назначением функции “Thermal prohibition of start-up” (Запрет тепловой защиты при пуске) является предотвращение отключения от тепловой защиты при пуске электрической машины. Двигатель должен остыть до определенной степени прежде чем будет дано разрешение на его пуск.

Время отключения от защиты по тепловой модели электрической машины рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{trip} = T \times \ln \left\{ \left[\left(I_{eq} / I_{\theta>} \right)^2 - \theta_{initial} \right] / \left[\left(I_{eq} / I_{\theta>} \right)^2 - 1 \right] \right\} \quad (1)$$

Прим. $\theta_{initial}$ = начальное тепловое состояние

Для того чтобы избежать отключения от тепловой защиты при пуске должно выполняться условие $t_{trip} > td$.

Следовательно, согласно (1),

$$td < T_{e2} \times \ln \left\{ \left[\left(I_d / I_{\theta>} \right)^2 - \theta_{forbid_start} \right] / \left[\left(I_d / I_{\theta>} \right)^2 - 1 \right] \right\}$$

Прим. θ_{forbid_start} = тепловое состояние запрета пуска

Следовательно, уставка запрета пуска по тепловому состоянию (θ_{forbid_start}) должна быть ниже чем:

$$\theta_{forbid_start} < \left[\left(I_d / I_{\theta>} \right)^2 \times \left(1 - \exp^{(td/T_{e2})} \right) \right] + \exp^{(td/T_{e2})}$$

Где:

I_d = фактический пусковой ток,

td = фактическое время пуска,

T_{e2} = тепловая постоянная времени во время пуска,

$I_{0>}$ = уставка тока защиты от теплового перегруза

t_{trip} = время отключения по тепловой модели объекта

- Тепловой образ подвержен влиянию температуры окружающей среды

В начале данного параграфа было сказано, что P220 может обеспечить работу защиты от теплового перегруза в комбинированном режиме, а именно при одновременном использовании прямых измерений температуры от внешних термодатчиков и косвенных измерений температуры (по данным измерения тока). При использовании данного способа, имеется возможность корректировки расчета теплового состояния объекта путем использования информации от датчика температуры расположенного вне электрической машины. Заданный в виде уставки ток тепловой защиты может быть скорректирован коэффициентом коррекции для более точного воспроизведения теплового состояния двигателя.

Коэффициент температурной коррекции тока тепловой защиты применяется автоматически при расчетах теплового состояния если эта возможность используется.

Значения коэффициента коррекции приведены ниже:

Температура окружающей среды	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
Коэффициент коррекции тока тепловой защиты (Coef)	1	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75

Типовые уставки защиты от теплового перегруза:

- Уставка тока тепловой защиты [$I_{0>}$]: от 105% до 108% (макс.) от номинального тока электрической машины (эта уставка обычно равна длительно допустимому току полной нагрузки)

ПРИМЕЧАНИЕ: Номинальный ток двигателя : ток при котором электрическая машина обеспечивает максимальную эффективность

Ток полной нагрузки: предельное значение тока по температурным условиям при работе электродвигателя в постоянном режиме.

- Коэффициент влияния тока обратной последовательности: **[Ke]= 3**
- Постоянные времени нагрева при перегрузке (T_{e1}), при пуске (T_{e2}) и при охлаждении (T_r):

Постоянные времени нагрева и остывания должны быть представлены изготовителем электрической машины.

- ⇒ Уставка **Te1** должна быть задана равной или несколько меньше значения указанного заводом-изготовителем (Stator thermal heating – Тепловой нагрев статора)
- ⇒ Уставка **Te2** должна быть задана равной или несколько меньше значения T_{e1} . Она используется для коррекции тепловой характеристики на время пуска электродвигателя. При использовании режима «мягкого» пуска (переключение соединения обмоток статора Y/Δ), ток потребляемый двигателем после завершения фазы пуска составляет 57% от тока контролируемого реле (при соединении Δ) в то время как во время пуска (соединение обмоток Y), ток потребляемый двигателем равен току контролируемого реле. По этой причине используется постоянная времени T_{e2} , для снижения времени отключения от защиты на период

- пуска. При использовании пуска методом прямого включения в сеть, постоянные времени задаются равными $T_{e2}=T_{e1}$, что ведет к работе тепловой защиты по одной кривой при пуске и перегрузке.
- ⇒ Рекомендуется вычертить тепловые характеристики, для того чтобы убедиться в том, что характеристика при работе из «холодного» состояния не имеет пересекающихся областей с пусковой характеристикой нагрева. В некоторых случаях отсутствуют данные по постоянным времени. Вместо них могут быть представлены характеристики нагрева в графическом виде. В таком случае постоянная времени T_{e1} должна быть выбрана по графику таким образом чтобы соответствовать характеристике нагрева из холодного состояния электрической машины.
 - ⇒ Для тех случаев применения когда отсутствуют данные постоянных нагрева или графики тепловых характеристик электрической машины, значения постоянных времени T_{e1} и T_{e2} выбирают таким образом чтобы они были выше пусковой характеристики но ниже уставки тока при затормаживании ротора. В таком случае защита от теплового перегруза позволяет обеспечить в определенной степени защиту при затормаживании ротора.
 - ⇒ В идеальном случае уставка постоянной времени охлаждения T_r должна быть немного выше чем значение представленное заводом-изготовителем электрической машины.

Это особенно важно для электродвигателей работающих в различных нагрузочных режимах, т.к. в этом случае требуется точная информация о тепловом состоянии электрической машины при ее нагреве и охлаждении. Обычно это значение кратное T_{e1} .

ПРИМЕЧАНИЕ: ЕСЛИ НЕТ ДАННЫЕ ЗАВОДА ТО МОЖНО ЗАДАТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ: ДЛЯ $T_{e1}=T_{e2}=14$ МИН ЗАДАТЬ $T_r = 28$ МИН.

- Степень сигнализации θ_{alarm} : данная уставка в первую очередь зависит от режима работы электродвигателя и концепции построения защиты. Типовым значение уставки можно считать уставку несколько выше чем отношение $(I_{ном. эл.дв.} / I_{\theta})^2$, которое обычно соответствует значению порядка 90%.

2.1.2 Защита при коротком замыкании [50/51] ('Short Circuit')

Междуфазные замыкания на выводах электродвигателя или в кабеле питания вызывают очень большой ток, который может повредить двигатель и кабель питания. Кроме того это может привести к возгоранию в машинном помещении.

В этом случае очень важно своевременно обнаружить повреждение и послать команду отключения на коммутационный аппарат. Для достижения этой цели в P220 предусмотрена максимальная токовая защита работающая по току основной гармоники с независимой выдержкой времени.

Уставка тока срабатывания должна быть возможно ниже, но в то же время защита не должна давать команду отключения вследствие:

- Повышения тока при пуске двигателя
- Тока подпитки от двигателя при внешнем замыкании а также
- В режиме самозапуска при перерывах питания.

Для достижения этого, при расчете уставок защиты от короткого замыкания необходимо всегда принимать во внимание ток при пуске электродвигателя

методом прямого включения в сеть даже если двигатель пускается при пониженном напряжении (мягкий пуск). Таким образом, уставка защиты от междуфазных коротких замыканий должна выбираться выше пускового тока по методу прямого включения.

Принимая во внимание апериодическую составляющую тока, типовыми значениями уставки срабатывания считаются:

- $[I_{>>}] = 130\% \times k_{\text{пуск}} \times I_{n \text{ эл.дв.}}$ и время срабатывания $[t_{I>>}] = 100 \text{ мс}$
- $[I_{>>}] = 180\% \times k_{\text{пуск}} \times I_{n \text{ эл.дв.}}$ и время срабатывания $[t_{I>>}] = 0 \text{ мс}$

Где $k_{\text{пуск}}$: пусковой тока электродвигателя в о.е.

Необходимо убедиться в том что уставка $[I_{>>}]$ ниже чем:

- 90% предельного значения тока насыщения используемого ТТ, а также
- 1/3 минимального тока трехфазного КЗ на выводах электродвигателя.

ВАЖНОЕ ПРИМЕЧАНИЕ: ЕСЛИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ КОНТАКТОР С ПРЕДОХРАНИТЕЛЯМИ, ЗАЩИТА ОТ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НЕ ДОЛЖНА ДЕЙСТВОВАТЬ НА ОТКЛЮЧЕНИЕ КОНТАКТОРА. ЗАЩИТА ОТ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ДОЛЖНА БЫТЬ ВЫВЕДЕНА, А ТОК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ДОЛЖЕН ОТКЛЮЧАТЬСЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЯМИ. ЕСЛИ ДОПУСТИТЬ ДЕЙСТВИЕ ЗАЩИТЫ НА ОТКЛЮЧЕНИЕ КОНТАКТОРА, ТО ЭТО МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К СЕРЬЕЗНЫМ ПОВРЕЖДЕНИЯМ КОНТАКТОВ ОТ ДЛИТЕЛЬНОГО ГОРЕНИЯ ДУГИ.

2.1.3 Защита от замыканий на землю [50N/51N] ('Earth fault')

Перегрев обмотки статора чаще всего ведет к повреждению изоляции. Поскольку обмотки статора окружены металлическим сердечником и заземленным корпусом, повреждения в статоре обычно проявляются в виде замыканий на землю.

Для защиты от этого в P220 предусмотрены две независимые ступени максимальной токовой защиты от замыканий на землю с независимыми выдержками времени. Токовые органы данной защиты реагируют только на основную гармонику тока замыкания на землю, и, следовательно, остаются инертными по отношению к помехам или гармоникам более высокого порядка (2-я гармоника и более высокие).

Защита от замыканий на землю может быть реализована по схеме суммирования трех фазных токов или с использованием трансформатора тока нулевой последовательности с суммированием магнитных потоков в сердечнике.

Для данной защиты предпочтительным решением является использование ТТ нулевой последовательности, поскольку он более стабилен и более чувствителен. При использовании схемы соединения фазных ТТ в фильтр токов нулевой последовательности, уставка срабатывания должна быть не ниже 10% от номинального тока ТТ. Это крайне нежелательно, поскольку приводит к загроблению защиты от замыканий на землю.

Излишнее отключение от защиты может произойти в результате насыщения одного или нескольких ТТ при пуске электродвигателя. Повышение стабильности защиты может быть достигнуто двумя способами:

- Увеличением уставки тока срабатывания
- Установкой стабилизирующего резистора последовательно с P220.

Значение стабилизирующего резистора может быть рассчитано по следующей формуле:

$$R_{stab} > (I_d / I_s) \times (R_{CT} + 2 \times R_f + R_{RE}),$$

Где:

I_d = величина пускового тока приведенная к вторичным значениям

I_s = уставка защиты от замыканий на землю, в амперах ($I_{o>}$ или $I_{o>>}$)

R_{CT} = сопротивление постоянному току вторичной обмотки ТТ

R_f = сопротивление одного провода от ТТ до реле

R_{RE} = другие сопротивления подключенные к ТТ (реле и т.п.)

Методы заземления нейтрали.

2.1.3.1 Импедансное заземление нейтрали

Ток замыкания на землю является преимущественно активным током, что объясняется резистивным сопротивлением относительно точки нейтрали, составляющая емкостного тока кабеля значительно меньше, или пренебрежительно мала.

Типовые значения уставок:

- При использовании схемы подключения трех фазных ТТ по схеме фильтра нулевой последовательности:
 - уставка [$I_{o>>}$] не менее 10% номинального первичного тока ТТ, И
 - в два раза выше чем емкостный ток нулевой последовательности вызванный емкостью кабеля при внешних КЗ, И
 - меньше чем ток нулевой последовательности вызванный сопротивлением нейтрали, И
 - время срабатывания [$t_{I_{o>>}}$] = 100 мс
- При использовании ТТ нулевой последовательности с магнитным суммированием потоков фазных токов
 - уставка [$I_{o>>}$] в два раза выше чем емкостный ток нулевой последовательности вызванный емкостью кабеля при внешних КЗ, И
 - меньше чем ток нулевой последовательности вызванный сопротивлением нейтрали, И
 - время срабатывания [$t_{I_{o>>}}$] = 100 мс

Примите к сведению что уставка менее 1А обычно не применяется.

2.1.3.2 Изолированная нейтраль

Используется ТТ нулевой последовательности поскольку ток замыкания объясняется емкостным током утечки кабеля.

Замыкание одной из фаз на землю не приводит к работе реле на отключение однако повреждение должно быть локализовано.

Типовые уставки:

- уставка [$I_{o>>}$] в два раза выше чем емкостный ток нулевой последовательности вызванный емкостью кабеля питания электродвигателя при внешних КЗ, **И**
- меньше чем ток нулевой последовательности вызванный емкостью других кабелей, **И**

- время срабатывания $[t_{lo>>}] = 100$ мс

Примите к сведению что уставка менее 1А обычно не применяется.

Если уставки, заданные по данным рекомендациям, не совместимы с максимальным значением тока замыкания на землю, необходимо использовать реле направленной защиты от замыканий на землю.

2.1.3.3 Глухозаземленная нейтраль

В данной сети ток замыкания на землю носит в основном индуктивный характер, величина тока сопоставима с током трехфазного замыкания. Составляющая емкостного тока нулевой последовательности от кабеля пренебрежимо мала.

Типовые уставки:

- При использовании схемы подключения трех фазных ТТ по схеме фильтра нулевой последовательности:
 - уставка $[I_{o>>}]$ не менее 10% номинального первичного тока ТТ, И
 - время срабатывания $[t_{lo>>}] = 100$ мс

2.1.4 Защита от несимметрии [46] (Unbalance)

В нормальном режиме работы электродвигателя протекает только ток прямой последовательности. Составляющая обратной последовательности приводит к созданию поля вращающегося в обратном направлении по отношению к ротору. Это приводит к появлению в обмотке ротора тока с двойной частотой по отношению к частоте сети. Эффект поверхностного вытеснения в обмотке ротора на данной частоте является причиной значительного повышения сопротивления ротора. Это в свою очередь ведет к перегреву ротора, деформации шин ротора и их повреждению. Кроме это происходит дополнительный нагрев статора превышающий паспортные допустимые значения температуры.

Даже принимая во внимание тот факт, что защита от теплового перегруза, предоставляет возможность учета влияния на нагрев тока обратной последовательности, она не способна учесть дополнительный нагрев при больших значения несимметрии. Поскольку при потере одной из фаз питающего напряжения происходит очень интенсивный нагрев электродвигателя, защита по обратной последовательности доступна в реле в виде самостоятельной функции.

В обеспечение данной функции, в реле P220 предусмотрены две независимые ступени по току обратной последовательности. Первая ступень, обозначенная как $[I_i>]$, используемая для сигнализации имеет регулируемый таймер срабатывания с независимой выдержкой времени. Вторая ступень, обозначенная как $[I_i>>]$, используемая для действия на отключение, имеет обратозависимую характеристику срабатывания. Параметры этой характеристики приведены в главе 5.3 настоящего технического руководства.

Уравнение описывающее эту характеристику:

$$\text{Для } 0,2 < (I_2/I_n) < \rightarrow t = 1,2/(I_2/I_n)$$

Данный тип характеристики имеет следующие преимущества:

1. При внешних повреждениях:
 - Понижение чувствительности реле при КЗ с большой несимметрией «за спиной» или на других фидерах, т.е. когда электродвигатель какое-то время работает как генератор тока обратной последовательности; обеспечение селективности при отключении повреждения – обратозависимая

характеристика позволяет выполнить согласование с защитами поврежденного фидера.

- Исключается излишняя работы защиты на отключение которое могло быть причиной насыщения ТТ при большом пусковом токе электродвигателя

2. При повреждении в электродвигателе

- Обеспечение быстрого отключения повреждения, при условии сохранения согласования с предохранителями, если используются с контактором и предохранителями схема управления двигателем.

Как известно, однофазные замыкания и двухфазные замыкания являются причиной появления тока обратной последовательности. Однако величина тока при однофазном повреждении обычно ограничена, и, в основном, однофазные замыкания локализируются соответствующими защитами, с временами меньшими, чем при работе по обратозависимой характеристике (IDMT).

Типовые уставки:

- Степень сигнализации: $[I_i>] = 15\%$ от номинального тока двигателя, с выдержкой времени от 8 до 10 сек,
- Степень отключения: $[I_i>>] = 20\%$ от номинального тока двигателя.

2.1.5 Затяжной пуск [48] (Excessive long start)

Величина пускового тока зависит от типа/конструкции электродвигателя и от метода пуска (прямое включение в сеть, автотрансформаторный пуск, пуск с резисторами в цепи ротора, и т.п). Время пуска определяется в основном нагрузкой двигателя.

В течение времени пуска возросший ток вызывает тепловое напряжение ротора. Нагрев еще более усиливается по причине отсутствия обдува от вентилятора поскольку ротор не достиг номинальной скорости вращения. Следовательно, затяжной пуск двигателя приводит к быстрому нагреву электродвигателя. Поэтому данная функция дополняет защиту от теплового перегруза и предназначена для контроля того что режим пуска не превышает допустимые значения заданные изготовителем электродвигателя.

В реле MiCOM P220 предусмотрены следующие варианты определения работы электрической машины в режиме пуска:

- Включение контактора/выключателя, или
- Включение контактора/выключателя с контролем превышения уставки пускового тока $[I_{start}]$.

Пользователь имеет возможность выбора любого из режимов в меню CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ). Рекомендуется использование первого метода, при котором режим пуска определяется по факту включения коммутационного аппарата.

Функция (Excessive long start) «Затяжной пуск» пускается при определении режима пуска, либо (в режиме нормально работы) по определению режима самозапуска. Если по истечении выдержки времени таймера $[t_{start}]$ ток остается выше чем заданная уставка контроля пускового тока $[I_{start}]$, реле действует на отключение электродвигателя.

Типовые уставки:

- Уставка $[I_{start}]$ равна:
 - ⇒ $1,5 \times [I_{\theta>}]$ если пусковой ток не более 4-кратного по отношению к номинальному току двигателя;

- ⇒ $2 \times [I_{\theta}]$ если пусковой ток равен или более 4-кратного но менее 8-кратного тока по отношению к номинальному току двигателя;
- ⇒ $3 \times [I_{\theta}]$ если пусковой ток равен или более 8-кратного тока по отношению к номинальному току двигателя;
- $[t_{start}] = 120\%$ от времени нормального пуска, но не более максимально допустимого времени пуска электродвигателя.

2.1.6 Заторможенный ротор [51LR/50S] (Locked rotor)

Существуют два режима при которых может произойти остановка/затормаживание ротора: при пуске двигателя или в режиме работы с нормальной частотой вращения. В обоих случаях, это приводит к тому что ток потребляемый двигателем возрастает до величины пускового тока по методу прямого включения в сеть.

Наиболее частой причиной затормаживания ротора является обрыв одной из фаз (например, перегорание предохранителя или размыкание/невключение одного из полюсов контактора/выключателя). Остановленный двигатель не может пуститься и остается стоять при питании статора от двух фаз. Точно также ротор может остановиться при работе в нормальном режиме и исчезновении напряжения одной. Возникновение затормаживания ротора в этом случае зависит от нагрузки двигателя в момент исчезновения фазы питающего напряжения. В любом случае затормаживание ротора ведет к недопустимому нагреву обмоток электродвигателя.

В нормальном режиме работы вращающийся поток наводит симметричный ток в обмотках ротора, и следовательно ротор нагревается равномерно. В случае исчезновении одной из фаз напряжения питания, магнитный поток в роторе становится пульсирующим что в свою очередь ведет к появлению тока прямой и обратной последовательности. А это приводит к неравномерному нагреву обмоток ротора, в зависимости от положения стержней и их возможному повреждению. Исходя из этих причин важно как можно быстрее устранить повреждение.

2.1.6.1 Затормаживание ротора при пуске [50S]

Эта функция активна только на время пускового режима электродвигателя. Для использования преимуществ данной функции двигатель должен быть оснащен тахометром для контроля частоты вращения. На дискретный логический вход реле подается информация о том что частота вращения ноль или нет. Считается, что ротор заторможен, если по истечении выдержки времени $[I_{stall}]$ на дискретном входе нулевой сигнал (логический 0).

Для электродвигателей у которых время пуска меньше чем допустимое время состояния с заторможенным ротором, защита от затормаживания ротора при пуске может быть выполнена без использования сигнала от датчика контроля частоты вращения. В этом случае уставка таймера $[I_{start}]$ (см. описание функции [48] «Затяжной пуск» (Excessive long start) будет меньше чем допустимое время состояния с заторможенным ротором и соответственно будет обеспечена эффективная защита как от затянувшегося пуска так и от затормаживания ротора.

2.1.6.2 Затормаживание ротора при работе в нормальном режиме [51LR]

Эта функция действует лишь при самозапуске и пуске электродвигателя. Отключение будет иметь место, если ток остается выше значения уставки $[I_{stall}]$ в течение интервала времени $[t_{stall}]$.

Типовые уставки функции [50LR/50S]:

- $[I_{stall}]$:
 - ⇒ $1,5 \times [I_{\theta >}]$ если пусковой ток не более 4-кратного по отношению к номинальному току двигателя;
 - ⇒ $2 \times [I_{\theta >}]$ если пусковой ток равен или более 4-кратного но менее 8-кратного тока по отношению к номинальному току двигателя;
 - ⇒ $3 \times [I_{\theta >}]$ если пусковой ток равен или более 8-кратного тока по отношению к номинальному току двигателя;
- $[t_{stall}]$: от 1сек. до 2 сек для насосов или вентиляторов и от 5сек до 10сек для дробилок/мельниц. Во всех случаях уставка таймера должна быть не более времени работы в режиме с заторможенным ротором.

2.1.7 Потеря нагрузки [37] (Loss of load)

Данная функция позволяет определить режим работы без нагрузки на валу электродвигателя. Функция автоматически блокируется при отключении электродвигателя и вновь активируется по истечении выдержки времени таймера запрета $[T_{inhib}]$. Данная выдержка времени $[T_{inhib}]$ позволяет выполнить пуск электродвигателя в отсутствии нагрузки на валу.

Использовании защиты минимального тока позволяет выполнить:

- Защиту электронасосов от срыва потока
- Защиту при обрыве приводного ремня или поломки вала.

Типовые уставки функции:

- $[I<]$ = выше чем ток двигателя при работе без нагрузки но меньше ток при работе в нормальном нагрузочном режиме
- $[T_{inhib}]$ = Уставка зависит от момента подключения нагрузки. Если двигатель пускается с нагрузкой на валу, то уставка таймера должна быть минимальной, скажем 0,05сек. Если двигатель пускается без подключенной на валу нагрузки, то уставка таймера должна быть несколько больше чем время набора нагрузки.
- $[tI<]$ = зависит от типа нагрузки приводимой в движение электродвигателем (часто устанавливается порядка нескольких секунд).

2.1.8 Термодатчики (RTD) [49/38] и терморезисторы [49]

Продолжительная работа в режимах перегрузки ведет к повышенному нагреву обмоток что в свою очередь вызывает преждевременное старение изоляции. Таким же образом перегрев подшипников может привести к необратимым повреждениям оборудования.

Как сказано выше в разделе защиты от теплового перегруза [49], эта функция может быть реализована либо путем моделирования теплового состояния электрической машины по результатам измерения тока и/или с использованием прямых измерений температуры.

Некоторые типы электродвигателей оснащаются термодатчиками установленными в пазах сердечника статора. В качестве датчиков служат резисторы выполненные из платины, иногда из никеля или меди, сопротивление которых изменяется с изменением температуры. Обычно в статоре устанавливается шесть датчиков равномерно распределенными по статорной обмотке.

Уставки ступеней на сигнал и на отключение зависят от класса электродвигателя по температуре, от температуры окружающей среды и высоты над уровнем моря на которой работает электродвигатель.

Если в защите от теплового перегруза задана коррекция характеристики тепловой модели по температуре окружающей среды, то датчик температуры RTD1 должен быть установлен вблизи отверстия забора воздуха охлаждения электродвигателя.

2.2 Меню АВТОМАТИКА (АУТОМАТ. CTRL)

2.3 Ограничение количества пусков в течении заданного времени [66]

Пуск электродвигателя зачастую происходит с превышением температуры сверх допустимого уровня – особенно в случае нескольких относительно продолжительных предшествующих пусков. В таком случае возникает опасность преждевременного старения изоляции электродвигателя, при этом ротор двигателя также подвергается значительному тепловому стрессу. Более подробно явление описано в главе посвященной описанию функции защиты при затынувшемся пуске или затормаживании ротора.

Для ограничения частых пусков электродвигателя в реле P220 имеется функция подсчета пусков и действие на блокирование очередного пуска работающая с использованием следующих параметров:

- Продолжительность контролируемого интервала времени;
- Количество «холодных» пусков;
- Количество «горячих» пусков;
- Время запрета повторного пуска [$T_{interdiction}$].

Контроль заданного интервала времени активируется сразу при определении режима пуска электродвигателя и при условии что изначально количество пусков в контролируемом интервале равно нулю, счетчики фиксируют количество «горячих» и количество «холодных» пусков. Если количество тех или иных пусков достигает предельного значения заданного пользователем, запускается таймер запрета повторного пуска [$T_{interdiction}$], но запрет пуска появляется лишь при очередном останове электродвигателя. До тех пор пока не истечет выдержка времени этого таймера пуски двигателя запрещены.

Следует отметить, что «холодным» считается пуск если предшествующее тепловое состояние электродвигателя не более 50%, и соответственно, пуск считается «горячим» если тепловое состояние электродвигателя перед пуском равно или более 50%.

Рекомендуемые значения уставок должны быть сопоставлены с данными электродвигателя предоставляемыми заводом-изготовителем. Кроме этого значения задаваемых параметров работы данной функции могут зависеть от режима работы электродвигателя и приводного механизма.

При отсутствии этих данных, уставки по умолчанию следующие:

- Продолжительность контролируемого интервала времени = 60 мин
- Количество «холодных» пусков = 3;
- Количество «горячих» пусков = 2;
- Время запрета повторного пуска [$T_{interdiction}$] = 30 мин

Следует отметить, что данная функция не ограничивает возможность двух последовательных пусков электродвигателя если не запускался таймер запрета

[$T_{interdiction}$]. Это ограничение, при необходимости, может быть обеспечено дополнительной функцией “Time between two successive start-ups” (Время между двумя последовательными пусками).

2.3.1 Время между двумя успешными пусками [66]

Данная функция дополняет функцию ограничения количество пусков в течении заданного интервала времени. Функция позволяет избежать двух последовательных пусков электродвигателя. Это ограничение может быть обусловлено электродвигателем или коммутационным аппаратом.

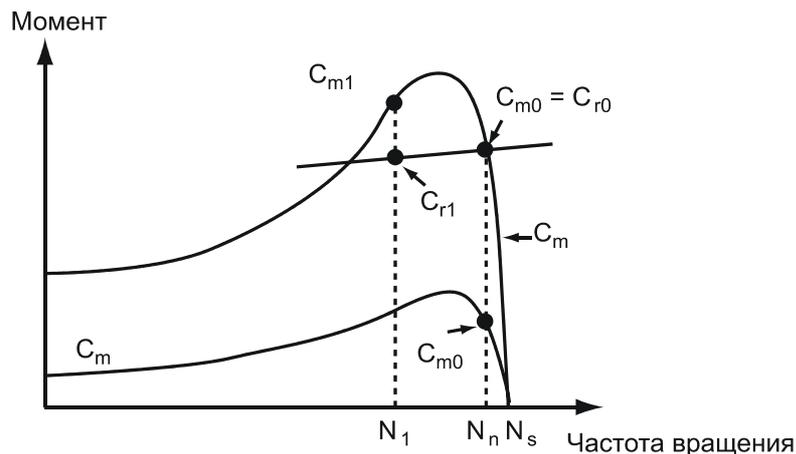
Уставка таймера минимального времени между двумя последовательными пусками [$T_{between\ 2\ start}$] должно выбираться из условия минимально необходимого перерыва между двумя последовательными пусками.

2.3.2 Самозапуск

Короткие замыкания в электроустановке или замыкания вблизи источников питания может привести к посадке напряжения ниже минимального допустимого уровня. Снижение напряжения может привести к проблемам, которые могут не исчезнуть вместе с отключением короткого замыкания и восстановления напряжения до нормального уровня.

При снижении напряжения питания электродвигателя, момент на валу, который примерно пропорционален квадрату напряжения, резко снижается, что ведет к снижению частоты вращения электродвигателя. Снижение частоты вращения является функцией от глубины и продолжительности снижения напряжения питания. Скорость снижения частоты вращения в основном определяется моментом инерции вращающихся масс и характеристикой момента от частоты вращения приводного механизма.

В наиболее неблагоприятном случае двигатель может вообще остановиться поскольку момент при сниженном напряжении может оказаться меньше тормозного момента приводного механизма. Иллюстрация данного явления приведена на следующем рисунке.



На характеристиках показанных выше представлены:

- Момент двигателя C_m на частоте вращения N при номинальном напряжении V_n
- Момент двигателя C'_m на частоте вращения N при напряжении V меньшим чем напряжение V_n

- Тормозной момент приводного механизма C_r в зависимости от частоты вращения

При снижении напряжения момент двигателя резко снижается со значения $C_m=C_r0$ до значения $C'm0<C_r0$. Следовательно приводной механизм начнет замедляться, и после восстановления напряжения момент двигателя возрастает до значения C_m1 , в то время как на данной частоте вращения тормозной момент равен C_r1 . Следовательно, двигатель не может вновь разогнаться до нормальной скорости если его момент ниже чем тормозной момент C_r1 (см. рис. выше).

После отключения короткого замыкания, внутреннее сопротивление двигателя близко к значению остановленной машины. Таким образом после восстановления напряжения, ток потребляемый двигателем будет близок к пусковому току при номинальном напряжении. Ток тем больше чем больше скольжение в момент восстановления напряжения.

Режим самозапуска не сопровождается серьезными осложнениями, если не происходит одновременно с несколькими мощными электродвигателями. В таком случае одновременный самозапуск может привести еще большему снижению напряжения что сделает невозможным самозапуск всех двигателей. Для решения проблемы при снижении напряжения выполняется отключение менее ответственных двигателей для того чтобы обеспечить успешный самозапуск наиболее ответственных.

Реле MiCOM может иметь уставки как разрешающие самозапуск электродвигателя при снижении напряжения или блокировать самозапуск путем подачи команды на отключение при продолжительном снижении/исчезновении напряжения питания.

2.3.2.1 Разрешение самозапуска

Информация о снижении или восстановлении напряжения формируется во внешнем реле напряжения контролирующем напряжения на шинах подстанции. Сигнал "Voltage dip" (Снижение напряжения) подается на логический вход реле MiCOM P220 который программируется на прием данного сигнала ("VOLT.DIP").

Уставка таймера $[T_{reacc}]$ времени самозапуска должна задаваться равной максимальному допустимому перерыву питания после которого пользователь запрещает самозапуск электродвигателя. Таким образом, при перерывах питания не превышающих выдержку времени таймера $[T_{reacc}]$ самозапуск разрешается. С другой стороны, если перерыв питания будет продолжаться дольше выдержки времени таймера реле не изменяет режим работы и попытка самозапуска будет восприниматься реле как состояние "Rotor locked" (Ротор заторможен т.е. амплитуда тока самозапуска будет такой же как при заторможенном роторе) – и, соответственно, реле выдаст команду отключения при условии, что ток самозапуска превышает уставку контроля заторможенного ротора.

2.3.2.2 Отключение нагрузки при снижении напряжения

То же самое реле напряжения может быть использовано для отключения нагрузки при исчезновении/снижении напряжения питания. Возможны два варианта:

- Немедленное отключение электродвигателя при исчезновении напряжения питания,
- Отключение электродвигателя если перерыв питания дольше чем уставка таймера запрета/разрешения самозапуска.

Для этого на логический вход реле P220 назначаемый как EXT.1 (EXT.2) должен подаваться сигнал от реле напряжения при обнаружении отсутствия напряжения на шинах. Выдержка времени таймера $t_{EXT.1}$ ($t_{EXT.2}$), связанного с данным оптоходом должна быть установлена следующим образом:

- Равной времени перерыва питания после которого пользователь желает выполнять отключение нагрузки
- Равной уставке таймера $T_{геacc}$ (Максимальный перерыв питания при котором разрешается самозапуск).

Внешняя команда отключения поступающая по входу EXT.1 (EXT.2) должна конфигурироваться на отключение (через выходное реле RL1).

Таким образом, при любом перерыве питания продолжающемся дольше чем уставка таймера ($t_{EXT.1(2)}$) реле подействует на отключение электродвигателя.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- ⇒ Максимальный перерыв питания после которого разрешается самозапуск электродвигателя индивидуален для каждой электроустановки и зависит от характеристик питающей сети (импеданс системы, импедансы других нагрузок и в особенности наличие других вращающихся электрических машин) а также от характеристик данного электродвигателя и его нагрузки (величина тока прямого включения в сеть, момент инерции). Величина допустимого перерыва питания является результатом исследования динамической стабильности системы.
- ⇒ Сигнал “Voltage dip” (Отсутствие/провал напряжения) получаемый от внешнего реле напряжения должен существовать только во время фактического отсутствия напряжения питания. После восстановления напряжения на шинах подстанции данный сигнал должен сниматься как можно быстрее. Реле напряжения, используемое для формирования сигнала “Voltage dip”, должно обладать малым временем срабатывания и возврата. В идеальном случае это время не должно превышать полтора периода (не более 30 мс для сети 50 Гц).
- ⇒ Предполагается, что напряжение на шинах той же величины что и на выводах электродвигателя. Если это не так, то при задании уставки контроля наличия/отсутствия напряжения на шинах подстанции (“Voltage dip”), следует учитывать падение напряжения от шин до выводов электродвигателя.

3. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ЗАЩИТ

3.1 Данные сети

- Входы тока реле MiCOM P220:
 - Токи фаз: $I_n = 5\text{A}$;
 - Ток 3Io: $I_{op} = 1\text{A}$
- Коммутационный аппарат: выключатель
- Максимальный ток 3-ф КЗ на шинах 6,2кВ: $I_{кз3ф} = 9\text{kA}$
- Режим заземления нейтрали сети 6,2кВ: токоограничивающий резистор для ограничения тока замыкания на землю на уровне 30А
- Длина силового кабеля от шин 6,2кВ до выводов электродвигателя: 100м
- Измерительные трансформатора:
 - Ктт фазных ТТ: 300/5А
 - Ктт ТТ 3Io: 25
- В распоряжении имеется контакт устройства контроля частоты вращения (“Speed switch”)

3.2 Данные электродвигателя

Асинхронный электродвигатель:		
– Номинальная мощность	==>	$P_n = 2200\text{kВт}$, $\cos\varphi = 0,8$
– Номинальное напряжение	==>	$V_n = 6.2\text{kВ}$, 50 Гц
– Номинальный ток	==>	$I_n = 256\text{А}$
– Ток холостого хода (без нагрузки)	==>	$I_{no-load} = 134\text{А}$
– Метод пуска (прямое включение, плавный)	==>	Прямое включение
– Пусковой ток	==>	---
– Пусковой ток по методу плавного пуска	==>	$I_d = 5.4 \cdot I_n$, т.е. 1382А
– Время пуска	==>	$t_d = 4\text{ сек}$
– Максимальная повторяемость пусков	--->	Горячих = ...x2, хол.=...x3
– Термическая стойкость при затормаживании ротора (при пуске из горячего и холодного состояния)	--->	2 сек
– Характеристика нагрева	==>	---
– Постоянные времени: нагрева, пусковая, остывания	==>	14 мин, 10 мин, 28 мин
– Характеристики переходного режима при несимметрии	--->	---
– Длительно допустимая несимметрия	--->	---
– Назначение двигателя (приводной механизм: компрессор, дробилка, мельница, насос, вентилятор...)	==>	Насос
– Пуск: без нагрузки на валу / с нагрузкой	--->	Без нагрузки (в течении 30сек по окончании пуска)

3.3 Лист уставок:

Меню OP PARAMETERS (ВХ. ПАРАМЕТРЫ)

Password (Пароль)	AAAA
Reference (ОПИСАНИЕ)	ALST
Frequency (ЧАСТОТА)	50 Hz

Меню CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ)

Подменю CONFIG. SELECT (ВЫБОР КОНФ.)

Change Group Input (ВХОД. ИЗМ. КОНФ.)	EDGE (ФРОНТ)
Setting Group (АКТИВНЫЕ УСТАВКИ)	1
Default Display (ДИСПЛЕЙ ПО УМОЛЧАНИЮ)	% I LOAD (% ТОКА НАГР.)
Start detection criterion (критерий определения режима пуска)	52a (включение коммутационного аппарата)
Тип аналогового выхода (опция)	4-20мА
Параметр передаваемый по аналоговому выходу (опция)	% I LOAD (% ТОКА НАГР.)
Тип термодатчиков	PT100

Подменю 'CT RATIO' (КОЭФФ. ТТ)

Первичный номинальный ток фазных ТТ	300
Вторичный номинальный ток фазных ТТ	5
Первичный номинальный ток ТТ 3ю	25
Вторичный номинальный ток ТТ 3ю	1

Подменю ИНД.5, ИНД.6, ИНД.7 и ИНД.8 (LED 5, LED 6, LED 7, LED 8)

	LED 5	LED 6	LED 7	LED 8
Назначение: thermal tripping (отключение от тепловой перегрузки)	Нет	Нет	Да	Нет
Назначение: thermal alarm θ_{alarm} (сигнализация от тепловой перегрузки)	Нет	Нет	Нет	Да
Назначение: $tl>>$	Да	Нет	Нет	Нет
Назначение: $tl>$	Да	Нет	Нет	Нет
Назначение: $tl>>>$	Да	Нет	Нет	Нет
Назначение: $tli>$	Да	Нет	Нет	Нет
Назначение: $tli>>$	Да	Нет	Нет	Нет
Назначение: $tl<$	Да	Нет	Нет	Нет
Назначение: tl_{start} (затянувшийся пуск)	Нет	Да	Нет	Нет
Назначение: tl_{stall} (затормаживание ротора при нормальной работе)	Нет	Да	Нет	Нет
Назначение: locked rotor at start (затормаживание ротора при пуске)	Нет	Да	Нет	Нет
Назначение: emergency restart (аварийный перезапуск)	Нет	Нет	Нет	Нет
Назначение: $t_{RTD1} ALARM$, $t_{RTD2} ALARM$, $t_{RTD3} ALARM$ (опция)	Нет	Нет	Нет	Да
Назначение: $t_{RTD1} TRIP$, $t_{RTD2} TRIP$, $t_{RTD3} TRIP$ (опция)	Нет	Нет	Да	Нет
Назначение: $t_{RTD4} ALARM$, $t_{RTD5} ALARM$, $t_{RTD6} ALARM$ (опция)	Нет	Нет	Нет	Да
Назначение: $t_{RTD4} TRIP$, $t_{RTD5} TRIP$, $t_{RTD6} TRIP$ (опция)	Нет	Нет	Да	Нет
Назначение: Termist 1 и Termist 2 (терморезисторы 1 и 2) (опция)	Нет	Нет	Нет	Нет
Назначение: $tEXT1$ (Внешний 1)	Нет	Нет	Нет	Нет
Назначение: $tEXT2$ (Внешний 2)	Нет	Нет	Нет	Нет
Назначение: motor stopped (двигатель остановлен)	Нет	Нет	Нет	Нет
Назначение: motor running (двигатель работает)	Нет	Нет	Нет	Нет
Назначение: successful start (успешный пуск)	Нет	Нет	Нет	Нет

Подменю CONFIGURATION INPUTS (КОНФ. ВХОДОВ)

Входы: 54321	11111
--------------	-------

Меню COMMUNICATION MODBUS (ПЕРЕДАЧА ИНФ. MODBUS)

Communication enabled? (ПЕРЕДАЧА ИНФ.)	ДА
Data transmission rate (СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ)	19 200 бод
Parity (Проверка четности)	НЕТ
Number of data bits (Кол-во битов данных)	8
Number of stop bits (Кол-во стоп битов)	1
Relay address (Адрес реле)	1
Date Format (Формат даты)	Частный (PRIVATE)

Программирование 1-й группы уставок в меню PROTECTION (УСТАВКИ)

THERM. OVERLOAD [49] ТЕПЛОВАЯ ПЕРЕГРУЗКА	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Thermal overload function enabled? (Ввод функции тепловой защиты в работу?)		Да	
Thermal inhibition on start enabled? (Ввод запрета тепловой защиты при пуске?)		Нет	
Threshold I _θ > (Уставка тока тепловой защиты)	270 A	0,9 I _n (ТТ)	5.5% (допустимый перегруз) = 1,055 I _n (электродвигателя)
K _e		3	
T _{e1}		14 мин	См. хар-ку эл. двиг.
T _{e2}		10 мин	См. хар-ку эл. двиг.
T _r		28 мин	См. хар-ку эл. двиг.
Коррекция по RTD (опция)		Нет	
θ _{ALARM} enabled? (ввод ступени с действ. на сигнал)		Да	
Thermal alarm threshold (уставка ступени сигнализации) θ _{ALARM}		92%	0,92 > (256/270) ²
θ _{FORBID START} enabled? (запрет пуска от тепловой защиты?)		Да	
FORBID START (ЗАПРЕТ ПУСКА)		78%	0,78 < (1382/270) ² * (1-exp(4/10*60) + exp(5/10*60))

SHORT-CIRCUIT [50/51] ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Short-circuit function enabled? (Ввод функции токовой отсечки?)		Да	
Threshold I>> (Уставка срабатывания токовой отсечки)	1800A	6In	130% пускового тока электродвигателя
tI>> (Уставка времени срабатывания защиты)		0,1 сек	

EARTH FAULT [50N/51N] ЗАЩИТА ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Earth fault function enabled? (Ввод функции ЗНЗ?) Io>		Нет	Может быть запрограммирована только одна ступень
Threshold Io> (Уставка срабатывания ЗНЗ)		0,002 Ion	
tIo> (Уставка времени срабатывания ступени tIo>)		0 сек	
Threshold Io>> (Уставка срабатывания ЗНЗ)	2A	0,08 Ion	Уставка до 6-7% от макс. тока 1ф. КЗ
tIo>> (Уставка времени срабатывания ступени tIo>>)		0,1 сек	

UNBALANCE [46] ЗАЩИТА ОТ НЕСИММЕТРИИ	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Function Unbalance enabled threshold Ii>? (Ввод первой ступени ТЗОП?)		Да	Ввод в работу ступени сигнализации
Threshold Ii> (Уставка срабатывания ТЗОП Ii>)	26.6 A	0,085 In (ТТ)	Уставка до 10% от In двигателя
tIi> (Уставка времени срабатывания ступени tIi>)		10 сек	
Function Unbalance enabled threshold Ii>>? Ввод второй ступени ТЗОП?)	2A	Да	Ввод в работу ступени на отключение
Threshold Ii>> (Уставка срабатывания ТЗОП Ii>>)	51.2 A	0,171 In (ТТ)	Уставка до 20% от In двигателя

EXCESS LONG START [48] ЗАТЯЖНОЙ ПУСК	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Excess long start function enabled? (Ввод функции защиты от затяжного пуска?)		Да	
Threshold I_{start} (Уставка контроля пускового тока)	540 А	$2I\theta$	$I_d=5.4 \cdot I_{n_{эл.дв.}} \rightarrow I_{start} = 2 \cdot I\theta$
tI_{start} (Уставка времени контроля продолжительности пуска)		5 сек	$1.2 \cdot t_d = 4.8$ сек

BLOCK ROTOR [51LR/50S] ЗАТОРМОЖЕННЫЙ РОТОР	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Block rotor function enabled? (Ввод функции защиты при заклиненном роторе?)		Да	
tI_{stall} (Уставка времени контроля заторможенного ротора)		1.8 сек	См. характеристики двигателя
Stalled-in-run rotor function enabled? (Ввод функции затормаживания ротора при работе двигателя)		Да	
Threshold I_{stall} (уставка тока контроля затормаживания ротора)	540 А	$2I\theta$	$I_d=5.4 \cdot I_{n_{эл.дв.}} \rightarrow I_{start} = 2 \cdot I\theta$
Blocked-at-start rotor function enabled? (Ввод функции		Да	Необходимо наличие контакта сигнализации нулевой частоты вращения

LOSS OF LOAD [37] ПОТЕРЯ НАГРУЗКИ	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Loss of load function enabled? (Ввод функции защиты при потере нагрузки?)		Да	Насос приводимый электродвигателем
Threshold $I<$ (Уставка функции контроля минимального тока)	165А	$0.55 I_n$	Выше чем ток холостого хода
$tI<$		3 сек	Зависит от технологического процесса
T_{inhib} (время запрета)		40 сек	$T_{inhib} > (5+30)$

START NUMBER [66] КОЛИЧЕСТВО ПУСКОВ	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Start number limitation function enabled? (Ввод функции запрета количества пусков?)		Да	Зависит от частоты изменений режима работы двигателя в соответствии с требованиями технологического процесса
T _{reference} (Время контроля количества пусков)		60 мин	
Hot starts numbers (Количество «горячих» пусков)		2	
Cold starts numbers (Количество «холодных» пусков)		3	
T _{interdiction} (Время блокирования очередного пуска)		30 мин	

MIN TIME BETW 2 START МИН ВРЕМЯ МЕЖДУ 2 ПУСКАМИ	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Time between starts function enabled? (Ввод функции минимального времени между двумя пусками?)		Да	Зависит от частоты изменений режима работы двигателя в соответствии с требованиями технологического процесса
T _{between 2 start} (Уставка минимального времени между двумя пусками)		10 мин	

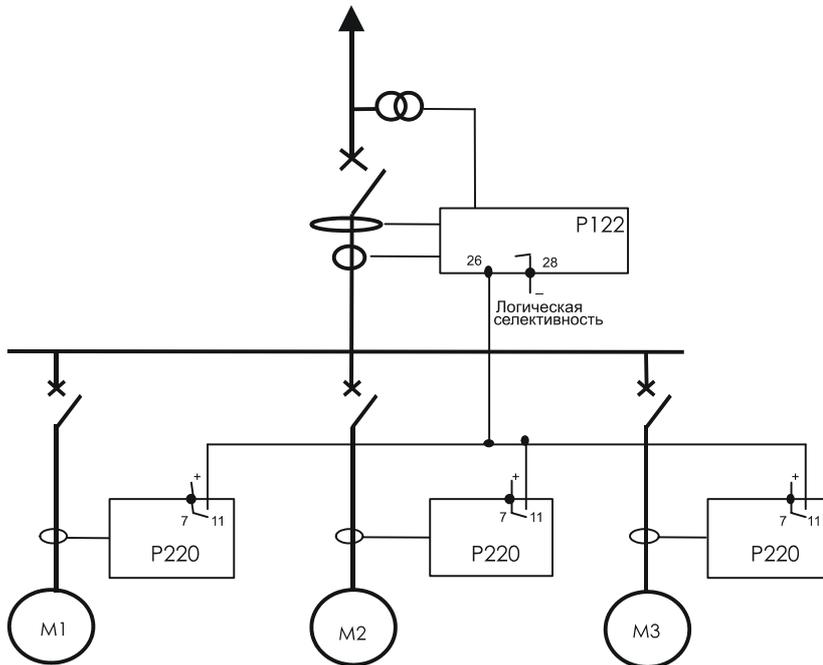
RE-ACCEL AUTHORIZ РАЗРЕЩЕНИЕ НА САМОЗАПУСК	Первичные уставки	Вторичные уставки	Примечание
Re-acceleration authorisation function enabled? (Ввод функции разрешения самозапуска?)		Да	Зависит от частоты изменений режима работы двигателя в соответствии с требованиями технологического процесса
T _{reacc} (Уставка максимально допустимого перерыва питания)		0,2 сек	

4. СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

4.1 Логическая селективность

Данная функция предназначена для уменьшения времени отключения повреждения путем сокращения ступеней селективности. Таким образом использование схемы логической селективности позволяет минимизировать время отключения повреждений на шинах сохраняя при этом согласование с защитами фидеров.

На приведенном ниже примере в качестве защиты ввода использовано реле MiCOM P122, однако вместо него может быть использовано другое стандартное реле, например, P123, P141, P142 или P143.



В нашем примере выдержки времени токовой отсечки ($I>>$) и защиты от замыканий на землю ($I_0>>$) в реле P220 (нижестоящие устройства защиты) и в реле P122 (вышестоящее устройство защиты) установлены 100мс.

Короткое замыкание на шинах будет обнаружено только вышестоящим реле (P122) и команда отключения ввода будет выдана через 100 мс.

При коротком замыкании на фидере электродвигателя, реле защиты P220, установленное на поврежденном фидере, посылает сигнал на реле P122. По получению сигнала на логический вход, реле P122 вместо нормальной выдержки времени использует другую отдельно задаваемую выдержку времени, что дает возможность подействовать на отключение выключателя поврежденного фидера от реле P220. В нашем примере это может быть выдержка времени в 350 мс для обеспечения ступени селективности в 250 мс с нижестоящим реле. Таким образом, через 100 мс реле P220 подаст команду на отключение выключателя поврежденного фидера. В случае отказа в отключении выключателя фидера, повреждение будет отключено путем отключением ввода от вышестоящего реле с временем большим на 250 мс.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Реле MiCOM P220 более удаленное от источника питания имеет возможность предоставления следующей мгновенной информации о превышении уставок тока срабатывания:
 - Фазная МТЗ (токовая отсечка) I>>
 - Первая ступень ЗНЗ Io>
 - Вторая ступень ЗНЗ Io>>
- В случае использовании схемы логической защиты шин, требуется прокладка дополнительных проводных связей от реле фидеров к логическому входу вышестоящего реле
- Выдержка времени таймера логической селективности вышестоящего реле должна согласовываться по времени со ступенями I>> и Io>> нижестоящих реле.

Пример программирования:

Логическая селективность между P220 установленных на отходящих фидерах питания электродвигателей и MiCOM P122 установленном на вводе.

Реле MiCOM P220

Меню PROTECTION (УСТАВКИ): подменю SHORT-CIRCUIT (ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА) [50/51]

Обозначение	Функция	Программирование
ФУНКЦИЯ I>>?	Ввод в работу защиты от КЗ (I>>)?	Да
tI>>	Выдержка времени ступени	100 мс

Меню PROTECTION (УСТАВКИ): подменю EARTH FAULT (ЗАЩИТА ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ) [50N/51N]

Обозначение	Функция	Программирование
ФУНКЦИЯ Io>>?	Ввод в работу второй ступени защиты от замыканий на землю (Io>>)?	Да
tIo>>	Выдержка времени ступени	100 мс

Меню AUTOMAT.CTRL (АВТОМАТИКА):
Подменю AUX OUTPUT (ВЫХОДНЫЕ РЕЛЕ)

	5	4	3	2
Назначение: I>>	1	0	0	0
Назначение: Io>>	1	0	0	0

Мгновенная информация о превышении уставки тока срабатывания одной из ступеней (I>> или Io>>) в P220 назначена на срабатывание выходного реле RL5.

Реле MiCOM P122 (или P123 или P14x)

Меню PROTECTION (УСТАВКИ): подменю [50/51] PHASE O/C (MT3)

Обозначение	Функция	Программирование
[51] l>>	Ввод в работу второй ступени MT3 (l>>)?	Да
tl>>	Выдержка времени второй ступени MT3	100 мс

Меню PROTECTION (УСТАВКИ): подменю [50/51] E/Gnd (3НЗ)

Обозначение	Функция	Программирование
[51N] le>>	Ввод в работу второй ступени 3НЗ (le>>)?	Да
tle>>	Выдержка времени второй ступени 3НЗ	100 мс

Меню AUTOMAT.CTRL (АВТОМАТИКА): подменю INPUTS (ВХОДЫ)

Обозначение	Функция	Программирование
INPUT 2 (ВХОД 2)	Конфигурирование логического входа №2 на прием сигнала логической селективности	Sel Log 1 (ЛОГ.СЕЛ.1)

Меню AUTOMAT.CTRL (АВТОМАТИКА): подменю SEL LOG1 (ЛОГ.СЕЛ.1)

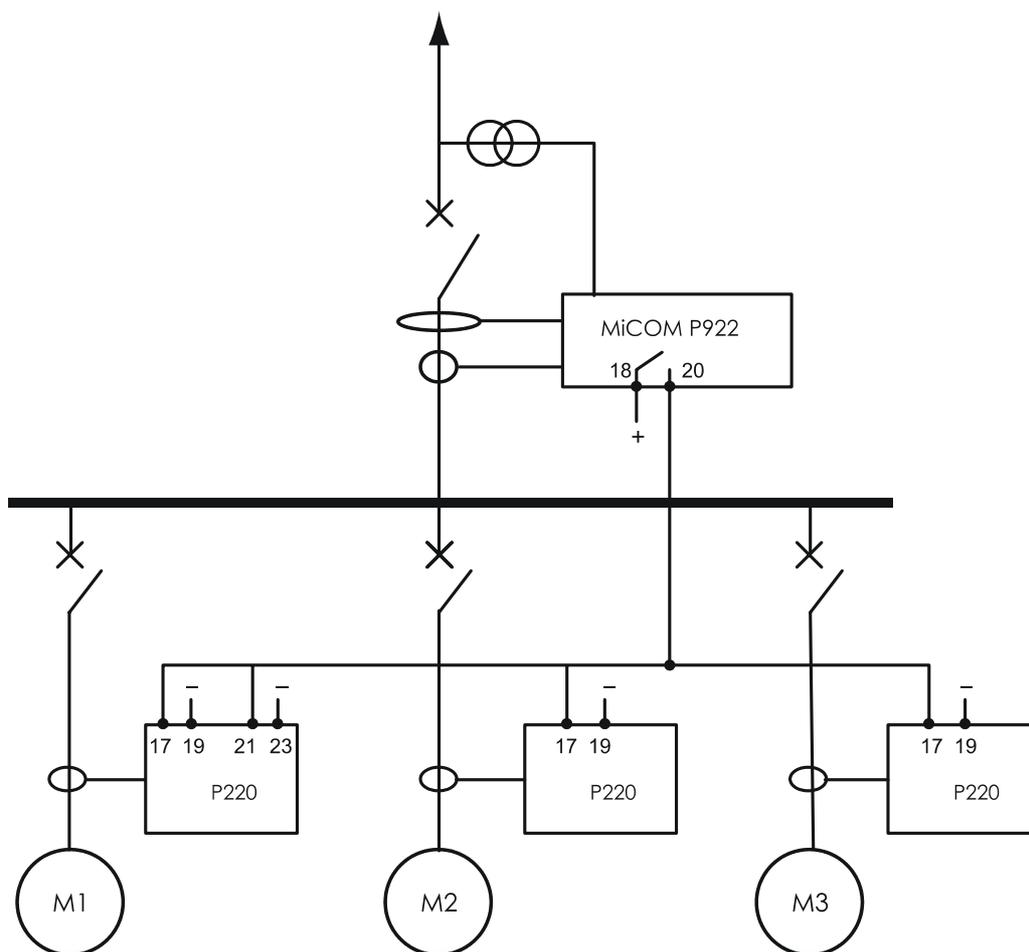
Обозначение	Функция	Программирование
SEL1 tl>> (ЛОГ.СЕЛ.1 tl>>)	Использование функции логической селективности на временное блокирование таймера второй ступени MT3 (l>>)?	Да
SEL1 tle>> (ЛОГ.СЕЛ.1 tle>>)	Использование функции логической селективности на временное блокирование таймера второй ступени 3НЗ (le>>)?	Да
tSEL 1 (t ЛОГ.СЕЛ.1)	Выдержка времени таймера связанного с логикой селективности 1	350 мс

4.2 Разрешение самозапуска – отключение нагрузки при перерывах питания

Рассмотрим схему с тремя электродвигателями M1, M2 и M3 питающимися с одних шин. Для определения отсутствия напряжения на шинах используется реле MiCOM P922. Каждое реле MiCOM P220 получает на свой логических вход сигнал от P922 о исчезновении напряжения на шинах.

Требуется следующая работа схемы:

- При перерыве питания не более 250 мс, разрешается самозапуск электродвигателя M1. Если перерыв питания более 250 мс то электродвигатель M1 должен быть остановлен.
- При перерывах питания более 100 мс, электродвигатели M2 и M3 должны быть остановлены.



Программирование реле P220 связанное с двигателем M1:

Подменю REACCEL AUTHORIZ (РАЗРЕШЕНИЕ/ЗАПРЕТ САМОЗАПУСКА)

Function Authorization of re-acceleration enabled? (Ввод в работу функции разрешения/запрета самозапуска?)	Да
T _{геасс} (Максимально допустимый перерыв питания для разрешения/запрета самозапуска)	250 мс

Подменю INPUTS (ВХОДЫ)

Назначение входа № 3	NONE (НЕ НАЗНАЧЕН)
Назначение входа № 4	EXT 1 (ВНЕШ. 1)
Назначение входа № 5	VOLT. DIP (ПОТЕРЯ ПИТАНИЯ)
tEXT1 (время таймера ВНЕШ.1)	250 мс

Логический вход № 4 используется для останова электродвигателя в случае продолжительного исчезновения питания, логический вход № 5 используется для разрешения/запрета самозапуска.

Меню AUTOMAT.CTRL (АВТОМАТИКА): подменю TRIP OUTPUT RELAY (ВЫХОДНОЕ РЕЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ)

EXT1 ? (Выполнять отключение по истечению выдержки времени таймера ВНЕШ.1)	Да
--	----

По истечении выдержки времени таймера запускающегося по сигналу на логическом входе назначенным EXT1 срабатывает выходное реле отключения (RL1).

Программирование реле P220 связанных с двигателями M2 и M3:
Подменю REACCEL AUTHORIZ (РАЗРЕШЕНИЕ/ЗАПРЕТ САМОЗАПУСКА)

Function Authorization of re-acceleration enabled? (Ввод в работу функции разрешения/запрета самозапуска?)	Нет
T _{реacc} (Максимально допустимый перерыв питания для разрешения/запрета самозапуска)	0,2 сек

Подменю INPUTS (ВХОДЫ)

Назначение входа № 3	NONE (НЕ НАЗНАЧЕН)
Назначение входа № 4	EXT 1 (ВНЕС. 1)
Назначение входа № 5	NONE (НЕ НАЗНАЧЕН)
tEXT1 (время таймера ВНЕС.1)	100 мс

Логический вход № 4 используется для останова электродвигателя в случае продолжительного исчезновения питания на время более 100 мс.

Меню AUTOMAT.CTRL (АВТОМАТИКА): подменю TRIP OUTPUT RELAY (ВЫХОДНОЕ РЕЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ)

EXT1 ? (Выполнять отключение по истечению выдержки времени таймера ВНЕС.1)	Да
--	----

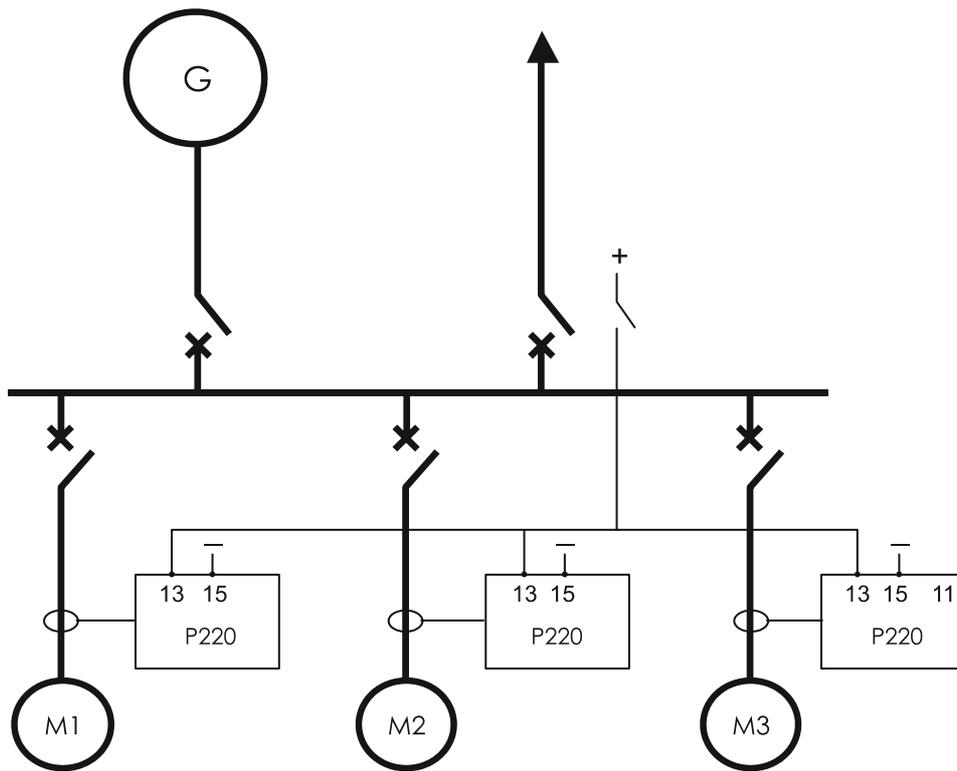
По истечении выдержки времени таймера EXT1 срабатывает выходное реле отключения (RL1).

4.3 Группы уставок

Если электрическая сеть может питаться от двух различных источников питания, то реле может использовать две различные группы уставок индивидуально адаптированных к параметрам сети. Например, распределительное устройство может нормально питаться от сети, но при аварийных ситуациях в сети предусмотрено питание от резервного генератора. В это случае две группы уставок реле позволяют выбрать уставки защит в соответствии с режимом питания.

Переход с одной группы уставок на другую должен осуществляться всякий раз когда изменяется режим питания (распределительная сеть/резервный генератор). При изменении режима питания на логический вход реле выделенный для этого должен подаваться импульс.

Кроме этого практическое применение двух групп уставок может быть использовано для двухскоростных электродвигателей. Для таких двигателей можно было бы использовать группу уставок №1 при работе на первой (пониженной скорости) и группу уставок №2 при работе на второй (повышенной скорости). При каждом переходе с одной скорости на другую на логический вход реле должен подаваться импульс для перехода с одной группы уставок на другую.



Программирование реле P220 связанных с двигателями M1, M2 и M3:

Меню AUTOMAT.CTRL (АВТОМАТИКА): Подменю INPUTS (ВХОДЫ)

Назначение входа № 3	SET GROUP (ВЫБОР.КОНФ.)
----------------------	-------------------------

Логический вход № 3 используется для перевода реле с одной группы уставок на другую.

5. ЛИТЕРАТУРА

- Moteurs asynchrones triphasés fermés, Schneider Electric Réseau Commercial France
- Guide de l'ingénierie électrique, ELECTRA, Lavoisier
- Protective relays APPLICATION GUIDE, Schneider Electric
- Electrotechnique Industrielle, Guy SEGUIER Francis NOTELET, Lavoisier
- Symmetrical components for power systems engineering, J.Lewis BLACKBURN

6. ПРИЛОЖЕНИЕ А: РЕЖИМЫ РАБОТЫ

Выбор электродвигателей для различных режимов работает выполняется в соответствии с действующими руководящими документами и не входит в объем настоящего документа.

Дополнительная информация по вопросам выбора электрических машин приведена в Справочнике по электрическим машинам, Том.1 глава Выбор электродвигателя, п. 6.3.3 (стр. 121)

7. ПРИЛОЖЕНИЕ В: ИНФОРМАЦИЯ НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ВЫБОРА УСТАВОК РЕЛЕ

Максимальный ток трехфазного замыкания на выводах электродвигателя
Режим заземления нейтрали сети питающей электродвигатель
Характеристики предоставляемые изготовителем электродвигателя
<ul style="list-style-type: none"> – Номинальная мощность – Номинальное напряжение – Номинальный ток – Тип пуска (прямое включение, плавный пуск) – Пусковой ток (кратность к номинальному) – Ток прямого пуска (если используется плавный пуск) – Время (продолжительность) пуска – Максимальная повторяемость частоты пусков – Время термической стойкости при остановленном роторе (при пуска из горячего и холодного состояния) – Характеристика нагревания электродвигателя – Переходные характеристики при несимметричных режимах работы, длительно допустимая несимметрия – Используемый режим работы (тип приводного механизма: компрессор, мельница, насос, вентилятор ...) – Ток холостого хода (для защиты при потере нагрузки)
Коэффициенты трансформации/преобразования измеряемых величин (ТТ, ТН и ТТ нулевой последовательности)
Назначение контактов выходных реле устройства защиты

**Реле защиты электродвигателя
MiCOM P220**

Руководство для пользователя

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	5
1.1	ЦЕЛЬ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА.....	5
1.2	ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
2.	ОПИСАНИЕ РАБОТЫ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЯ MiCOM P220	6
3.	ИНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА	8
3.1	ОПИСАНИЕ ПЕРЕДНЕЙ ПАНЕЛИ	8
3.2	СВЕТОДИОДНЫЕ ИНДИКАТОРЫ.....	9
3.3	КЛАВИАТУРА.....	10
3.3.1	<i>Клавиши сигнализации.....</i>	<i>10</i>
3.3.2	<i>Клавиатура для программирования</i>	<i>10</i>
3.4	ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ДИСПЛЕЙ.....	10
4.	МЕНЮ	11
4.1	ДИСПЛЕЙ ПО УМОЛЧАНИЮ	13
4.2	ДОСТУП К МЕНЮ	13
4.3	ДОСТУП К ЗАДАНИЮ УСТАВОК.....	14
4.3.1	<i>Защита паролем.....</i>	<i>14</i>
4.3.2	<i>Ввод пароля / изменение настроек реле.....</i>	<i>14</i>
4.4	МЕНЮ OP. PARAMETERS (ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ)	15
4.5	МЕНЮ CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ)	16
4.5.1	<i>Подменю CONFIG. SELECT (ВЫБОР КОНФИГ.).....</i>	<i>16</i>
4.5.2	<i>Подменю CT RATIO (КОЭФФ. ТТ)</i>	<i>19</i>
4.5.3	<i>Подменю LED 5, LED 6, LED7 и LED8 (ИНД 5, ИНД 6, ИНД 7, ИНД 8).....</i>	<i>19</i>
4.6	МЕНЮ MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ).....	20
4.7	МЕНЮ PROCESS (ПРОЦЕСС)	21
4.8	МЕНЮ TRIP STATISTICS (СТАТИСТИКА ОТКЛЮЧЕНИЙ).....	22
4.9	МЕНЮ COMMUNICATION (ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ)	22
4.10	МЕНЮ PROTECTION G1 и PROTECTION G2 (РАБОТА 1 и РАБОТА 2)	23
4.10.1	<i>Подменю [49] THERMAL OVERLOAD (ТЕПЛОВАЯ ПЕРЕГРУЗКА)</i>	<i>24</i>
4.10.2	<i>Подменю [50/51] SHORT-CIRCUIT</i>	<i>28</i>
4.10.3	<i>Подменю [50N/51N] EARTH FAULT (КЗ НА ЗЕМЛЮ)</i>	<i>29</i>
4.10.4	<i>Подменю [46] UNBALANCE (НЕСИММЕТРИЯ)</i>	<i>29</i>
4.10.5	<i>Подменю [48] EXCESS LONG START (ЗАТЯЖ.ПУСК): защита от затяжного пуска.....</i>	<i>31</i>
4.10.6	<i>Подменю [51LR/50S] LOCKED ROTOR (ЗАКЛ. РОТОРА)</i>	<i>32</i>
4.10.7	<i>Подменю [37] LOSS OF LOAD (ПОТЕРЯ НАГРУЗКИ): защита минимального тока/режим сброса нагрузки.....</i>	<i>33</i>
4.10.8	<i>Подменю [49/38] RTD (ТД): тепловая защита на термодатчиках (по заказу)</i>	<i>34</i>

4.10.9 Подменю [49] THERMISTOR (ТЕРМИСТОР): тепловая защита с помощью терморезисторов (опция)	35
4.11 МЕНЮ АВТОМАТ. CTRL (АВТОМАТИКА)	35
4.11.1 Подменю [66] START NUMBER (ЧИСЛО ПУСКОВ): ограничение числа пусков за период	36
4.11.2 Подменю MIN TIME BETW 2 START (МИН. Т М-ДУ 2 ПУСК): минимальное время между двумя пусками	40
4.11.3 Подменю REACCEL AUTHORIZ (САМОЗАПУСК РАЗР.): разрешение сомозапуска	40
4.11.4 Дискретные входы и выходы – логические условия	43
4.11.5 Подменю 'AND LOGIC EQUAT' («УРАВН. ЛОГИКИ И»)	48
4.11.6 'AND LOGIC EQUAT T DEALY' (УРАВ. ЗАДЕРЖ. ЛОГ И): таймеры логических уравнений «И»	49
4.11.7 Подменю 'AUX OUTPUT RLY' (ДОП. ВЫХ. РЕЛЕ): дополнительные программируемые выходные реле	49
4.11.8 Подменю 'LATCH OUTPUT RELAYS' (ФИКС. ВЫХОД. РЕЛЕ)	50
4.11.9 Подменю 'TRIP OUTPUT RLY' (ВЫХОД. РЕЛЕ ОТКЛ.): конфигурирование выходного реле отключения	50
4.11.10 Подменю 'LATCH TRIP ORDER' (ФИКС. КОМ. ОТКЛ.): фиксация команды отключения	50
4.11.11 Подменю 'SW SUPERVISION' (УПРАВЛ. ВЫКЛ.)	51
4.12 МЕНЮ 'RECORD' (ЗАПИСИ)	52
4.12.1 Подменю 'FAULT RECORD' (ЗАПИСИ ПОВРЕЖД.)	52
4.12.2 Подменю 'DISTURBANCE RECORD' (ЗАПИСИ ПЕРЕХОДН.)	53
4.12.3 Подменю 'SW MONITORING' (КОНТРОЛЬ СОСТ. ВЫКЛ.)	54
4.13 СООБЩЕНИЯ СИГНАЛИЗАЦИИ	55
4.13.1 Сообщения сигнализации о состоянии двигателя 'MOTOR ALARMS' (СИГНАЛ. ДВИГАТ.)	55
4.13.2 Сообщения о неисправности устройства защиты 'HARDWARE ALARM' (ПОВРЕЖД. ОБОРУД.)	56
5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ	57
5.1 РЕГИСТРАЦИЯ СОБЫТИЙ	57
5.2 РЕГИСТРАЦИЯ ФОРМЫ ПУСКОВОГО ТОКА	57
6. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПК – ЛОКАЛЬНАЯ СВЯЗЬ	58
6.1 КОНФИГУРАЦИЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ	58
6.2 КОНФИГУРАЦИЯ РЕЛЕ И ПК	58

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Цель настоящего документа

Целью настоящего документа является представление характеристик реле защиты электродвигателя типа MiCOM P220 рекомендации пользователю по процедуре конфигурирования реле.

После представления общих характеристик устройства, в настоящем руководстве приведены объяснения работы функций доступных для использования в данном реле и принципы их применения. В документе представлены и даны пояснения к меню связанными с каждой из этих функций.

1.2 Определения

Отключение (Tripping)

Данная операция состоит из команды на отключения посылаемую на коммутационный аппарат (выключатель или контактор с защитой предохранителями) подающий питание на защищаемый электродвигатель. Команда отключения может быть подана:

- если реле MiCOM P220 обнаруживает повреждение,
- либо если команда отключения подана оператором (в случае использования дистанционного управления коммутационным аппаратом).

Сигнализация (Alarm)

Обнаружение повреждения MiCOM P220 (пуски защит) ведет к появлению сообщения сигнализации.

Функция введена/выведена (Function in service/out of service)

В реле MiCOM P220 предлагается определенное количество функций защиты, контроля и управления. Пользователь имеет возможность выбора функций для использования:

- требуемые функции должны быть введены в работу,
- не используемые функции могут быть выведены.

Функция активирована/деактивирована (Activated/deactivated function)

При работе P220 не все функции активируются в одно время. Функции активируются/деактивируются в P220 автоматически для обеспечения защиты электродвигателя в соответствии с режим работы электрической машины: режим работы с пониженной или повышенной нагрузкой, пуск электродвигателя, затормаживание ротора и останов электродвигателя.

ПРИМЕЧАНИЕ: функция не может быть активирована или деактивирована если не была предварительно введена в работу пользователем.

2. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЯ MiCOM P220

В реле **MiCOM P220** используются цифровые технологии для обеспечения функций защиты, контроля и управления электрической машиной.

В P220 предусмотрены 4 аналоговых входа (три фазных тока и ток нулевой последовательности). Токковые входы имеют возможность подключения 1А и 5А трансформаторов тока (также возможно комбинированное использование 1А и 5А ТТ, так, например, могут быть использованы 5А ТТ для измерения токов фаз и 1А ТТ для измерения тока нулевой последовательности).

В P220 предусмотрена возможность назначения срабатывания выходных реле от одной или нескольких доступных функций защиты и управления. Логические входы реле также могут быть связаны с различными функциями управления.

P220 может получать питание от источника постоянного или переменного напряжения благодаря встроенному преобразователю. Гарантированная работа реле без нарушения режима (перезагрузка) обеспечивается при кратковременных перерывах питания до 50мс.

Передняя панель реле служит для обеспечения доступа оператора к данным в **MiCOM P220** посредством либо светодиодных индикаторов (LED), дисплея реле и клавиатуры. Сообщения сигнализации генерирующиеся в реле сохраняются в памяти устройства и могут быть выведены оператором на ЖКД с обратной подсветкой, на передней панели. Все параметры и измерения доступны для информации без ввода пароля доступа. Изменения уставок могут быть выполнены только при вводе пароля доступа хранимого в памяти реле.

Реле **MiCOM P220** выполняет регистрацию и измерения большого количества данных с высокой точностью. В реле постоянно выполняется измерение токов фаз и ток нулевой последовательности и вычисляется эффективное значение вплоть до 10-й гармоники включительно (при частоте сети 50Гц) или до 8-й гармоники (при частоте сети 60Гц).

С обратной стороны **MiCOM P220** предусмотрены зажимы порта интерфейса RS485, используемого для связи с реле по протоколам связи MODBUSTM, режим RTU, Courier или IEC 60870-5-103. Это дает возможность оператору считывания данных в памяти реле (измерения, сообщения сигнализации, уставки), или изменения уставок и конфигурации назначения выходных реле или передачи дистанционных команд управления.

Кроме этого, с помощью программного пакета MiCOM S1, регистрируемые в реле данные могут считаны, а уставки могут быть считаны и/или изменены через порт связи RS232 расположенный на передней панели реле.

Интерфейсы связи позволяют включить реле **MiCOM P220** в цифровую систему контроля и управления (например, MiCOM S10, SCADA системы). При этом все данные в реле становятся доступны для диспетчера и могут быть использованы как локально так и дистанционно.

Реле **MiCOM P220** может быть демонтировано без отключения внешних связей. Это означает, что активная часть реле может быть извлечена из металлического корпуса устройства без отключения напряжения питания от источника оперативного тока. При извлечении реле из корпуса:

- Цепи трансформаторов тока (фазных и 3Io) не разрываются благодаря наличию в корпусе специальных устройств переключающих клеммы в сторону ТТ при извлечении активной части из корпуса реле,
- Отсутствуют излишние команды отключения,

- Отпадает (возвращается в исходное состояние) сторожевое реле (WD)
- Отсутствует обрыв в сети по RS485. Однако связь с данным реле невозможна поскольку его активная часть реле извлечена из корпуса.

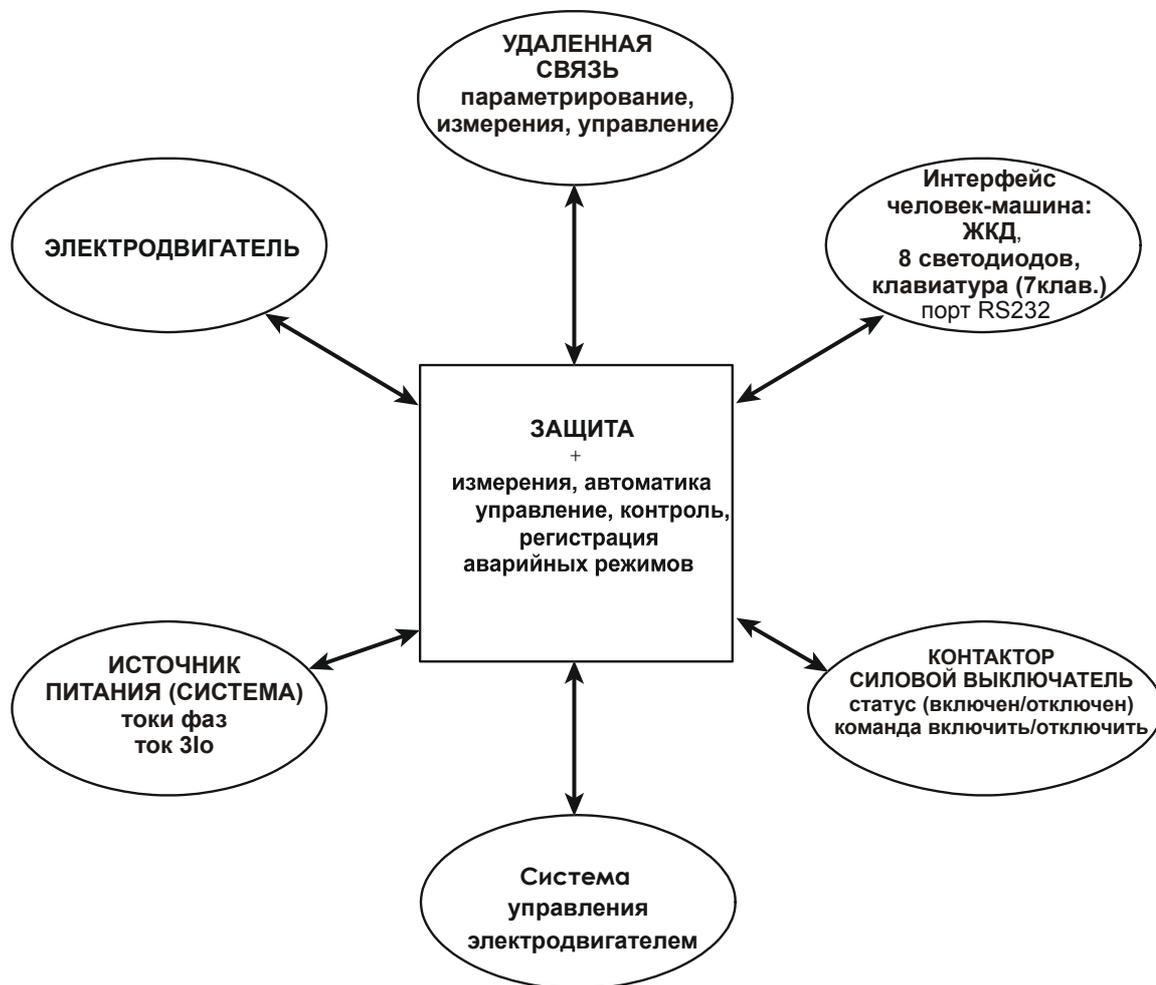


Рис.1 ОКРУЖЕНИЕ РЕЛЕ MiCOM P220

3. ИНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА

3.1 Описание передней панели

Передняя панель реле MiCOM P220 служит интерфейсом между человеком и терминалом защиты. Передняя панель предоставляет оператору возможность вводить уставки, выводить на дисплей значения измеряемых величин и сообщений сигнализации а также в простой форме индицировать реакцию реле на изменение параметров сети.

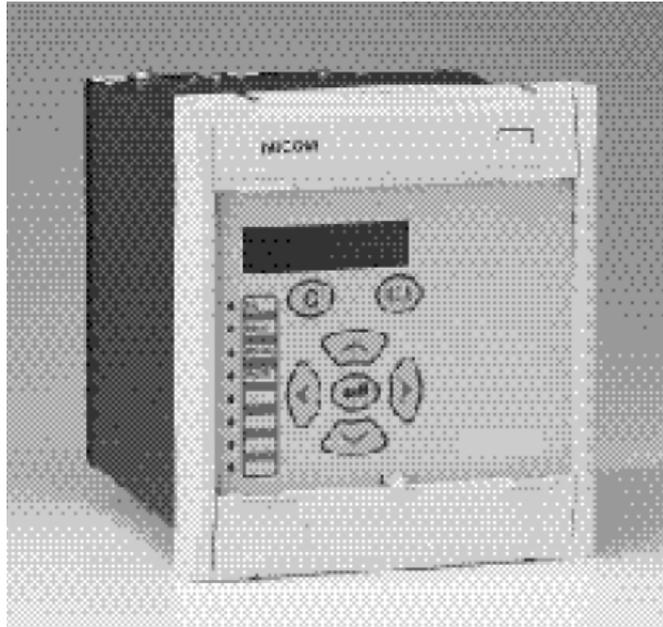


Рис. 2 ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ РЕЛЕ MiCOM P220

Передняя панель реле условно разделена на три части:

- Дисплей и клавиатура
- Светодиодные индикаторы
- Две зоны под верхней и нижней откидными крышками

На передней панели реле **MiCOM P220** расположен жидкокристаллический дисплей (ЖКД) на который могут быть выведены различные данные, например, уставки, измерения, сообщения сигнализации. Доступ к данным организован с помощью системы меню.

Жидкокристаллический дисплей имеет две строки по 16 символов. Обратная подсветка включается при нажатии любой из клавиш на клавиатуре реле и продолжается в течении пяти минут с момента последнего нажатия одной из клавиш. Обратная подсветка обеспечивает чтение информации выведенной на дисплей при любых условиях освещенности. Клавиатура реле состоит из семи клавиш. Две клавиши расположены непосредственно под дисплеем служат для обработки сообщений сигнализации. Пять других клавиш располагаются в центре передней панели реле и используются для программирования реле и вывода на дисплей результатов измерений **MiCOM P220**.

Светодиодные индикаторы располагаются с левой стороны на передней панели. Четыре верхних светодиода служат для индикации статуса реле (действие на отключение, работа сигнализации, неисправность реле, питание).

Четыре светоиндикатора, расположенные ниже, свободно программируются пользователем на загорание при работе различных функций реле.

Часть светодиодов имеет надписи на английском языке, однако поставляющиеся в комплекте с реле **MiCOM** самоклеящиеся этикетки позволяют выполнить надписи светоиндикаторов на языке пользователя.

Под верхней крышкой располагается табличка с идентификационными данными реле (код заказа, серийный номер). Эта информация позволяет идентифицировать реле от остальных. При обращении в Центр поддержки клиентов Schneider Electric относительно данного реле необходимо указывать эти номера. В нижней части таблички указываются напряжение питания реле и диапазон регулирования уставки защиты от замыканий на землю.

Под нижней крышкой реле **MiCOM P220** располагается порт RS232, предназначенный для подключения к реле переносного компьютера.

Конструкция реле позволяет извлечь активную часть устройства без отключения внешних связей. Для этого необходимо открыть верхнюю и нижнюю крышки и с помощью подходящего инструмента повернуть (желательно одновременно) два эксцентрика для расцепления контактных соединений связывающих активную часть реле с зажимами на обратной стороне корпуса.

ВНИМАНИЕ: После поворота экстракторов выдержать паузу в 2 или 3 секунды прежде чем извлекать из корпуса активную часть реле. Это необходимо для разряда конденсаторов активной части реле и предотвращения возможного горения дуги между контактами разъемов и металлическими частями.

3.2 Светодиодные индикаторы

Светодиодные индикаторы нумеруются от 1 до 8 начиная сверху.

ПРИМЕЧАНИЕ: Светодиоды гаснут при отключении питания реле, но после восстановления питания индикация восстанавливается.

ИНД. 1 (LED1) Цвет : КРАСНЫЙ Наименование : ОТКЛЮЧЕНИЕ (Trip)

Индикатор отключения ИНД1 указывает на подачу команды отключения коммутационного аппарата (контактор с предохранителями/выключатель). Этот светодиод повторяет работу выходного реле (RL1). Нормальный режим – индикатор не светится. Светодиод загорается только при работе выходного реле (RL1) и сбрасывается с передней панели реле (при возврате защиты и квитировании сообщений сигнализации).

ИНД. 2 (LED2) Цвет : ОРАНЖЕВЫЙ Наименование : СИГНАЛЫ(ALARM)

Индикатор сигнализации ИНД2 указывает на наличие записи события в устройстве MiCOM P220.

Управление светодиодом ALARM напрямую связано с сообщениями сигнализации сохраняемыми в памяти (меню MOTOR ALARM).

Светодиод будет моргать до тех пор, пока не будет прочитана запись события, после чего он будет светиться не моргая. Индикатор погасает, только после сброса всех записей и устранения причины, вызвавшей его загорание

ИНД. 3(LED3) Цвет : ОРАНЖЕВЫЙ Наименование : Отказ Оборудования (WARNING)

Предупредительный индикатор ИНД3 указывает на наличие повреждения в устройстве MiCOM P220.

Управление светодиодом WARNING непосредственно связано со статусом сигналов связанных с нарушениями в работе оборудования (меню HARDW ALARMS).

При обнаружении "не критического" повреждения (например, повреждение канала связи) светодиод будет моргать.

При обнаружении «критического» повреждения светодиод WARNING будет гореть непрерывно.

Погасание индикатора возможно только после исчезновения причины, которая вызвала его срабатывание (ремонт неисправного модуля, устранение повреждения в канале связи).

ИНД. 4 (LED4) Цвет : ЗЕЛЕНЫЙ Наименование : Питание (HEALTHY)

Индикатор питания ИНД4 указывает на то, что MiCOM P220 находится в рабочем режиме и на устройство подано напряжение питания в пределах рабочего диапазона (0,8 – 1,2 Уном).

ИНД. С 5 по 8 Цвет : КРАСНЫЙ Наименование : _____

Эти светоиндикаторы могут быть запрограммированы пользователем на вывод доступной дискретной информации в меню CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ).

3.3 Клавиатура

Клавиатура реле имеет семь клавиш организованных в две группы:

Две клавиши расположены непосредственно под дисплеем ( и .

Пять других клавиш используются для перемещения по меню реле для чтения измерений и задания уставок.

3.3.1 Клавиши сигнализации

Две клавиши ( и ) непосредственно предназначены для чтения и квитирования сообщений сигнализации. При этом клавиша  используется для последовательного чтения сообщений.

Сообщения сигнализации расположены в порядке их появления (первой на дисплей устройства выводится последнее сообщение). Оператор имеет возможность квитировать каждое сообщение сигнализации при помощи нажатия клавиши, или выполнить квитирование для всех сигналов одновременно прочтя последнее сообщение и выполнить операцию общего сброса.

3.3.2 Клавиатура для программирования

Пять других клавиш на передней панели MiCOM P220 предназначены для программирования уставок и конфигурации реле.

Клавиши     позволяют оператору перемещаться в меню реле в направлении указанном стрелками.

Клавиша  используется для подтверждения сделанного выбора или заданного значения (изменения уставок и конфигурации).

3.4 Жидкокристаллический дисплей

Жидкокристаллический дисплей имеет две строки по 16 символов. Обратная подсветка включается при нажатии любой из клавиш на клавиатуре реле и продолжается в течении пяти минут с момента последнего нажатия одной из клавиш. Обратная подсветка обеспечивает чтение информации выведенной на дисплей при любых условиях освещенности.

4. МЕНЮ

Структура меню MiCOM P220 состоит из нескольких меню, которые в свою очередь могут включать несколько подменю. Диалог с оператором в MiCOM P220 разделен на 10 меню (колонки меню).

ЗАГОЛОВОК	ПОДМЕНЮ		ОПИСАНИЕ
OP PARAMETERS (ВХ. ПАРАМЕТРЫ)			Данные для общих уставок MiCOM P220
CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ)			
	CONFIG. SELECT (ВЫБОР КОНФИГ.)		Изменение активной группы уставок, конфигурация дисплея по умолчанию, выбор критерия обнаружения режима пуска электродвигателя, конфигурация аналогового выхода (4-20мА), конфигурация внешних датчиков температуры (RTD) и термисторов.
	CT RATIO (КОЭФФ. ТТ)		Задание номинальных значений первичного и вторичного тока ТТ
	LED (ИНД.)	От LED5 до LED 8	Назначения сигналов для работы светодиодов
	CONFIGURATION INPUTS		Выбор режима работы логических входов
MEASUREMENT (ИЗМЕРЕНИЯ)			Измеренные (Ia, Ib, Ic...) вычисленные параметры (I1, I2), максимальные и средние значения за интервал времени.
PROCESS (ТЕЧЕНИЕ ПР.)			Измерения относящиеся к конкретному применению устройства защиты: Тепловое состояние объекта, время до отключения от защиты по тепловому перегрузу, температура измеряемая внешними датчиками температуры, разрешенное количество пусков, время до разрешения очередного пуска, количество аварийных пусков и т.п.
TRIP STATISTICS (СТАТИСТИКА ОТКЛ.)			Статистика по видам отключений
COMMUNICATION (ПЕРЕДАЧА ИНФ.)			Меню конфигурации параметров связи
PROTECTION G1			

ЗАГОЛОВОК	ПОДМЕНЮ	ОПИСАНИЕ
(РАБОТА 1)		
	[49] THERMAL OVERLOAD (ТЕПЛ. ПЕРЕГР.)	Подменю конфигурации функции защиты от теплового перегруза
	[50/51] SHORT-CIRCUIT (К.З.)	Подменю конфигурации функции защиты от междуфазных замыканий
	[50N/51N] EARTH FALULT (ЗНЗ)	Подменю конфигурации функции защиты от замыканий на землю
	[46] UNBALANCE (НЕСИММЕТРИЯ)	Подменю конфигурации функции защиты по току обратной последовательности
	[48] EXCESS LONG START (ЗАТЯЖ. ПУСК)	Подменю конфигурации функции «Затяжной пуск»
	[51LR-50S] BLOCKED ROTOR (ЗАКЛ. РОТОРА)	Подменю конфигурации функции «Заклинивание ротора»
	[37] LOSS OF LOAD (ПОТЕРЯ НАГР.)	Подменю конфигурации функции «Потеря нагрузки»
	[49/38] RTD SENSORS (опция) (ТД ДАТЧИКИ)	Подменю конфигурации датчиков температуры (ТД)
	[49] THERMISTORS (ТЕРМИСТОР)	Подменю конфигурации термисторов
PROTECTION G2 (РАБОТА 2)		Аналогично меню PROTECTION G1 (РАБОТА 2)
AUTOMAT CTRL (АВТОМАТИКА)		
	[66] START NUMBER (ЧИСЛО ПУСКОВ)	Установка ограничения по количеству «горячих» и «холодных» пусков
	MIN TIME BETW 2 START (МИН. Т М-ДУ 2 ПУСК)	Установка минимального времени между двумя последовательными пусками
	REACCEL AUTHORIZATION (САМОЗАПУСК РАЗР.)	Разрешение/запрет самозапуска при перерывах питания электродвигателя
	INPUTS (ВХОДЫ)	Назначение функций логических входов
	AND LOGIC EQUATION (УРАВНЕНИЕ ЛОГ. И)	Конфигурация 4 логических уравнений И
	AND LOGIC EQUAT T	Установка выдержки времени

ЗАГОЛОВОК	ПОДМЕНЮ	ОПИСАНИЕ
	DELAY (УРАВН. ЗАДЕРЖ. Л. И)	таймеров связанных с логическими уравнениями И.
	AUX OUTPUT RELAY (ДОП. ВЫХОД. РЕЛЕ)	Назначения сигналов на срабатывание выходных реле (кроме RL1)
	LATCH OUTPUT RELAYS (ФИКС. ВЫХ. РЕЛЕ)	Установка режима самоудерживания для выходных реле (кроме RL1)
	TRIP OUTPUT RELAY (ВЫХОД. РЕЛЕ ОТКЛ.)	Выбор функций действующих на выходное реле отключения RL1
	LATCH TRIP ORDER (ФИКС. КОМ. ОТКЛ.)	Установка фиксации (запоминания) команды отключения действующей на RL1
	SW SUPERVISION (КОНТР. СОСТ. ВЫКЛ.)	Задания контрольного времени включения/отключения выключателя, допустимого количества операций отключения, суммы отключенных токов
RECORD (ЗАПИСИ)		
	FAULT RECORD (ЗАПИСИ ПОВРЕЖД.)	Просмотр на дисплее 5 последних аварийных записей
	DISTURBANCE RECORD (ЗАПИСИ ПЕРЕХОДН.)	Конфигурация работы осциллографа
	SW MONITORING (КОНТР. СОСТ. ВЫКЛ.)	Данные контроля работы коммутационного аппарата

Для перехода в меню реле из режима дисплея по умолчанию используйте клавиши  и .

Для возврата в режим дисплея по умолчанию из любого меню нажмите .

4.1 Дисплей по умолчанию

Оператору предоставлена возможность выбора (из списка доступных вариантов) параметр, который будет выведен на дисплей постоянно. Назначение выполняется в меню CONFIG. SELECT (ВЫБОР КОНФ.)

Сообщение сигнализации выводится на дисплей сразу после его формирования в реле MiCOM P220: эта индикация имеет приоритет и замещает индикацию по умолчанию (см. меню ALARMS (СИГНАЛИЗАЦИЯ)).

4.2 Доступ к меню

Доступ к различным ячейкам меню выполняется при помощи клавиш  .

Чтение всех уставок и измерений обеспечивается без ввода пароля доступа.

Изменение уставок может быть выполнено только после ввода пароля.

4.3 Доступ к заданию уставок

Для задания уставок в MiCOM P220 предусмотрено несколько вариантов доступа:

- По месту установки реле: при помощи связи с реле по порту RS232 или с передней панели,
- Или дистанционно: при помощи средств удаленного доступа по порту RS485.

4.3.1 Защита паролем

Изменение параметров настройки реле выполняемое с помощью клавиш на передней панели требует ввода пароля.

Защита паролем обеспечивает защиту от несанкционированного изменения уставок конфигурации, задания уставок срабатывания ступеней, выдержек времени, назначения логических входов и выходных реле.

Пароль состоит из четырех буквенноцифровых символов. При отправке с завода на всех реле установлен пароль **AAAA**. Пользователь имеет возможность установить в качестве пароля доступа свою комбинацию. В том случае, если по какой либо причине потерян (забыт) пароль заданный пользователем, выполнение изменения уставок реле становится невозможным. Для получения резервного пароля доступа необходимо обратиться к представителю фирмы Schneider Electric с указанием модели реле, серийного номера устройства.

4.3.2 Ввод пароля / изменение настроек реле

Для изменения параметра, вначале следует нажать клавишу  для перехода в режим редактирования (или параметрирования).

При попытке изменения параметров реле в меню или подменю выполняется запрос на ввод пароля доступа. Таким образом при нажатии клавиши , для выполнения задания нового значения параметра, если пароль в это время не активен (т.е. не был введен ранее, при первом изменении параметра), на дисплее реле появляется следующее сообщение:

Password? (ВХОД. СЛОВО)

п

Пароль состоит из букв от А до Z. Пароль вводится буква за буквой с использованием клавиш   для перемещения вперед и назад по алфавиту.

После ввода очередной буквы, используйте клавишу  для перехода к следующей.

После завершения ввода последнего из четырех символов, подтвердите введенный пароль нажатием клавиши . Если введен правильный пароль то появляется сообщение PASSWORD OK (ВХОД.СЛОВО ДА).

Через 2 секунды индикация на дисплее вновь вернется в прежнее меню (в котором выполнялось изменение параметра). Нажмите вновь клавишу . После этого в поле изменяемого параметра появится курсор:

Пример: изменение уставки тока срабатывания ступени I>> ([50/51] SHORT-CIRCUIT

I >> =

1.0 In

Мигающий курсор обозначает что значение в данной ячейке может быть изменено. Для изменения значения параметра необходимо использовать клавиши  .

При необходимости перехода к другому разряду, необходимо использовать клавишу .

В заключение, подтвердите выбранное значение нажатием клавиши .

В течении времени пока реле находится в режиме программирования в правом нижнем углу дисплея будет гореть символ P (Parameter). В качестве примера приведен дисплей подменю параметрирования максимальной токовой защиты от междуфазных замыканий.

[50/51] SHORT-CIRCUIT (MT3) P
--

Если в течении 5 минут не выполняется каких либо операций на клавиатуре реле, введенный пароль деактивируется и символ P исчезает. Следующие изменения параметров вновь потребует ввода пароля доступа.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Режим редактирования уставок допускает изменение уставок реле только по интерфейсу через который данный режим был активирован: если, например, пароль доступа был введен с помощью клавиш передней панели, изменение уставок реле может быть выполнено лишь с помощью клавиатура на передней панели реле.
- Если режим редактирования уставок был активирован с передней панели реле то до тех пор пока этот режим не деактивирован, никакие изменения уставок не могут быть выполнены по другим каналам связи с реле (RS485 или RS232). Деактивация режима происходит автоматически через 5 минут после последнего нажатия клавиш на передней панели реле.
- При необходимости в отмене нового установленного значения, при выполнении редактирования уставок, нажмите клавишу (C).
- Для изменения действующего пароля, необходимо перейти в меню (OP.PARAMETERS) ВХОД.ПАРАМЕТРЫ, а затем перейти в меню PASSWORD (ВХ.СЛОВО) и задать новый пароль.

4.4 Меню OP. PARAMETERS (ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ)

В данном меню оператор имеет доступ к следующей информации:

- Тип реле MiCOM, здесь это P220
- Версия программного обеспечения
- Активная (в данное время) группа уставок
- Состояние всех логических входов
- Состояние программируемых выходных реле

В этом же меню оператор имеет возможность:

- Изменить пароль доступа
- Изменить наименование электродвигателя/фидера (4 символа, буквы и цифры)
- Выбрать значение частоты сети (50 или 60Гц)
- Установить текущие дату и время.

4.5 Меню CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ)

Меню ПОСТРОЕНИЕ служит для конфигурирования защит в MiCOM P220. Меню состоит из 7 подменю:

- CONFIG. SELECT (ВЫБОР КОНФИГ.)
- CT RATIO (КЭФФ. ТТ)
- LED 5 (ИНД 5)
- LED 6 (ИНД 6)
- LED 7 (ИНД 7)
- LED 8 (ИНД 8)
- CONFIGURATION INPUTS

4.5.1 Подменю CONFIG. SELECT (ВЫБОР КОНФИГ.)

4.5.1.1 Изменение активной группы уставок

В реле MiCOM P220 могут быть заданы две конфигурации соответствующие двум группам уставок (меню PROTECTION G1 (УСТАВКИ 1) и PROTECTION G2 (УСТАВКИ 2)). Пользователь имеет возможность для каждого параметра задать две различные уставки: одна в группе уставок 1 и другая в группе уставок 2.

Данное меню позволяет сделать выбор между двумя группами. По умолчанию в реле активна группа уставок 1.

Изменение активной группы уставок может быть выполнено следующим образом:

а) локальная команда:

- По логическому входу предварительно сконфигурированному для этого
- С клавиатуры передней панели реле
- По порту RS232

ПРИМЕЧАНИЕ: при использовании выбора активной группы сигналом по логическому входу реле необходимо помнить, что:

Если пользователь выберет режим работы “LEVEL” (УРОВЕНЬ) для оптовхода назначенного для изменения уставок (в меню CONFIGURATION/CONFIG SELECT ПОСТРОЕНИЕ/ ВЫБОР.КОНФ), тогда единственной возможностью изменить активную группы уставок будет этот логический вход (т.е. выбор активной группы уставок по другим каналам связи или с передней панели реле становится невозможен).

ВЫБОР АКТИВНОЙ ГРУППЫ УСТАВОК ПРИ ВЫБОРЕ РЕЖИМА ОПТОВХОДА “LEVEL” (УРОВЕНЬ):

При включении питания устанавливается группа уставок соответствующая логическому состоянию дискретного входа. Это означает:

A-1 Режим работы УРОВЕНЬ (LEVEL) при конфигурации логического входа =0

УСТАВКИ 1 = логический вход не активен

УСТАВКИ 2 = логических вход активен

Если на программируемый вход **подано** напряжение +V, то активной будет группа 1 (G1).

Если на программируемый вход **не подано** напряжение +V, то активной будет группа 1 (G2).

В-1 Режим работы УРОВЕНЬ (LEVEL) при конфигурации логического входа =1

УСТАВКИ 1 = логический вход не активен

УСТАВКИ 2 = логических вход активен

Если на программируемый вход **подано** напряжение +V, то активной будет группа 1 (G2).

Если на программируемый вход **не подано** напряжение +V, то активной будет группа 1 (G1).

Если пользователь предполагает выполнять выбор активной группы уставок с передней панели или по портам связи, необходимо установить режим работы оптовхода выбора уставок "EDGE" (ФРОНТ).

ВЫБОР АКТИВНОЙ ГРУППЫ УСТАВОК ПРИ ВЫБОРЕ РЕЖИМА ОПТОВОХДА "EDGE" (ФРОНТ):

А-2 Режим работы ФРОНТ (FRONT) при конфигурации логического входа =1

Активная группа изменяется на другую при каждой изменении напряжения (изменение от 0В до +V) приложенного к дискретному входу назначенному для выбора активной группы уставок.

1. Если включить питание реле при том, что на оптовходе выбора активной группы уставок напряжение будет отсутствовать (=0В), то: группа уставок не изменится, и будет оставаться прежней т.е. той которая была активной до отключения питания реле.
2. Если включить питание реле при том, что на оптовходе выбора активной группы уставок напряжение будет присутствовать напряжение выше напряжения его активирования (=+VB), то : группа уставок изменится и **будет изменяться при каждом отключении питания реле.**

В-2 Режим работы ФРОНТ (FRONT) при конфигурации логического входа =0

Активная группа изменяется на другую при каждой изменении напряжения (изменение от +V до 0В) приложенного к дискретному входу назначенному для выбора активной группы уставок. Если отключить питание реле, то затем если

1. подать питание на реле при том что на логическом входе будет напряжение 0В: активная группа изменится и **изменение будет происходить при каждом отключении питания реле.**
2. подать питание на реле при том что на логическом входе будет напряжение +VB: активная группа не изменится. Группа останется той же что была до снятия питания с реле.

ПРИМЕЧАНИЕ: очень важно выполнить правильное конфигурирование реле для выбора активной группы уставок по логическому входу при использовании режима ФРОНТ (FRONT). В общем случае чаще всего пользователя устраивают режимы А-1 и В-2, поскольку в этом случае при этой конфигурации не происходит изменения активной группы уставок при подаче питания на реле.

b) дистанционной командой по заднему порту связи RS485

ПРИМЕЧАНИЕ: LEVEL (УРОВЕНЬ) может быть высоким или низким
EDGE (ФРОНТ) может быть восходящим или нисходящим
Список методов доступа описанных выше дан в приоритетном порядке: например, изменение активной группы уставок выполненное по логическому входу реле имеет приоритет по отношению к выбору активной группы уставок выполняемому с клавиатуры передней панели реле.

4.5.1.2 Выбор значений для индикации на дисплее по умолчанию

Пользователь имеет возможность выбора на дисплей по умолчанию измеряемых параметров из следующего списка:

- Один из трех фазных токов (действующие значения) IA RMS, IB RMS, IC RMS,
- Ток нулевой последовательности IN RMS,
- Тепловое состояние электродвигателя 'Th.State' (ТЕПЛ. СОСТ)
- Тот потребляемый электродвигателем, как процент от уставки тока тепловой защиты I θ >: %Load

4.5.1.3 Критерии определения режима пуска

В реле MiCOM P220 предусмотрен выбор нескольких вариантов определения режима пуска:

- Включение контактора/выключателя: обозначен как «52а»,
- Включение контактора/выключателя с контролем превышения уставки пускового тока Istart (в подменю ([48] EXCES.LONG START (ЗАТЯЖНОЙ ПУСК)). Для принятия решения о начале пуска электродвигателя оба эти события должны появиться одновременно в течении интервала времени в 90 мс. Данный критерий определения режима пуска обозначен в меню реле как «52а + I».

Данная возможность выбора критерия определения режима пуска в P220 позволяет адаптировать реле к различным методам пуска электродвигателя: прямое включение или плавный пуск.

ПРИМЕЧАНИЕ: Информация о включении выключателя/контактора поступает в реле P220 по логическому входу №1 (параграф 4.11.4.1 «Фиксированные» входы). **Назначение данного логического входа для контроля статуса коммутационного аппарата является обязательным.**

4.5.1.4 Аналоговые выходы (по заказу)

В реле MiCOM P220 по заказу может быть установлен модуль аналогового выхода, для вывода данных в формате 0-20мА или 4-20мА для внешних устройств контроля или управления электродвигателем. Токовая цепь выхода может быть использована либо как активный или пассивный источник сигнала. Значение измеряемого параметра выводимое по аналоговому выходу выбирается из следующего списка:

- Один из трех фазных токов (действующие значения) IA RMS, IB RMS, IC RMS,
- Ток нулевой последовательности IN RMS,
- Тепловое состояние электродвигателя 'Th.State' (ТЕПЛ. СОСТ)

- Тот потребляемый электродвигателем, как процент от уставки тока тепловой защиты I_θ>: %Load
- Время ожидания разрешения на следующий пуск: T bef Start (Время до пуска),
- Время до отключения от тепловой защиты: T bef Trip (Время до отключения)
- Одна из температур измеряемая датчиками температуры (опция): T0C RTD1, T0C RTD2, T0C RTD3, T0C RTD4, T0C RTD5, T0C RTD6.

4.5.1.5 Типы датчиков температуры и термисторов (опция)

Реле P220 позволяет обеспечить мониторинг 6 внешних температурных датчиков (RTD) или двух термисторов + 4 температурных датчиков, для защиты электродвигателя при повышении температуры статора и подшипников (меню PROTECTION – УСТАВКИ).

Тип используемых температурных датчиков RTD (PT100, Ni100, Ni120, Cu10) или типов используемых термисторов (PTC/NTC) выбирается в подменю CONFIG.SELECT (ВЫБОР.КОНФ.).

Таблицы соответствия между температурой и сопротивлением термодатчиков приведены в главе 5-3.

4.5.2 Подменю CT RATIO (КОЭФФ. ТТ)

Подменю КОЭФФ.ТТ используется для задания значений первичного и вторичного номинального ток фазных ТТ и ТТ нулевой последовательности.

ПРИМЕЧАНИЕ: при использовании схемы соединения фазных ТТ по схеме фильтра нулевой последовательности (т.е. без использования ТТ нулевой последовательности) уставки первичного и вторичного номинального тока для ТТ нулевой последовательности (“Earth CT”) должны быть заданы такими же как и для фазных ТТ (“Phase CT”).

4.5.3 Подменю LED 5, LED 6, LED7 и LED8 (ИНД 5, ИНД 6, ИНД 7, ИНД 8)

Четыре аналогичных подменю LED5, LED6, LED6 и LED8 позволяют выполнить назначение для работы четырех программируемых светодиодных индикаторов в реле MiCOM P220.

Светодиоды могут быть запрограммированы на загорание по сигналу появляющемуся от внутренних функций реле (защита, автоматика, состояние внутренних логических функций) или внешних сигналов (логические входы реле).

- Светодиод загорается если появляется хотя бы один из сигналов связанных с данным светодиодом (логика ИЛИ). Светодиод гаснет если:
 - После подтверждения (чтения) данных вызвавших его срабатывание
 - Или при исчезновении сигнала или информации вызвавших его срабатывание (загорание)
- Информация “EMERG. RESTART” (АВАРИЙНЫЙ ПЕРЕЗАПУСК) активируется:
 - Либо при получении сигнала об аварийном перезапуске по логическому входу назначенному “EMERG. RESTART”. Светодиод горит пока на логическом входе присутствует сигнал.

- Информация “FORBIDDEN START” (ЗАПРЕЩЕ ПУСК) активируется если присутствует хотя бы одна из следующих информации запрещающая пуск электродвигателя:
 - Запрет пуска электродвигателя по тепловому состоянию от функции защиты от теплового перегруза “θ FORBID. START” (ЗАПРЕТ ПУСКА ПО ТЕПЛОВОМУ СОСТОЯНИЮ)
 - Запрет пуска от функции контроля количества пусков “START NB LIMIT” (ЗАПРЕТ ПО КОЛИЧЕСТВУ ПУСКОВ)
 - Запрет от функции контроля минимального времени между двумя последовательными пусками “T betw 2 start” (Время между двумя пусками)
- Информация об останове электродвигателя “MOTOR STOPPED” (ДВИГАТЕЛЬ ОСТАНОВЛЕН) активируется если деактивируется логический вход №1 (зажимы 22-24). Информация остается активной до тех пор пока не будет активирован логический вход №1.
- Информация о работающем электродвигателе “MOTOR RUNNING” (ДВИГАТЕЛЬ РАБОТАЕТ) активируется при появлении сигнала на логическом входе №1 (зажимы 22-24). Информация остается активной пока не будет снято напряжение с логического входа №1
- Информация об успешном пуске электродвигателя “SUCCESSFUL START” (УСПЕШНЫЙ ПУСК) активируется по завершении процесса пуска если по истечению выдержки времени таймера $t_{I_{start}}$ выполняются следующие условия:
 - Отсутствует информация о затормаживании ротора при пуске электродвигателя “LOCKED ROTOR” (РОТОР ЗАТОРМОЖЕН)
 - Отсутствует информация о затынувшемся пуске “EXCES NG START”
- Эта информация остается активной до отключения электродвигателя (исчезновение напряжения на логическом входе №1).

4.6 Меню MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ)

- Измененные значения токов фаз и тока нулевой последовательности представляются в виде эффективных значений параметров. Для частоты сети 50Гц вычисляется среднеквадратичное значение всех гармоник до 10-й включительно; для сети 60Гц расчет эффективного значения ведется до 8-й гармоники включительно.
- Расчет симметричных составляющих ведется только по первой гармонике тока. Значения симметричных составляющих прямой и обратной последовательностей вычисляются по трем фазным токам, а ток нулевой последовательности рассчитывается по измерениям тока на входе тока нулевой последовательности. Для расчета симметричных составляющих используются следующие формулы:

$$\vec{I}_{1a} = 1/3 \times (\vec{I}_A + a \times \vec{I}_B + a^2 \times \vec{I}_C)$$

$$\vec{I}_{2a} = 1/3 \times (\vec{I}_A + a^2 \times \vec{I}_B + a \times \vec{I}_C)$$

$$\vec{I}_{0a} = 1/3 \times \vec{I}_N$$

- Расчет частоты выполняется только если амплитуда хотя бы одного фазного тока более 10% от номинального тока входа (1А или 5А). Номинальный вторичный ток задается в подменю 'CT RATIO' (КОЭФФ.ТТ) в строке для фазных ТТ "SEC PHASE =" (ВТОРИЧНЫЙ ТОК ФАЗНЫХ ТТ). Если реле не может выполнить расчет частоты то на дисплее реле выводится индикация "****".
- Регистратор максимального значения тока фиксирует максимальный ток одной из фаз за исключением фазы пуска электродвигателя. Данная переменная выводится как среднеквадратичное (эффективное) значение.

4.7 Меню PROCESS (ПРОЦЕСС)

Набор измерений относящихся к работе индицируется в меню 'PROCESS' позволяет контролировать использование и работу электродвигателя.

- Расчет времени до отключения "T before TH Trip" (время до отключения по тепловому состоянию) от защиты от теплового перегруза выполняется при следующих условиях:
 - Достигнуто тепловое состояние уставки сигнализации θ ALARM
 - Эквивалентный ток расчета теплового состояния I_{eq} превышает ток уставки защиты от теплового перегруза I_{θ}
 - Учитывается отношение характеризующее степень перегрузки электродвигателя I_{eq}/I_{θ}

Если перечисленные выше условия не выполняются то на дисплее реле P220 выводится индикация "****".

- Управление количеством разрешенных пусков электродвигателя "PERMIT START NB" (РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО ПУСКОВ) принимает во внимание все критерии ограничивающие или запрещающие пуски которые формируются следующими функциями:
 - «ограничение количества пусков»
 - «минимальное время перерыва между двумя последовательными пусками»
 - «ограничение пуска по тепловому состоянию»

Если ограничения связанные с количеством пуском отсутствуют, на дисплей реле выводится индикация "****".

- Индикация времени до получения разрешения на следующий пуск "T before START" может быть выведена на дисплей реле если в это время действует запрет на пуск. Данная информация принимает во внимание все критерии ограничения пусков или из запрета, которые могут поступить от следующих функций:
 - «ограничение количества пусков»
 - «минимальное время перерыва между двумя последовательными пусками»
 - «ограничение пуска по тепловому состоянию»
- Показания счетчика учета количества пусков увеличиваются при каждом пуске электродвигателя. Напротив, разрешение на самозапуск электродвигателя не увеличивает показания этого счетчика.
- Счетчик подсчета общего времени работы электродвигателя суммирует все время работы электродвигателя.

ПРИМЕЧАНИЕ: При вводе пароля доступа, пользователь имеет возможность сбросить в ноль тепловое состояние электродвигателя THERMAL STATE, путем нажатия клавиши (C).

4.8 Меню TRIP STATISTICS (СТАТИСТИКА ОТКЛЮЧЕНИЙ)

В меню статистики отключений доступна для индикации следующая информация:

- Общее количество операция отключения (электродвигателя)
- Количество отключений по видам повреждений.

Возможны две причины отключения электродвигателя:

- Отключение при повреждении: если реле P220 обнаруживает повреждение (превышение уставки) оно генерирует команду отключения;
- Оперативное (ручное) отключение: оператор системы может послать команду отключения по любого каналу обеспечивающего передачу команды в реле:
 - По логическому входу,
 - По порту связи RS232 на передней панели реле
 - Средствами удаленного доступа по заднему порту связи RS485

ПРИМЕЧАНИЕ: команды отключения учитываемые функцией статистики отключений в MiCOM P220 это команды посланные на отключении через выходное реле отключения (логический выход №1). Это реле является одним логических выходов MiCOM P220. Конфигурация реле выполняется в подменю TRIP OUTPUT RLY (ВЫХОДНОЕ РЕЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ).

Команды отключения электродвигателя которые направляются на отключение выключателя электродвигателя минуя реле RL1 не учитываются в статистике отключений реле MiCOM P220.

4.9 Меню COMMUNICATION (ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ)

Реле MiCOM P220 может поддерживать связь с системой управления по протоколам MODBUS™, Courier или IEC 60870-5 через задний порт RS485. Эти протоколы базируются на принципе ведущий-ведомый. Следовательно P220 может быть интегрировано в цифровую систему управления в качестве ведомого устройства системы. В этой системе ведущее устройство (master), например ПК, имеет возможность:

- Считывать из реле и передавать обратно в реле измененные уставки,
- Выполнять дистанционные измерения, считывать сообщения сигнализации, контролировать изменение состояния (состояния логических входов/выходов, изменения активной группы уставок), чтение записей регистратора аварий, чтение осциллограмм и формы пускового тока,
- Передача дистанционных команд управления, например, команды включения или отключения выключателя/контактора (пуск/останов электродвигателя), дистанционного пуска выключателя или дистанционное квитирование реле.

4.10 Меню PROTECTION G1 и PROTECTION G2 (РАБОТА 1 и РАБОТА 2)

Меню PROTECTION G1 и PROTECTION G2 полностью идентичны и позволяют пользователю запрограммировать две различных конфигурации и уставок защит электродвигателя в меню CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ).

Каждое из двух меню состоит из 8 подменю соответствующих различным функциям защиты:

- [49] THERMAL OVERLOAD (ТЕПЛОВАЯ ПЕРЕГРУЗКА)
- [50/51] SHORT-CIRCUIT (К.З)
- [50N/51N] EARTH FAULT (ЗНЗ)
- [46] UNBALANCE (НЕСИММЕТРИЯ)
- [48] EXCES. LONG START (ЗАТЯЖНОЙ ПУСК)
- [51LR/50S] LOCKED ROTOR (ЗАКЛИНИВАНИЕ РОТОРА)
- [37] LOSS OF LOAD (ПОТЕРЯ НАГРУЗКИ)
- [49/38] TRD SENSORS или [49] THERMISTOR (ТД ДАТЧИКИ или ТЕРМИСТОП) (по заказу)

Оператор может ввести в работу любую из этих функций или вывести из работы в соответствующих подменю меню PROTECTION G1 и PROTECTION G2.

Параметры функций выведенных из работы не индицируются на ЖКД и не доступны при установлении связи с реле.

При превышении уставки срабатывания функции запускается таймер связанный с данной функцией имеющий заранее заданную уставку. По истечении выдержки времени таймера и при сохранении сигнала о превышении уставки данной функции, немедленно генерируется выходной сигнал данной функции, который может быть связан с одним из выходных реле.

Все алгоритмы функций защиты базируются на измерении величины основной гармонике тока.

СОСТОЯНИЕ ФУНКЦИЙ ЗАЩИТЫ (АКТИВНА/НЕАКТИВНА) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Функции защиты в реле MiCOM P220 автоматически* активируются или деактивируются в зависимости от режима работы электродвигателя (двигатель остановлен, идет пусковой режим, режим самозапуска или режим нормальной работы). В таблице приведенной ниже показано состояние функций защиты в зависимости от режима работы электрической машины.

Функция защиты	Двигатель остановлен	Пусковой режим	Нормальная работа	Режим самозапуска
Тепловая модель	Активирована (Tr)**	Активирована (Te2)**	Активирована (Te1)**	Активирована (Te2)**
К.З	Активирована	Активирована	Активирована	Активирована
Затяжной пуск	Деактивирована	Активирована	Деактивирована	Активирована
Заклинивание ротора при пуске	Деактивирована	Активирована	Деактивирована	Деактивирована
Затормаживание ротора при	Деактивирована	Деактивирована	Активирована	Деактивирована

работе				
Несимметрия	Активирована	Активирована	Активирована	Активирована
КЗ на землю	Активирована	Активирована	Активирована	Активирована
Потеря нагрузки	Деактивирована	Активирована***	Активирована***	Активирована***
Повышение температуры	Активирована	Активирована	Активирована	Активирована

* Эти функции защиты активируются в реле только если были предварительно введены в работу пользователем

** Постоянная времени используемая защитой от тепловой перегрузки зависит от величины нагрузки и режима в котором работает двигатель в данное время. Постоянная времени показанная в скобках используется реле.

*** Функция «Потеря нагрузки» активируется по истечении выдержки времени таймера T_{inh} . Уставка таймера задается пользователем. Таймер запускается при определении режима пуска электродвигателя.

4.10.1 Подменю [49] THERMAL OVERLOAD (ТЕПЛОВАЯ ПЕРЕГРУЗКА)

В реле MiCOM P220 выполняется моделирование теплового состояния электрической машины по данным измерения/вычисления токов прямой и обратной последовательностей таким образом чтобы учесть их влияние на нагрев статора и ротора. Ток обратной последовательности потребляемый электродвигателем генерирует в роторе ток большой амплитуды что ведет к значительному повышению температуры обмотки ротора. В реле MiCOM P220 вычисляется эквивалентный ток I_{eq} , учитывающий влияние тока прямой и обратной последовательности, который используется для создания тепловой модели защищаемого объекта по измерениям тока электродвигателя. Эквивалентный ток вычисляется по следующей формуле:

$$I_{eq} = \left(I_1^2 + Ke \times I_2^2 \right)^{0.5}$$

Опираясь на эквивалентный ток используемой защитой от теплового перегруза, тепловое состояние электродвигателя θ рассчитывается в реле MiCOM P220 по следующей формуле:

$$\theta_{i+1} = \left(I_{eq} / I\theta > \right)^2 \times \left[1 - e^{(-t/T)} \right] + \theta_i \times e^{(-t/T)}$$

В которой:

- ⇒ Ke – регулируемая уставка коэффициента влияния на нагрев тока обратной последовательности
- ⇒ $I\theta >$ - уставка тока защиты от теплового перегруза
- ⇒ θ_i – предыдущее тепловое состояние
- ⇒ T – постоянная времени электродвигателя. В зависимость от режима работы электродвигателя реле использует три различных постоянных времени:
- Реле использует постоянную времени T_{e1} , если тепловое состояние электродвигателя находится между 0 и $2 \times I\theta >$ (работа в нагрузочном или перегрузочном режиме);

- Реле использует постоянную времени T_{e2} , если тепловое состояние электродвигателя больше чем $2 \times I_{\theta}$, пусковой режим или пуск с заклиненным ротором
- Постоянная времени остывания T_r применяется при отключении электродвигателя (на логическом входе №1 присутствует логический «0», зажимы не реле 22-24). В этом случае электродвигатель более не потребляет электрический ток и его тепловое состояние θ постепенно снижается с течением времени по следующей формуле:

$$\theta_{i+1} = \theta_i \times e^{(-t/T_r)}$$

Сигнал о тепловом перегрузе “THERM. OV” (ТЕПЛОВАЯ ПЕРЕГРУЗКА) генерируется при достижении теплового состояния θ значения 100%.

ПРИМЕЧАНИЕ: - При перерыве питания реле P220 значение текущего теплового состояния защищаемого объекта θ сохраняется в энергонезависимой памяти (питание памяти резервируется от встроенной батареи). При восстановлении питания реле, возобновляется расчет теплового состояния с прежнего значения, если до перерыва питания оно было менее 90%. В том случае если тепловое состояние объекта до отключения питания было более 90% то во избежание преждевременного отключения от защиты от тепловой перегрузки, после восстановления питания P220 расчет теплового состояния возобновляется со значения 90%.

- Текущее тепловое состояние электродвигателя θ выводится на дисплей в меню PROCESS (ПРОЦЕСС)

- Во второй строке меню PROCESS (ПРОЦЕСС) пользователь имеет возможность сбросить в ноль тепловое состояние электродвигателя θ , после ввода пароля доступа.

- Даже если функция защиты теплового перегруза не используется в данном реле P220, тем не менее уставка тока этой функции I_{θ} должна быть задана, поскольку она используется функциями затянувшегося пуска “EXCES LONG START” и защитой при заклинивании ротора при работе электрической машины “STALLED ROTOR”.

- В главе 5-3 приведены примеры кривых перегрузки электрической машины по температуре

4.10.1.1 Функция запрета отключения защитой от теплового перегруза при пуске электродвигателя: θ INHIBIT (θ ЗАПРЕТ)

Данная функция позволяет выполнить блокирование выходного сигнала от защиты при тепловом перегрузе ‘THERM. OV.’ в режиме пуска электродвигателя. Это может быть использовано для некоторых типов электродвигателей у которых рост температуры при пуске происходит быстрее чем в режиме заклиненного ротора.

Если пользователь вводит в работу данную функцию, то данный запрет активируется сразу как только начинается отсчет выдержки времени t_{start} (конфигурация выполняется в подменю [48] EXCES.LONG START (ЗАТЯЖНОЙ ПУСК). Запрет снимается по истечении выдержки таймера t_{start} (окончание интервала времени отведенного на пусковой режим).

Активирование данной функции ведет к тому что, в течение пускового режима электродвигателя тепловое состояние имеет ограничение (предельное значение) на уровне 90%. Это означает что отключение от защиты по тепловому перегрузу не может быть при любых характеристиках нагревания электродвигателя. По окончании интервала времени отведенного на фазу пуска электродвигателя, снимается ограничение по максимальному значению теплового состояния (т.е. тепловое состояние может превысить значение 90%).

ПРИМЕЧАНИЕ: - Данная функция не оказывает влияния на формирование сигналов “ θ ALARM” (θ СИГНАЛИЗАЦИЯ ТЕПОВОГО ПЕРЕГРУЗА) и “ θ FORBID.START” (θ ЗАПРЕТ ПУСКА).

- При вводе в работу данной функции, электродвигатель по прежнему защищен по повышению температуры, путем контроля времени отведенного на фазу пуска электродвигателя.

4.10.1.2 Функция коррекции модели теплового состояния электродвигателя по температуре окружающей среды (опция): INFLUENCE RTD (ВЛИЯНИЕ ТД)

Когда окружающая температура превысит $+40^{\circ}\text{C}$, допустимый ток двигателя снижается относительно его номинального значения. Уставки параметров защиты, пригодные в нормальных условиях, не подходят, когда окружающая температура поднимется свыше $+40^{\circ}\text{C}$.

Защита MiCOM P220 имеет возможность учета этого необходимого снижения допустимых параметров двигателей. Тепловое отображение (модель) можно изменить в соответствии с результатами измерения температуры окружающей среды.

Когда эта функция введена пользователем в работу, при окружающей температуре выше $+40^{\circ}\text{C}$, значение уставки тепловой защиты I_{θ} автоматически изменяется для приведения защиты в соответствие с внешними температурными условиями.

Правило для учета влияния окружающей температуры на тепловую модель следующее:

- Для температуры ниже или равной $+40^{\circ}\text{C}$ тепловая модель не меняется;
- Для температуры от $+40^{\circ}\text{C}$ до $+65^{\circ}\text{C}$ уставка тепловой защиты I_{θ} изменяется умножением на коэффициент, определяемый по следующей формуле:

$$K = 1 - (\text{окр.темпер, в град.Цельсия} - 40)/100;$$

- Для температуры выше или равной $+65^{\circ}\text{C}$ уставка тепловой защиты I_{θ} умножается на коэффициент 0,75.

Нижеприведенная таблица дает соотношение между окружающей температурой и влиянием на тепловую модель защищаемого объекта:

Температура окружающей среды (в $^{\circ}\text{C}$)	$+40^{\circ}\text{C}$	$+45^{\circ}\text{C}$	$+50^{\circ}\text{C}$	$+55^{\circ}\text{C}$	$+60^{\circ}\text{C}$	$+65^{\circ}\text{C}$
Корректирующий коэффициент для уставки тепловой защиты I_{θ}	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75

- ПРИМЕЧАНИЕ:** - Эта функция может быть использована только, если реле имеет опцию “6 RTD monitoring” («мониторинг 6 ТД»);
- Датчик, используемый для реализации этой функции - RTD1 (ТД 1) (зажимы 2с-4с-6с). Для использования этой функции датчик, измеряющий окружающую температуру в месте установки двигателя, должен быть подключен к зажимам реле 2с-4с-6с.
 - Оператор может программировать температурные пределы RTD1 (ТД 1) (подменю [49/38] RTD), если он ввел в работу функцию INFLUENCE RTD (ВЛИЯНИЕ ТД).

ВНИМАНИЕ: ДЛЯ РЕЛЕ ИСПОЛНЕНИЯ РАССЧИТАННОГО ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ 2 ТЕРМИСТОРОВ И 4 ТЕРМОДАТЧИКОВ, ДАННАЯ ФУНКЦИЯ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗАЖИМЫ РЕЛЕ 8С-10С-12С.

4.10.1.3 Функция сигнализации перегрева: θ ALARM

Назначением этой функции является выдача предупреждающего сигнала, показывающего, что тепловой уровень двигателя превысил заданный предел: θ ALARM (θ СИГНАЛ). До того, как произойдет отключение от данной функции, могут быть проведены необходимые корректирующие действия.

Как только будет превышена уставка теплового состояния θ ALARM (θ СИГНАЛ), защита MiCOM P220 вычисляет и показывает на дисплее в меню PROCESS (ТЕЧЕНИЕ ПР), (см.п. 4.7 меню PROCESS (ТЕЧЕНИЕ ПР.)) расчетное время, оставшегося до отключения от функции тепловой перегрузки 'THERM OV' (ТЕПЛ.ПЕРЕГР.) Время до отключения действительно при сохранении постоянной кратности перегрузки.

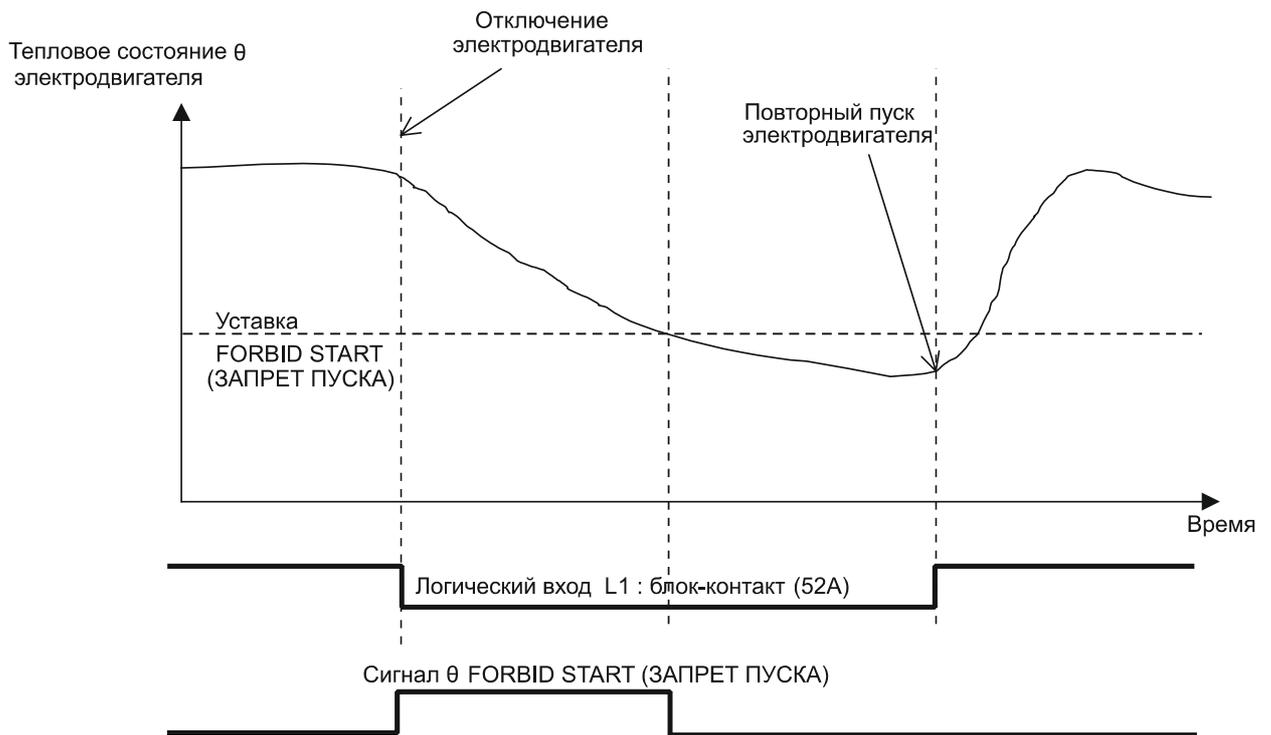
4.10.1.4 Функция запрета пуска по тепловому состоянию: θ 'FORBID. START' (θ ЗАПЕРЕТ ПУСКА)

Эта функция дает возможность запретить или не запрещать пуск нагретого двигателя в зависимости от его теплового состояния. Когда эта функция введена в работу пользователем, следующий пуск запрещается для двигателя до тех пор, пока тепловой уровень θ выше, чем установленный предел θ 'FORBID. START' (θ ЗАПЕРЕТ ПУСКА). В этом случае следует подождать, пока двигатель остынет. Когда значение теплового уровня θ упадет ниже предела θ 'FORBID. START' (θ ЗАПЕРЕТ ПУСКА), пуск двигателя будет разрешен.

Информация, запрещающая пуск по тепловым критериям 'FORBID START' (ЗАПЕРЕТ ПУСКА) активизируется, если выполняются два следующих условия:

- Двигатель отключен: на дискретном логическом входе L1 установлен уровень логического «0» (зажимы 22-24).
- Значение теплового состояния θ выше значения заданного уставкой ' θ FORBID. START' (θ ЗАПЕРЕТ ПУСКА).

Следующая диаграмма показывает действие температурных условий, запрещающих пуск электродвигателя:

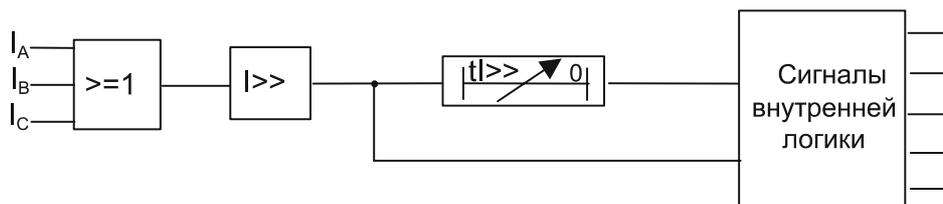


4.10.2 Подменю [50/51] SHORT-CIRCUIT

Функция [50/51] SHORT-CIRCUIT (K3), служит для защиты электродвигателя от коротких замыканий между фазами, по принципу максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени. В этом меню задается уставка тока срабатывания $I_{>>}$ и выдержка времени $t_{>>}$.

Защита MiCOM P220 генерирует сигнал, если ток превышает уставку $I_{>>}$ в течении времени превышающим уставку таймера $t_{>>}$.

В дополнение к выходному сигналу с выдержкой времени, в распоряжении пользователя имеется сигнал без выдержки времени (превышении уставки $I_{>>}$).



ПРИМЕЧАНИЕ: - На таймере $t_{>>}$ может быть задана минимальная (нулевая) выдержка времени.

- Если функция защиты от междуфазный КЗ [50/51] SHORT-CIRCUIT введена в работу, то она остается в работе независимо от режима работы электродвигателя (нормальный режим, двигатель остановлен, режим пуска, режим с заклинённым ротором).

- В случае наступления насыщения фазных трансформаторов тока, реле MiCOM P220 обнаруживает возникновение КЗ при следующих условиях:

- ток КЗ не превышает предельное значение тока насыщения ТТ более чем в 200 раз
- отсутствует остаточная намагниченность сердечника ТТ в момент возникновения КЗ
- отсутствует постоянная составляющая в токе в момент возникновения КЗ
- уставка защиты от м/ф КЗ задана не более 0,9 от предельного значения тока насыщения ТТ

4.10.3 Подменю [50N/51N] EARTH FAULT (КЗ НА ЗЕМЛЮ)

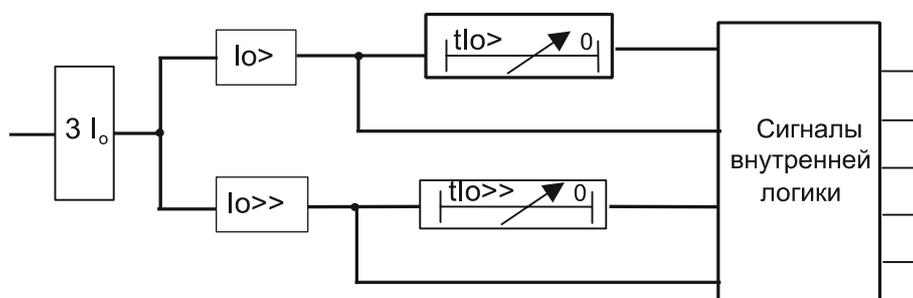
Функция [50N/51N] EARTH FAULT (ЗНЗ), служит для защиты двигателя от замыканий одной или более фаз на землю, использует токовую защиту нулевой последовательности с независимой выдержкой времени.

Замыкания на землю создают ток нулевой последовательности, измеряемый либо тремя фазными ТТ, соединенными на сумму токов, либо непосредственно ТТ нулевой последовательности с сердечником охватывающим проводники 3-х фаз.

Две независимые ступени ЗНЗ ($I_0>$ и $I_0>>$) с выдержками времени ($t!_0>$ и $t!_0>>$) дают возможность пользователю выполнить, например, ступень, действующую на сигнал, и ступень, действующую на отключение.

Уставки ступеней задаются по току $3I_0$ (утроенный ток нулевой последовательности).

Каждая ступень защиты от замыканий на землю обеспечивает выходные сигналы без выдержки времени (мгновенный сигнал о превышении уставки по току срабатывания) и с выдержкой времени связанного со ступенью таймера с регулируемой уставкой.



4.10.4 Подменю [46] UNBALANCE (НЕСИММЕТРИЯ)

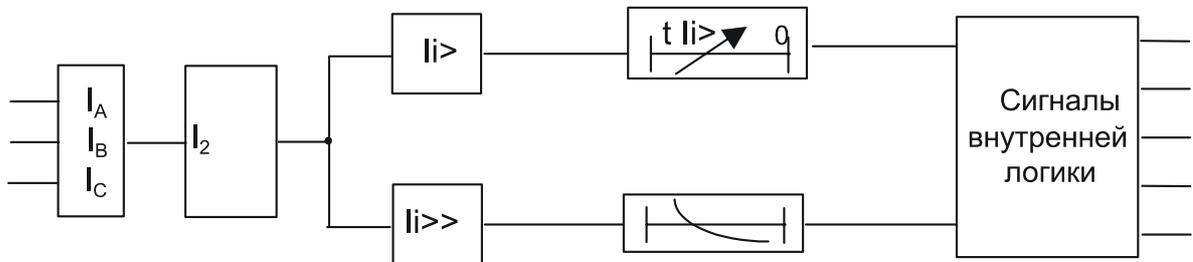
Функция [46] НЕСИММЕТРИЯ, служит для защиты электродвигателя от работы в режиме несимметричной нагрузки, обрыва фазы напряжения питания и обратного чередования фаз, основана на измерении составляющей тока обратной последовательности.

В распоряжении пользователя имеются две ступени максимальной защиты по току обратной последовательности:

- одна из них, $I_i>$, имеет независимую выдержку времени;
- другая, $I_i>>$ - имеет инверсную время-токовую характеристику.

Пользователь может использовать ступень $I_i>$ для обнаружения обратного чередования фаз обрыва фазы или для выявления режима несимметричной работы электродвигателя.

Ступень $I_i >>$ имеет инверсную характеристику, которая дает возможность допускать небольшую кратковременную несимметрию, тогда как значительная несимметрия будет обнаружена значительно быстрее. Эта инверсная временная характеристика позволяет выполнять селективные отключения внешних двухфазных КЗ, возникающих в системе. Характеристика срабатывания данной функции применительно к стойкости электродвигателей к несимметричному режиму работы приведена в приложении.

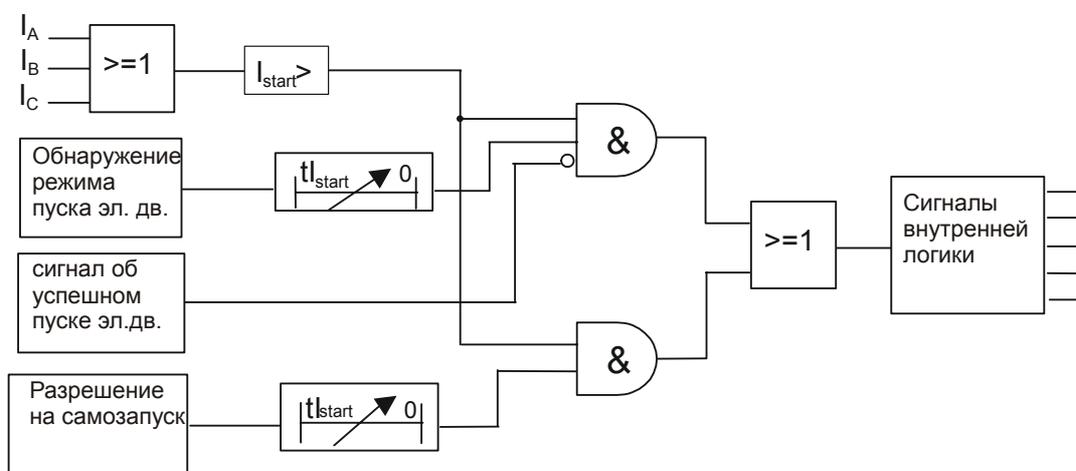


4.10.5 Подменю [48] EXCESS LONG START (ЗАТЯЖ.ПУСК): защита от затяжного пуска

Функция [48] EXCESS LONG START (ЗАТЯЖ.ПУСК) защищает двигатель, если пуск длится слишком долго. Для этого она использует ступень пускового тока I_{start} и выдержку времени пуска t_{start} . Эта ступень и выдержка времени могут задаваться с учетом отстройки от пускового тока.

Эта функция активизируется (инициируется выдержка времени) как только защита MiCOM P220 обнаружит пуск (критерии для распознавания пускового режима выбираются в меню CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ)). Она деактивируется по истечении пусковой выдержки времени t_{start} .

Если по истечении времени t_{start} , ток, потребляемый двигателем, не упал ниже уставки I_{start} , функция выдает сигнал "LONG START t_{start} " (ЗАТЯЖ.ПУСК).



Сигнал «Успешный пуск» формируется по окончании выдержки времени таймера контроля пуска электродвигателя t_{start} если до этого не подавалась команда отключения.

ПРИМЕЧАНИЕ: В режиме нормальной работы, функция защиты при затянувшемся пуске "EXCES LONG START" может быть заново активирована в режиме самозапуска, который может быть вызван перерывом питания электродвигателя, если самозапуск электродвигателя допускается по условиям технологического процесса (выполнена соответствующая конфигурация в меню AUTOMAT. CTRL (АВТОМАТИКА)).

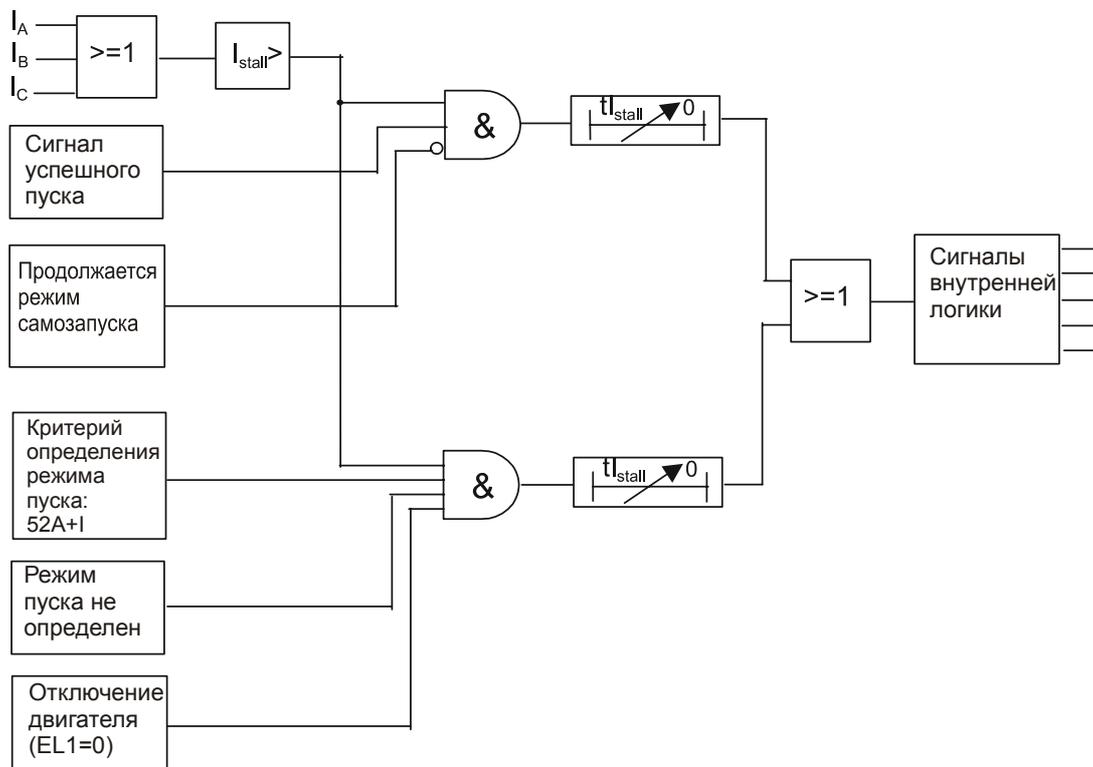
4.10.6 Подменю [51LR/50S] LOCKED ROTOR (ЗАКЛ. РОТОРА)

4.10.6.1 Заклинивание ротора при работающем электродвигателе

Эта функция предназначена для обнаружения заклинивания при работе двигателя, активизируется немедленно после пуска, т.е. по истечении выдержки времени t_{START} (задается в подменю [48] EXCES LONG START (ЗАТЯЖ.ПУСК)).

Данная функция предполагает задание уставок для двух параметров: уставка тока статора при заклинивании ротора I_{STALL} и связанная с ней выдержка времени.

Обнаружение заклинивания ротора в время работы электродвигателя в MiCOM P220 выполнено на принципе контроля превышения тока выше значения уставки I_{stall} на время превышающее уставку таймера t_{STALL} .



ПРИМЕЧАНИЕ:

- При наступлении условий разрешения самозапуска (задается в меню AUTOMAT. CTRL), данная функция деактивируется на время пускового режима определяемого выдержкой времени t_{start} .

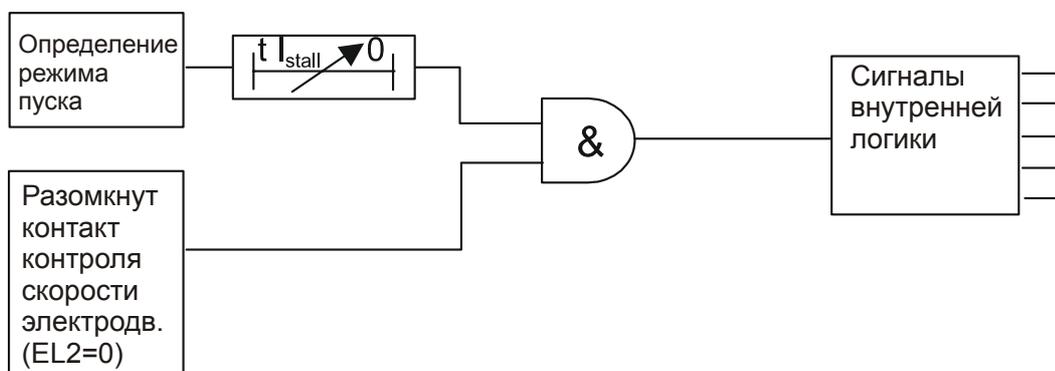
- При пуске электродвигателя, если в качестве критерия определения режима пуска задано «включение контактора/выключателя И превышение уставки I_{start} » ($52a+I$), но реле P220 получает только один из этих сигналов (либо информацию о включении коммутационного аппарата либо ток статора превышает уставку I_{start} , то функция защиты от режима заклинивания ротора при работе электродвигателя активирована.

4.10.6.2 Заклинивание ротора при пуске

Эта функция, позволяющая обнаружить, что ротор электродвигателя заклинило при пуске, активизируется только на время пускового режима, т.е. в течение выдержки времени $t_{l_{start}}$

При этом функция использует сигнал о скорости вращения электродвигателя, получаемый по логическому входу №2 реле P220 (зажимы 26-28) и таймер $t_{l_{stall}}$ – заклинивания ротора (контакт устройства контроля скорости вращения электрической машины подключается к дискретному входу согласно: п.4.11.4.1 «Фиксированные назначения входов»).

При определении начала режима пуска электродвигателя активизируется функция «заклинивание ротора при пуске»: начинается отсчет выдержки времени $t_{l_{stall}}$. По истечении этого времени дискретный вход двигателя (вход №2) должен быть в логическом состоянии логической «1» для индикации того, что скорость двигателя не равна 0. В противном случае это означает, что ротор заклинило (частота вращения равна нулю) и, реле P220 генерирует сигнал о заклинивании ротора при пуске LOCKED ROTOR (ЗАКЛ.РОТОРА).



ПРИМЕЧАНИЕ: - Устройство контроля скорости вращения электродвигателя информирует реле P220 о вращении ротора. Замыкание данного контакта означает что ротор электродвигателя вращается (т.е. скорость не равна нулю).

- Таймер выдержки времени $t_{l_{stall}}$ является общим таймером функций определения «заклинивания ротора при работе» и «заклинивание ротора при пуске»

- Если электродвигатель не оснащен устройством контроля вращения ротора, то данная функция не может быть использована и следовательно должна быть выведена из работы при конфигурировании P220.

4.10.7 Подменю [37] LOSS OF LOAD (ПОТЕРЯ НАГРУЗКИ): защита минимального тока/режим сброса нагрузки

Функция [37] UNDERCURRENT (СНИЖ.ТОКА), которая дает возможность обнаружить потерю нагрузки (например, спуск воды из насоса или обрыв ленты конвейера), использует защиту минимального тока с независимой выдержкой времени. Пользователь устанавливает следующие параметры:

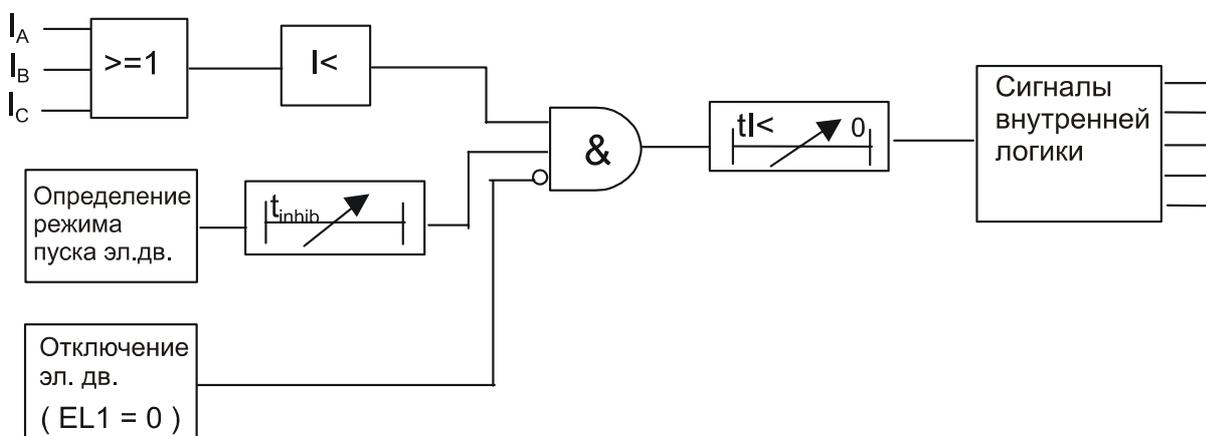
- Уставку минимального тока $I_{<}$
- Выдержку времени $t_{I<}$ ступени минимального тока;
- Выдержку времени запрета пуска $T_{inhib.}$ (t запрета)

Эта функция деактивируется, при отключении электродвигателя (логический «0» на дискретном входе №1), а также на время отсчета выдержки времени таймера запрета T_{inhib} .

Когда реле P220 определяет начало режима пуска электродвигателя, эта функция активируется по истечении выдержки времени запрета пуска T_{inhib} .

Выдержка времени T_{inhib} используется для двигателей с ненагруженным пуском, которые нагружаются постепенно в конце пуска.

При работе электродвигателя (при условии, что выдержка времени таймера T_{inhib} истекла), если один из фазных токов, потребляемых двигателем снижается ниже значения уставки $I<$ на время превышающее уставку таймера $tI<$, то реле P220 генерирует сигнал потери нагрузки « $tI<$ ».



4.10.8 Подменю [49/38] RTD (ТД): тепловая защита на термодатчиках (по заказу)

Функция [49/38] ДАТЧИКИ ТД предназначена для обнаружения аномальных повышений температуры двигателя путем прямых измерений. Это достигается мониторингом шести ТД (дистанционных Температурных Датчиков). ТД могут быть выбраны таких типов: PT100, Ni120, Ni100 или Cu10 (типы датчиков выбираются в меню CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ)). Для Каждого датчика ТД пользователь задает:

- Степень сигнализации RTD # ALARM (ТД# СИГНАЛ);
- Выдержку времени ступени сигнализации t RTD # ALARM (t ТД# СИГНАЛ)
- Степень отключения RTD # TRIP (ОТКЛ.ТД #);
- Выдержку времени ступени отключения t RTD # TRIP (t ОТКЛ.ТД #).

Сигнал о повышении температуры генерируется в том случае если температура измеряемая датчиком превышает заданную уставку сигнализации в течении времени превышающем уставку таймера связанного со ступенью сигнализации.

Команда отключения при повышении температуры генерируется в том если температура измеряемая датчиком превышает заданную уставку отключения в течении времени превышающем уставку таймера связанного со ступенью отключения.

Реле MiCOM P220 постоянно контролирует работу датчиков ТД. Сигнал о неисправности датчиков генерируется при следующих условиях:

- Обрыв провода к ТД;
- Закорачивание ТД.

При обнаружении повреждения ТД появляется сообщение сигнализации “RTD/Therm ERROR” («ТД / ОШИБКА») и функции/ступени защит, связанные с этим ТД, деактивируются.

ТД могут размещаться:

- На обмотке статора (защита статора, косвенная защита ротора, обнаружение неисправности системы охлаждения),
- На подшипниках (для обнаружения нарушения смазки),
- Вне двигателя (измерение температуры окружающей среды), на уровне забора охлаждающего воздуха.

ПРИМЕЧАНИЕ: - Символ # соответствует номеру ТД.

- Все ТД должны обязательно быть одинакового типа (PT100, Ni120, Ni100 или Cu10);
- Возможно подключение только тех ТД, которые необходимы для контроля;
- ТД1 может использоваться для измерения температуры окружающей среды и, следовательно, корректировки на тепловое образа защищаемого объекта (см.п. 4.10.1.2 Функция влияния окружающей температуры на тепловую модель (опция).

4.10.9 Подменю [49] THERMISTOR (ТЕРМИСТОР): тепловая защита с помощью терморезисторов (опция)

в данном подменю обеспечивается мониторинг двух термисторов и четырех термодатчиков.

Функция [49] THERMISTOR (ТЕРМИСТОР), как и предыдущая функция служит для обнаружения недопустимого повышения температуры. Для работы используются термисторы типа РТС или NTC (используемый тип указывается в меню CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ)).

Реле P220 обеспечивает мониторинг изменений двух термисторов. Каждый вход для подключения термистора связан с независимой уставкой (Thermist #) с фиксированной выдержкой времени 2 секунды. Для каждого из термисторов пользователь задает значение уставки срабатывания в Омах.

Сигнал “Thermist #” появляется в случае если сопротивление термистора превышает заданную уставку на время более 2 секунд.

ПРИМЕЧАНИЕ: - Символ # соответствует номеру термистора.

4.11 Меню АВТОМАТ. CTRL (АВТОМАТИКА)

Меню АВТОМАТ. CTRL (АВТОМАТИКА) состоит из 10 подменю:

- [66] START NUMBER (ЧИСЛО ПУСКОВ)
- MIN TIME BETW 2 START (МИН.Т М-ДУ 2 ПУСК)
- RE-ACCEL AUTHORIZ (САМОЗАПУСК.РАЗР)
- INPUTS (ВХОДЫ)
- AND LOGIC EQUATION (УРАВНЕНИЕ ЛОГ. И)
- AND LOGIC T EQUA DEALY (УРАВН.ЗАДЕРЖ.Л.И)
- AUX OUTPUT RLY (ДОП.ВЫХОД.РЕЛЕ)
- LATCH OUTPUT RALYS (ФИКС.ВЫХОД.РЕЛЕ)
- TRIP OUTPUT RLY (ВЫХОД.РЕЛЕ ОТКЛ)

- LATCH TRIP ORDER (ФИКС.КОМ.ОТКЛ.)
- SW SUPERVISION (КОНТР.СОСТ.ВЫКЛ.)

4.11.1 Подменю [66] START NUMBER (ЧИСЛО ПУСКОВ): ограничение числа пусков за период

Функция [66] START NUMBER (ЧИСЛО ПУСКОВ) позволяет ограничить число пусков в течение контролируемого интервала времени. Слишком частые пуски могут быть очень тяжелыми для двигателя (перегрев), для его пусковой системы (пусковое сопротивление, электролитическая ванна,...) или могут быть ограничены требованиями технологического процесса. Функция [66] START NUMBER (ЧИСЛО ПУСКОВ) использует следующие регулируемые параметры:

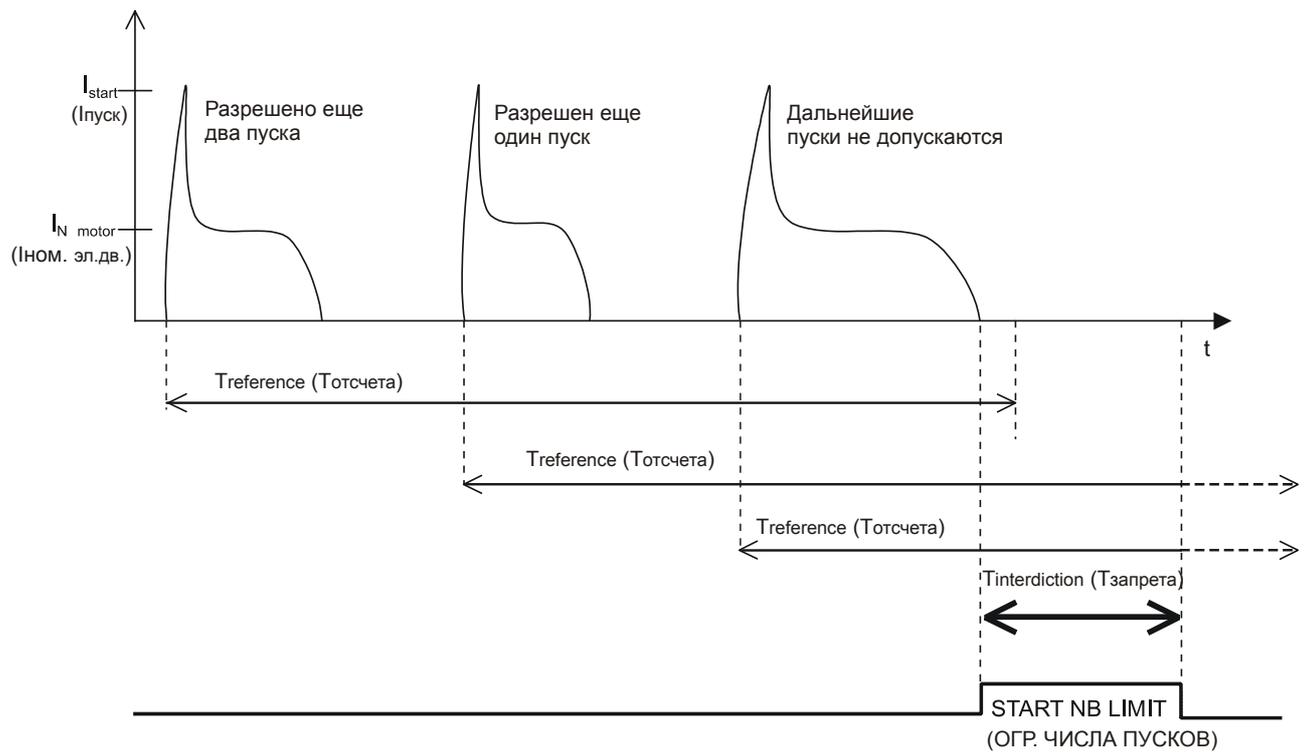
- Длительность интервала контроля количества пусков $T_{reference}$ (Тотчета);
- Допустимое число «горячих» пусков HOT START NB (ЧИСЛО ГОР. ПУСК);
- Допустимое число «холодных» пусков COLD START NB (ЧИСЛО ХОЛ.ПУСК);
- Выдержка времени запрета пуска $T_{interdiction}$ (Тзапрета).

Каждый раз, как только реле определяет начало пуска электродвигателя, запускается отсчет выдержки времени контроля количества пусков $T_{reference}$ (Тотчета) и число пусков, регистрируемое счетчиком в соответствии с температурой двигателя (горячий или холодный), увеличивается на единицу. По истечении выдержки времени упомянутый счетчик уменьшает показания на 1.

Каждую остановку двигателя (изменение состояния логического входа №1 из состояния 1 в состояние 0) реле P220 определяет, достигли ли показания обоих счетчиков предельных значений. Если значение одного из счетчиков достигло заданного значения, P 220 выдает сигнал, запрещающий пуск START NB LIMIT (ОГР. ЧИСЛА ПУСКОВ) на время, равное выдержке времени запрета пуска $T_{interdiction}$ (Тзапрета) По истечении выдержки времени сигнал сбрасывается и можно запускать двигатель снова.

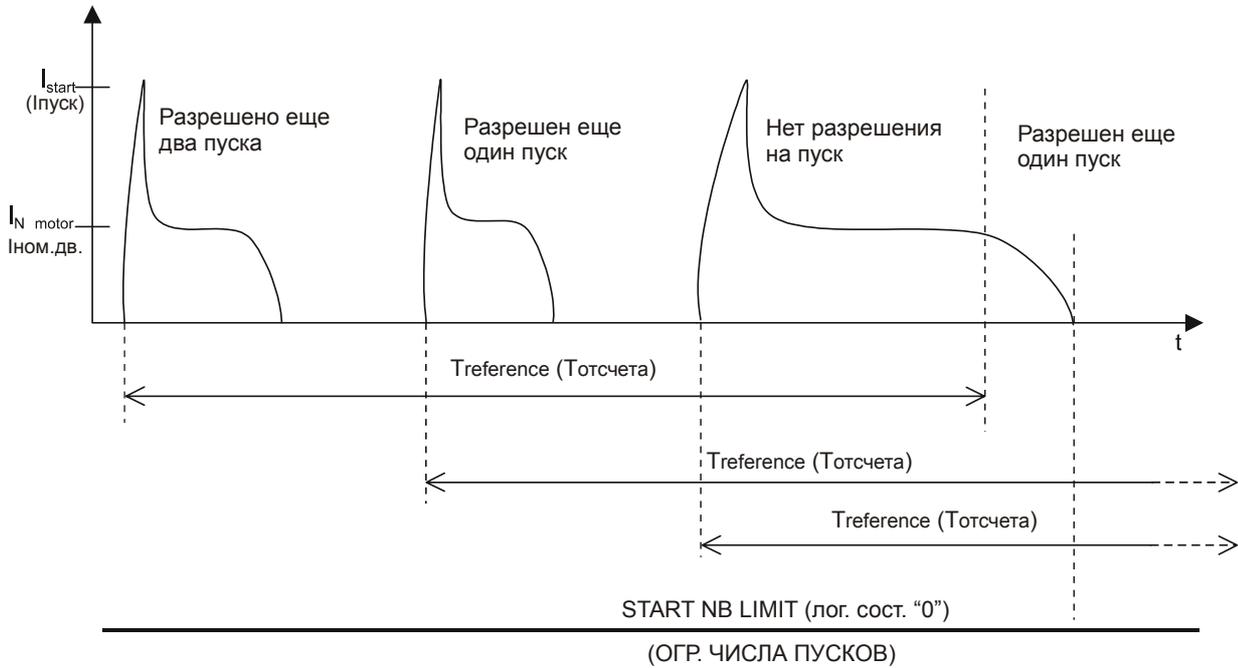
ПРИМЕРЫ: Возьмем для примера холодные пуски, когда допустимое число холодных пусков установлено на 3 за период $T_{reference}$ (Тотчета).

Вариант № 1. Допустимое число холодных пусков достигнуто и двигатель остановился до истечения периода $T_{reference}$, следовательно, сразу после остановки электродвигателя запускается таймер $T_{interdiction}$. Следующий пуск может быть выполнен только по истечении времени таймера $T_{interdiction}$ (Тзапрета).



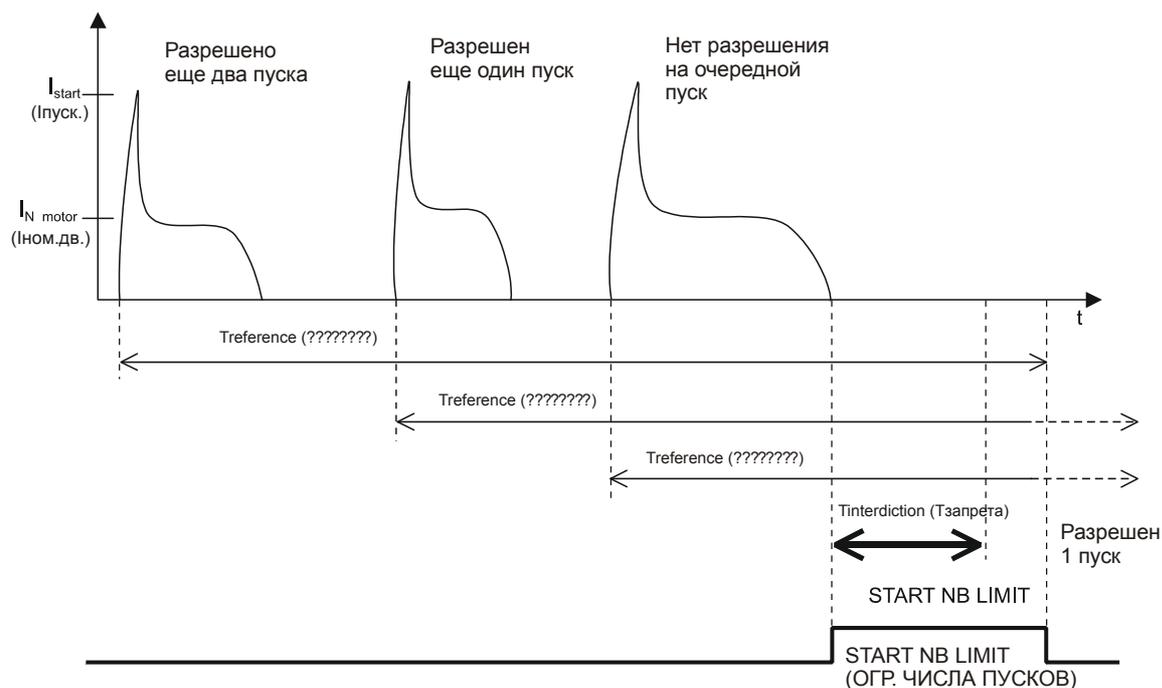
Вариант №2

Допустимое количество холодных пусков достигнуто, но двигатель не остановлен до истечения выдержки таймера периода контроля $T_{reference}$ (Тотсчета), следовательно таймер запрета $T_{interdiction}$ (Тзапрета) не пускается и запрет на очередной пуск отсутствует.



Вариант №3

Допустимое количество пусков достигнуто, но отсчет выдержки времени таймера запрета $T_{interdiction}$ (Тзапрета) заканчивается раньше чем отсчет периода контроля количества пусков $T_{reference}$ (Тотсчета). В этом случае пуск электродвигателя будет запрещен несмотря на возврат таймера запрета, т.к. сигнал ограничения количества пусков 'START NB LIMIT' (ОГР. ЧИСЛА ПУСКОВ) продляется до истечения выдержки времени таймера отсчета периода контроля количества пусков $T_{reference}$ (Тотсчета).



- ПРИМЕЧАНИЕ:**
- Пуск считается «холодным» если тепловое состояние электродвигателя не превышает 50%, на момент определения начала пуска.
 - Пуск считается «горячим» если тепловое состояние электродвигателя превышает 50%, на момент определения начала пуска.
 - В том случае когда к моменту истечения выдержки времени таймера запрета $T_{interdiction}$ (Тзапрета) достигнуто предельное значения одного из счетчиков (горячих или холодных пусков), сигнал $START\ NB\ LIMIT$ (ОГР. ЧИСЛА ПУСКОВ) не снимается до тех пор пока не будет снижено на единицу значение соответствующего счетчика (см. вариант №3). (значение уменьшается про истечении выдержки времени таймера $T_{reference}$).
 - Число разрешенных пусков или время до получения разрешения на очередной пуск (если нет разрешенных на данное время) доступно для вывода на дисплей в меню $PROCESS$ (ТЕЧЕНИЕ ПР.) (раздел 4.7 меню $PROCESS$).

4.11.2 Подменю MIN TIME BETW 2 START (МИН. Т М-ДУ 2 ПУСК): минимальное время между двумя пусками

Чрезмерного нагрева двигателя или пусковой системы, вызванного двумя пусками подряд можно избежать с помощью функции MIN TIME BETW 2 START (МИН.Т М-ДУ 2 ПУСК).

Она основана на использовании регулируемой выдержки времени: минимального времени между двумя пусками "T betw 2 start" («Т между 2 пусками»).

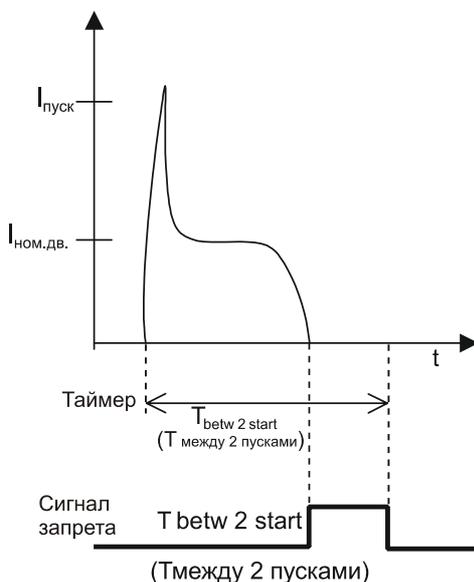
Таймер функции запускается если реле P220 обнаруживает пуск электродвигателя. При остановке двигателя, если выдержка времени "T betw 2 start" («Т между 2 пусками») не истекла, сигнал, запрещающий пуск "Tbetw 2 start" («Т между 2 пусками») присутствует, до истечения данной выдержки времени.

Примеры

Случай № 1

Электродвигатель остановлен до истечения выдержки времени таймера "Tbetw 2 start" (Т между 2 пусками).

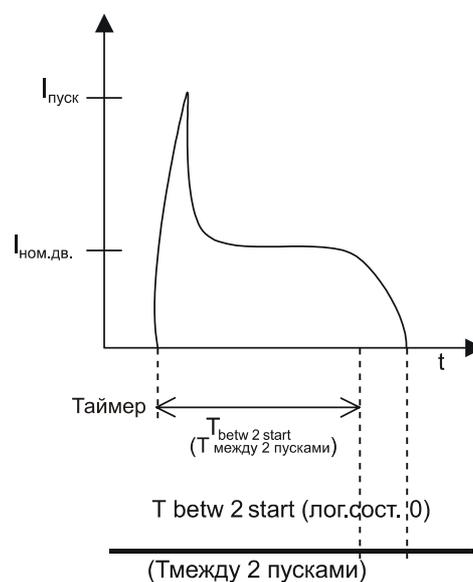
Сигнал запрещающий пуск "Tbetw 2 start" (Т между 2 пусками) генерируется во время отсчета интервала времени таймера "Tbetw 2 start" (Т между 2 пусками)



Случай № 2

Электродвигатель остановлен после истечения выдержки времени таймера "Tbetw 2 start" (Т между 2 пусками).

Сигнал запрещающий пуск не генерируется.



4.11.3 Подменю REACCEL AUTHORIZ (САМОЗАПУСК РАЗР.): разрешение самозапуска

Снижение напряжения в сети вызывает снижение скорости вращения ротора. При восстановлении напряжения начинается процесс самозапуска электродвигателя для восстановления номинальной скорости. Самозапуск проявляется как увеличение тока до примерно такого же значения, как и при заклинивании ротора, его продолжительность зависит от степени снижения напряжения.

Реле MiCOM P220 получает информацию о снижении/исчезновении напряжения в сети питания электродвигателя. На программируемый дискретный вход реле (вход назначен как 'VOLT.DIP' (СНИЖ.НАПР.) в подменю 'INPUTS' (ВХОДЫ, см.п. 4.11.4.2.) поступает логический сигнал, указывающий на снижение напряжения в сети. Сравнивая продолжительность снижения напряжения с регулируемой выдержкой времени $T_{геасс}$ ($T_{самоз}$), реле P220 разрешает или не разрешает самозапуск двигателя.

Пользователь задает время $T_{самоз}$. Это время соответствует максимальной длительности отсутствия напряжения, при которой допустим самозапуск двигателей.

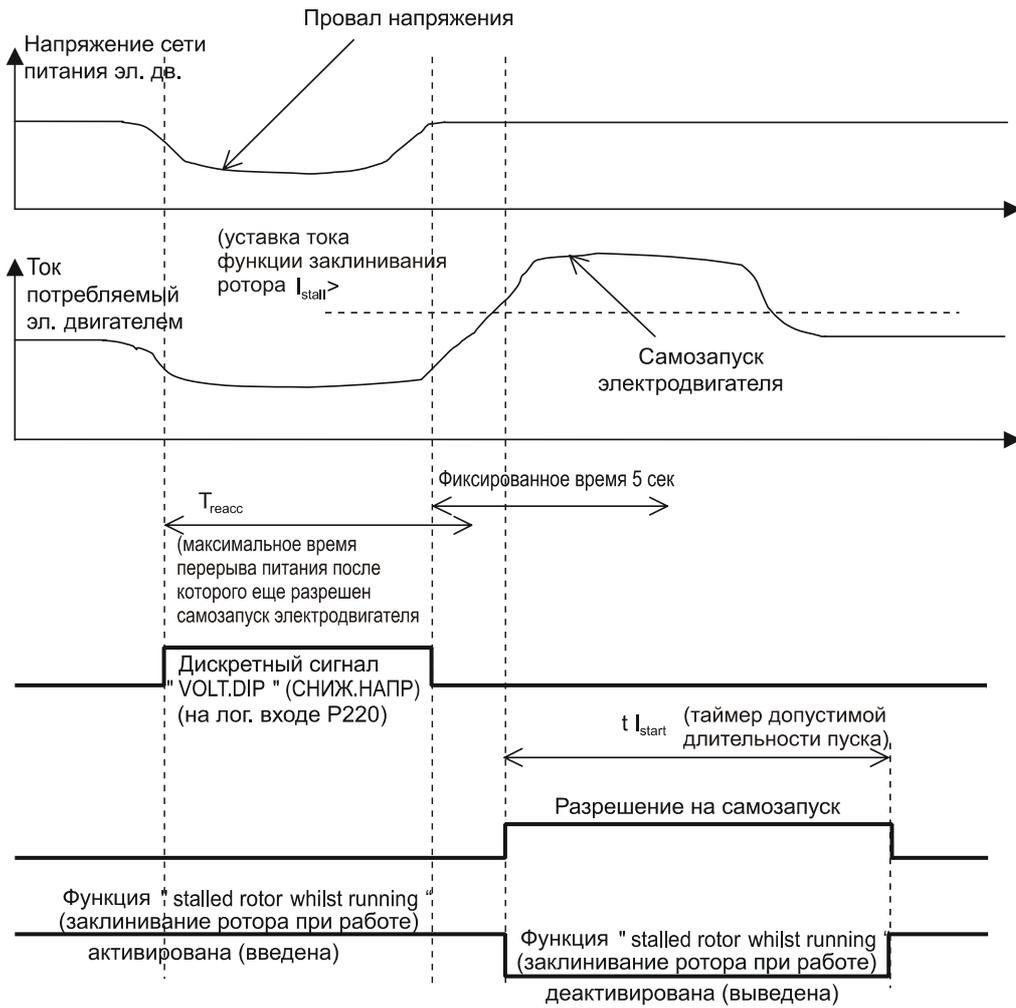
При получении дискретного сигнала о потере напряжения, в реле MiCOM P220 начинается отсчет выдержки времени $T_{геасс}$ ($T_{самоз}$). При этом возможны два варианта развития событий:

- Если продолжительность провала напряжения меньше, чем время $T_{геасс}$ ($T_{самоз}$) и, если за 5 секунд после восстановления напряжения, ток, потребляемый двигателем, превышает уставку $I_{stall>}$ ($I_{зак>}$) (функция [51LR/50S] EXCEL LONG START (ЗА КЛИН. РОТОРА), тогда:
 - P220 начинает мониторинг режима пуска (инициация выдержки времени t_{start} ($t_{пуск}$), функция EXCEL LONG START (ЗАТЯЖ.ПУСК) и деактивирует функцию «заклинивание ротора во время работы двигателя»;
 - По истечении времени, допустимого для пуска t_{start} ($t_{пуск}$) реле P220 вновь активизирует функцию «заклинивание ротора во время работы двигателя»;
- Если продолжительность отсутствия напряжения больше, чем время $T_{геасс}$ ($T_{самоз}$), реле P220 не изменяет логику своей работы. Когда двигатель сделает попытку самозапуска, генерируется команда отключения функцией «заклинивание ротора во время работы», если потребляемый двигателем ток превышает уставку $I_{stall>}$ ($I_{зак>}$) на время, большее, чем t_{stall} ($t_{зак}$).

Примеры

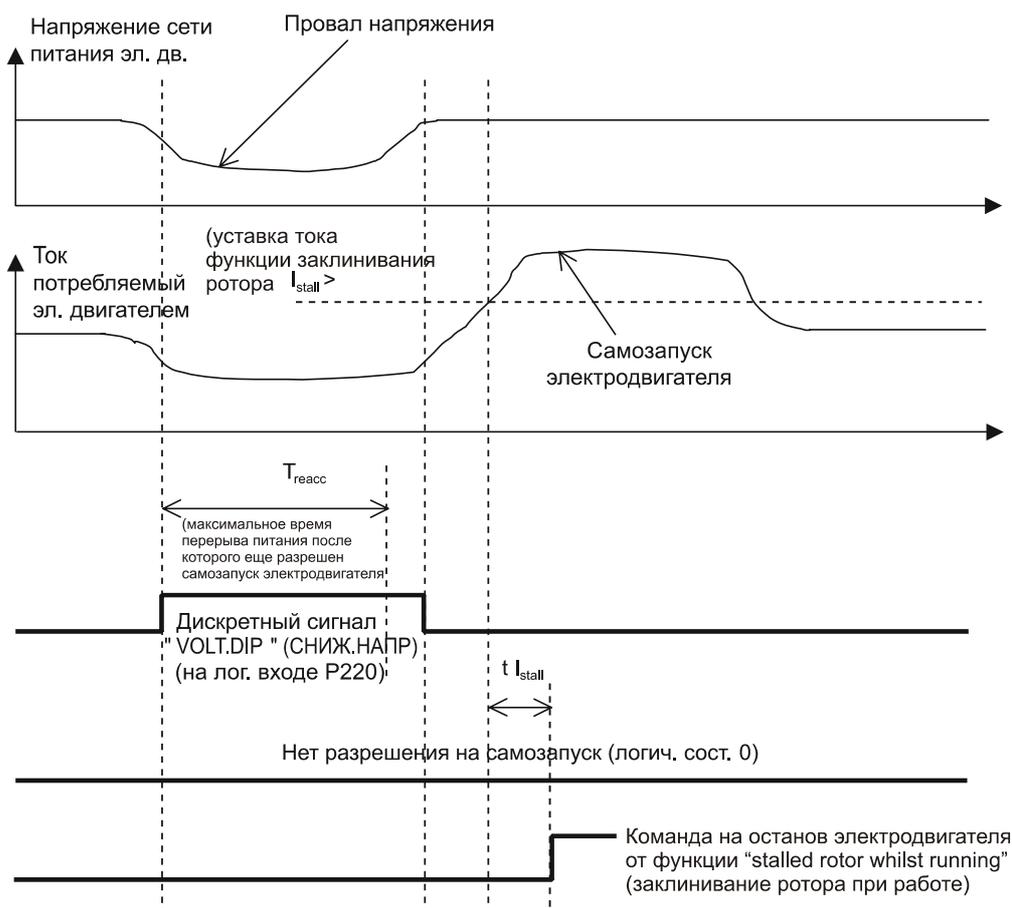
Случай № 1

Продолжительность перерыва питания меньше чем максимально допустимое время для разрешения самозапуска электродвигателя.



Случай № 2

Продолжительность перерыва питания больше чем выдержка времени $T_{\text{геacc}}$, самозапуск электродвигателя запрещен (не разрешен). Если ток потребляемый двигателем превысит уставку I_{stall} (попытка неразрешенного самозапуска), срабатывает функция "stalled rotor whilst running" (заклинивание ротора при работе) и дает команду на отключение электродвигателя.



ПРИМЕЧАНИЕ: В расчет принимаются только перерывы питания длительностью не менее 100мс.

4.11.4 Дискретные входы и выходы – логические условия

Благодаря программируемой логической схеме, входам и выходам, реле MiCOM P220 позволяет реализовать схемы автоматики и управления. MiCOM P220 имеет:

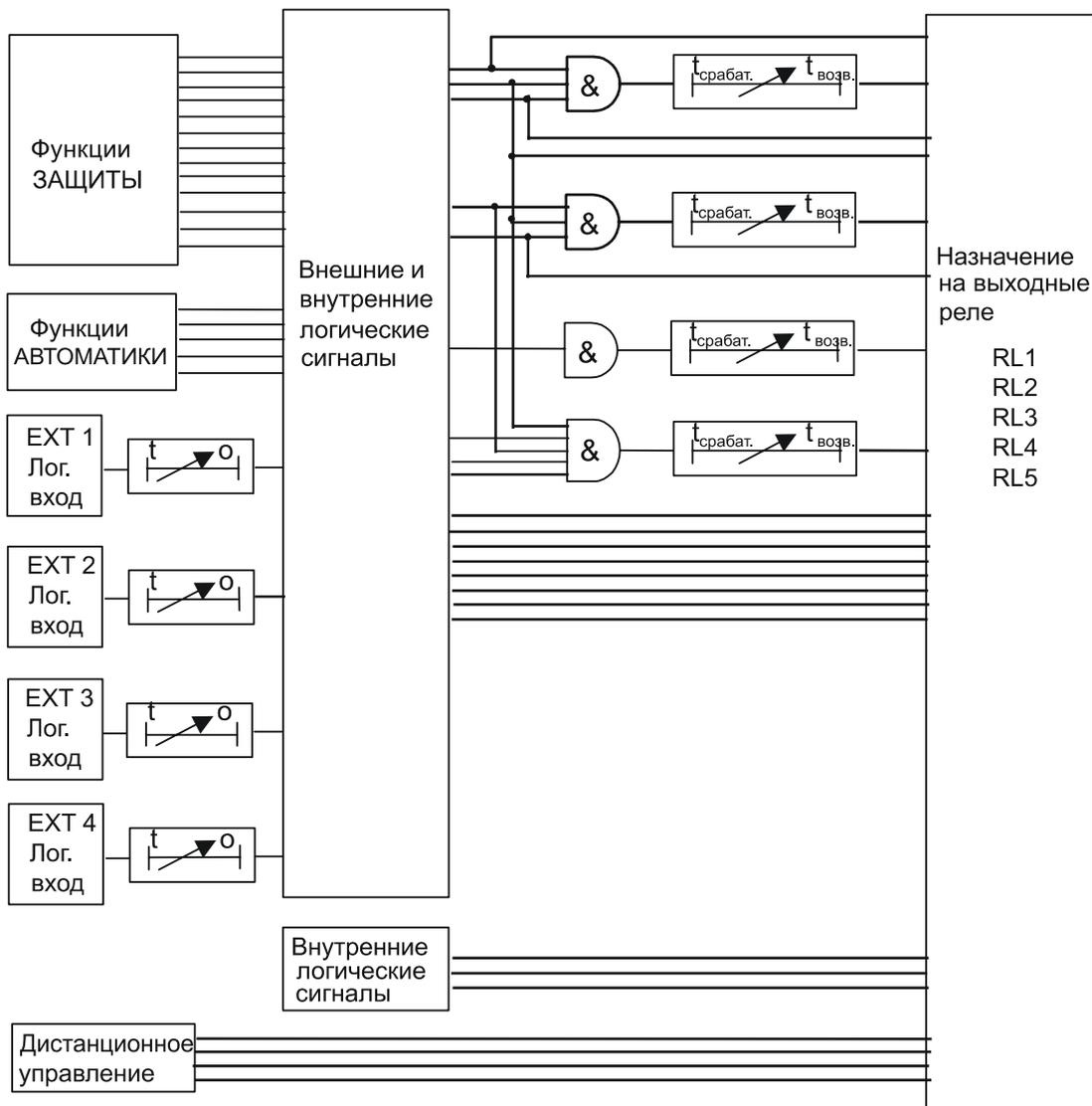
- 5 дискретных входов, 3 из которых программируемые
- 6 логических выходов, 5 из которых программируемые
- 4 уравнения логики И.

Для осуществления схем управления и автоматики P220 принимает во внимание два типа данных:

- внутренние данные:

- логическое состояние функций защиты (мгновенные сигналы, сигналы с выдержкой времени);
- логическое состояние функций автоматики или состояния (запрет пуска, успешный пуск);
- внешние данные:
 - данные, полученные через дискретные входы;
 - данные, полученные через сеть связи (дистанционное управление оператором).

Логическая схема, приведенная ниже, показывает разные возможности реле защиты электродвигателя типа MiCOM P220.



4.11.4.1 Логические входы фиксированного назначения

В MiCOM P220 два логических входа имеют фиксированное назначение :

- Логический вход № 1 (зажимы 22-24) предназначен для контроля положения контактора с предохранителями или выключателя (52a). Этот вход должен быть подключен к блок-контакту повторяющему положение коммутационного

аппарата (контакт 52а разомкнут при отключенном коммутационном аппарате и, соответственно, замкнут при включенном). **Подключение данного логического входа является обязательным.**

- Логический вход № 2 (зажимы 26 – 28) предназначен для подключения дискретного сигнала контроля скорости электродвигателя. Логический сигнал получается от устройства контроля частоты вращения электродвигателя имеющего дискретный (контактный) выход. Контакт должен быть разомкнут при нулевой частоте вращения ротора электродвигателя и замыкаться как только ротор начинает вращение. Подключение датчика вращения роторе необходимо для использования функции защиты “locked rotor at start” («заклинивание ротора при пуске»).

ПРИМЕЧАНИЕ: Если логический вход №2 не подключен к датчику вращения ротора, то данный дискретный вход остается без назначения.

4.11.4.2 Подменю INPUTS (ВХОДЫ): программируемые входы

Пользователь имеет возможность запрограммировать три логических входа P220. Этими входами являются вход № 3 (зажимы 13-15), № 4 (зажима 17-19) и № 5 (зажима 21-23). Выбор назначений для этих входов выполняется в меню INPUTS (ВХОДЫ).

ПРИМЕЧАНИЕ: За исключением уставки “None” (Без назначения), любая из перечисленных ниже функций может быть назначена на логический вход.

Доступные варианты назначений информации на логический вход	Обозначение	Режим работы логического входа
Аварийный пуск	EMERG ST (АВАРИЙНЫЙ ПУСК)	LEVEL
Выбор активной группы уставок (переключение между группами 1 и 2)	SET GROUP (ГРУППА УСТАВОК)	LEVEL/EDGE
Дистанционный пуск осциллографа	DIST TRIG (НАЧАТЬ ЗАПИСЬ)	EDGE
Внешнее квитирование (подтверждение)	EXT RESET (ВНЕШ. СБРОС)	LEVEL
Разрешение на самозапуск	VOLT DIP (СНИЖ. НАПРЯЖ.)	LEVEL
Дополнительные таймеры 1 и 2	EXT 1 и EXT 2 (ДОП 1 и ДОП 2)	LEVEL
Дополнительные таймеры 3 и 4	EXT 3 и EXT 4 (ДОП 3 и ДОП 4)	LEVEL
Без назначения	NONE (БЕЗ)	

АВАРИЙНЫЙ ПУСК

Аварийный пуск может быть необходим в целях безопасности. Когда на дискретный вход, предназначенный для функции “EMERG ST” («аварийного пуска») подано напряжение (логическое состояние «1»), реле P220 реагирует следующим образом:

- Значение теплового состояния θ ограничивается на уровне 90%, так чтобы не произошло отключение от защиты по тепловому перегрузу (“THERM. OV”) во время пуска (см.п. 4.10.1.1 *Функция запрета теплового отключения во время пуска: “ θ INHIBIT” (θ ЗАПРЕТ)*). По истечении выдержки времени таймера t_{start} ($t_{пуск}$), контролирующего время пуска, будет снято ограничение и значение теплового состояния θ сможет превысить уровень 90%;
- Блокируется сигнал теплового запрета пуска “ θ FORBID START” (« θ ЗАПРЕТ ПУСКА»);
- Блокируется сигнал запрета пуска “START NB LIMIT” («ОГРАН.ЧИСЛО ПУСК.») функции «ограничение числа пусков»;
- Блокируется сигнал запрета пуска “T betw 2 start” («Т между 2 пусками») функции «минимальное время между двумя пусками».

Двигатель, следовательно, может запускаться, и во время пуска не произойдет отключения от защиты от теплового перегруза.

ПРИМЕЧАНИЕ: - Дискретный вход “EMERG ST” («АВАРИЙНЫЙ ПУСК») должен поддерживаться в активированном состоянии до конца пуска двигателя.

- Команда аварийного пуска может быть послана в реле защиты P220 дистанционно, т.е. через сеть передачи информации.

- Сигнал “EMERG ST” («АВАРИЙНЫЙ ПУСК») поступающий в P220 не формирует команду включения коммутационного аппарата (пуск двигателя), но делает пуск двигателя возможным.

ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МЕЖДУ ДВУМЯ КОНФИГУРАЦИЯМИ (ПЕРЕВОД С ОДНОЙ ГРУППЫ УСТАВОК НА ДРУГУЮ)

Устройство защиты типа MiCOM P220 имеет возможность выполнения двух конфигураций устройства (2 группы уставок). Переключение с одной конфигурации на другую может быть выполнено с помощью одного программируемого логического входа “SET GROUP” («ГРУППА УСТАВОК»). Если выбранный логический вход назначается на переключение между группами уставок, то пользователь также имеет возможность выбрать режим работы данного оптовхода. Возможные варианты уставки: LEVEL (УРОВЕНЬ) или EDGE (ФРОНТ). (минимальная длительность сигнала на оптовходе 15мс)

Смена одной конфигурации на другую может быть произведена также с передней панели реле или по сети связи (см.п.4.5.1.1 Configuration Group),

Изменение группы уставок невозможно, если одна из следующих защитных функций активирована (например, если превышена уставка срабатывания):

функция [50/51] SHORT-CIRCUIT (К.З)

функция [50N/51N] EARTH FAULT (ЗАМЫК.НА ЗЕМЛЮ)

функция [46] UNBALANCE (НЕСИММЕТРИЯ)

функция [48] EXCES LONG START (ЗАТЯЖ. ПУСК)

функция [50S/51LR] BLOCK ROTOR (ЗАКЛИН.РОТОРА)

функция [37] LOSS OF LOAD (ПОТЕРЯ НАГРУЗКИ)

[49/38] RTD (ДАТЧИКИ ТД) (опция)

[49] THERMISTOR (ТЕРМИСТОР)

ПУСК ОСЦИЛЛОГРАФА

Назначение на программируемый логический вход функции “DIST TRIG” (НАЧАТЬ ЗАПИСЬ) позволяет пользователю выполнить пуск осциллографа путем активирования данного входа. При подаче напряжения на дискретный вход назначенный как “DIST TRIG” (НАЧАТЬ ЗАПИСЬ) инициализируется запись переходного режима. При данном назначении оптовход активируется возрастающим фронтом напряжения.

ВНЕШНЕЕ КВИТИРОВАНИЕ (ПОДТВЕРЖДЕНИЕ)

Назначение на логический вход функции внешнего квитирования “EXT RESET” («ВНЕШ.СБРОС») предоставляет пользователю возможность квитирования сообщений сигнализации и деблокирования выходных реле установленных на «самоподхват» (см.п.4.11.10 *подменю LATCH TRIP ORDER (КОМАНДА.БЛ.ОТКЛ.)*), путем активирования этого логического входа.

РАЗРЕШЕНИЕ САМОЗАПУСКА

Информация о подсадке напряжения “VOLT. DIP” («СНИЖ.НАПРЯЖ.») может быть присвоена одному из входов, чтобы дать возможность реле P220 учесть, при необходимости, провалы напряжения для разрешения самозапуска (см.подменю *REACCEL AUTORIZ - САМОЗАПУСК РАЗРЕШ.*).

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВХОДЫ (ТАЙМЕРЫ) 1 И 2

Назначения оптовходов реле P220 на функции “EXT1” и “EXT2” («ДОП 1» и «ДОП 2») позволяют ввести в реле два дополнительных внешних сигнала. С каждым из входных дополнительных сигналов связан свой таймер с регулируемой выдержкой времени tEXT1 и tEXT2 (Т ДОП 1 и Т ДОП 2) соответственно.

Внутренний логический сигнал “EXT1” («ДОП 1») в реле принимает состояние логической «1», если соответствующий дискретный вход активирован на время, большее или равное времени таймера tEXT1 (Т ДОП 1). Логическое состояние внутреннего сигнала “EXT1” («ДОП 1») становится логическим «0», если внешний сигнал снимается с оптовхода реле.

Внутренний логический сигнал “EXT2” («ДОП 2») в реле принимает состояние логической «1», если соответствующий дискретный вход активирован на время, большее или равное времени таймера tEXT2 (Т ДОП 2). Логическое состояние внутреннего сигнала “EXT2” («ДОП 2») становится логическим «0», если внешний сигнал снимается с оптовхода реле.

При истечении выдержки времени таймеров tEXT1 (Т ДОП 1) и tEXT2 (Т ДОП 2) происходит следующее:

- Посылается соответствующее сообщение сигнализации
- Загорается светодиод **ALARM (СИГНАЛЫ)**
- Выполняется соответствующая запись регистратора событий

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВХОДЫ (ТАЙМЕРЫ) 3 И 4

Работа реле P220 при назначении оптовходов на функции “EXT3” и “EXT4” («ДОП 3» и «ДОП 4») идентична работе при назначениях “EXT1” и “EXT2” («ДОП 1» и «ДОП 2») за исключением того, что по истечении выдержки времени таймеров tEXT3 (Т ДОП 3) и tEXT4 (Т ДОП 4) не появляется сообщение сигнализации, не загорается светодиод **ALARM (СИГНАЛЫ)**, а выполняется лишь регистрационная запись в памяти реле.

–

БЕЗ НАЗНАЧЕНИЯ

Если для дискретного входа реле выбрано назначение "NONE" («БЕЗ»), то он становится неактивным. Реле P220 перестает реагировать на наличие или отсутствие напряжения на данном входе.

4.11.5 Подменю 'AND LOGIC EQUAT' («УРАВН. ЛОГИКИ И»)

Функция УРАВН.ЛОГИКИ «И» позволяет оператору программировать 4 уравнения логики «И», известные как А, В, С и D.

Каждое уравнение может быть логикой «И» одного, двух или нескольких внутренних логических сигналов (функции защиты и автоматики) или внешних сигналов (состояние дискретных входов «ДОП 1» и «ДОП 2») в защите P220.

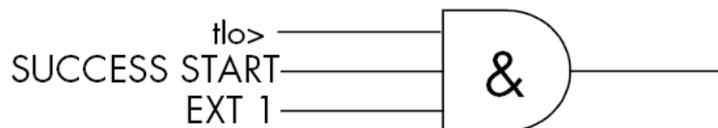
В этом меню пользователь составляет каждое из 4 логических уравнений, создавая элемент логики «И» между несколькими элементами данных. Данные подставляются в логическое уравнение путем установки соответствующей цифры на «1». Если цифра установлена на «0», данные не подставляются в соответствующее логическое уравнение.

ПРИМЕРЫ:

Вы хотите составить 2 логических уравнения «И».

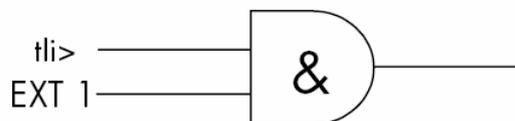
Для первого уравнения вы хотите применить логику «И» для следующих данных:

- защита от замыканий на землю с выдержкой времени 1-го элемента (tlo>);
- успешный пуск (SUCCESS START - УСПЕШ.ПУСК);
- логическое состояние одного из дискретных входов (EXT1 - ДОП 1).



Для второго уравнения вы хотите применить логику «И» для следующих данных:

- 1-я ступень защиты от несимметричного режима (tli>);
- логическое состояние одного из дискретных входов (EXT1 - ДОП 1).



Программирование меню 'AND LOGIC EQUAT' (УРАВН. ЛОГИКИ И). В данном примере первое уравнение будет уравнение А, а второе уравнение – В:

tlo>	: DCBA
	0 0 0 1

Ввод информации о срабатывании ступени ЗНЗ (tlo>) в логическое уравнение А.

tli>	: DCBA
	0 0 1 0

Ввод информации о срабатывании ступени ТЗОП (tli>) в логическое уравнение В.

EXT1	: DCBA
	0 0 1 1

Ввод информации о наличии выходного сигнала функции EXT1 логические уравнения А и В.

SUCCESS	: DCBA
START	0 0 0 1

Ввод информации о наличии сигнала функции "SUCCESS START" (УСПЕШНЫЙ ПУСК) в логическое уравнение А.

4.11.6 'AND LOGIC EQUAT T DEALY' (УРАВ. ЗАДЕРЖ. ЛОГ И): таймеры логических уравнений «И»

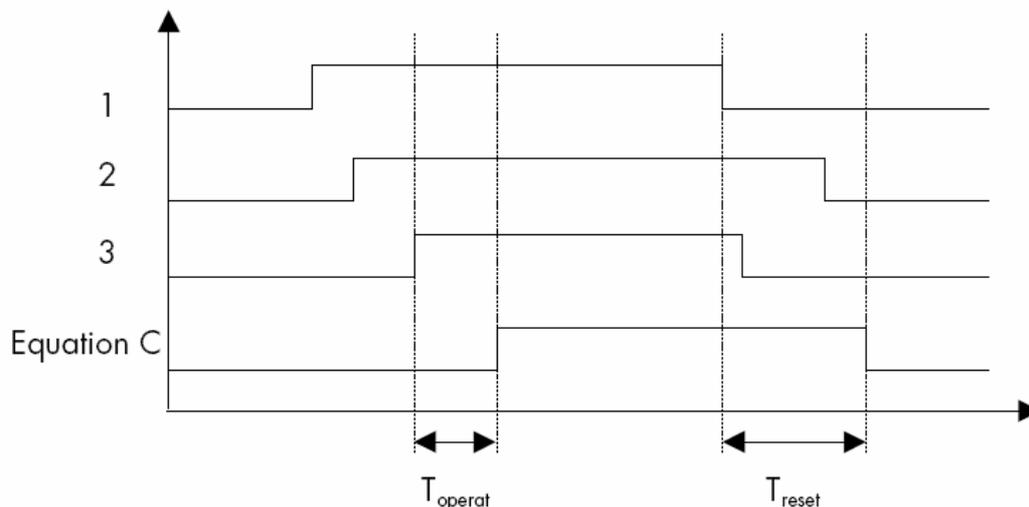
Каждому из 4 программируемых логических уравнений можно задать 2 выдержки времени: одна выдержка времени срабатывания и одна выдержка времени возврата. Эти 8 независимых выдержек времени задаются в подменю 'AND LOGIC EQUAT T DELAY' (УРАВ.ЗАДЕРЖ.ЛОГ.«И»).

Отсчет выдержки времени срабатывания T_{operat} (T_{cp}) начинается только, если выполнены все условия логического уравнения (элемент И). Это позволяет отложить подтверждение выполнения условий логического уравнения на время T_{operat} (T_{cp}).

Отсчет выдержки времени возврата T_{reset} ($T_{воз}$) начинается, как только нарушается условия логического уравнения (например, исчезает один из сигналов введенных в логическое уравнение). Это позволяет уравнению остаться достоверным после исчезновения элемента данных в течение времени T_{reset} ($T_{воз}$).

ПРИМЕР:

Логическое уравнение С, полученное из комбинации (логика И) трех сигналов, 1, 2 и 3 с выдержкой времени T_{operat} (T_{cp}) и T_{reset} ($T_{воз}$).



4.11.7 Подменю 'AUX OUTPUT RLY' (ДОП. ВЫХ. РЕЛЕ): дополнительные программируемые выходные реле

В этом меню пользователь связывает внешние и/или внутреннюю информацию (логические сигналы) MiCOM P220 с выходными реле (реле №2, №3, №4 и №5). Все выходные реле имеют переключающиеся контакты (1 нормально закрытый контакт и 1 нормально открытый контакт с общей точкой). Выходное реле срабатывает, когда появляется по крайней мере один из сигналов назначенный

на срабатывание данного реле (логика ИЛИ). Реле отпадает, когда исчезают все сигналы назначенные на срабатывание данного реле.

- Категории сигналов назначаемых на срабатывание выходных реле:
 - Внутренние сигналы:
 - логические состояния функций защит (мгновенные сигналы, сигналы с выдержкой времени);
 - логические состояния функций автоматики или режима (запрет пуска, успешный пуск);
 - результат уравнений логики «И»;
 - внешние сигналы:
 - сигналы, полученные через дискретные входы (ДОП 1, ДОП 2, ДОП3 и ДОП 4);
 - сигналы, полученные через сеть связи (команды дистанционного управления).

4.11.8 Подменю 'LATCH OUTPUT RELAYS' (ФИКС. ВЫХОД. РЕЛЕ)

В данном подменю выполняется назначение выходных реле на удерживание в сработавшем состоянии после исчезновения причины вызвавшей срабатывание. В данном случае выполняется «подхват» срабатывания реле, а не функции защиты или автоматики вызвавшей его срабатывание.

4.11.9 Подменю 'TRIP OUTPUT RLY' (ВЫХОД. РЕЛЕ ОТКЛ.): конфигурирование выходного реле отключения

Логические сигналы, которые должны управлять срабатыванием реле №1 (зажимы 2-4-6) могут быть назначены в подменю 'TRIP OUTPUT RLY' (ВЫХОД. РЕЛЕ ОТКЛ.). Для передачи команды отключения на коммутационный аппарат выходное реле имеет переключающиеся контакты (НО и НЗ с общей точкой).

Реле №1 (реле отключения) имеет такие же электрические и механические характеристики, что и остальные выходные реле.

Памятка: Определенное число функций MiCOM P220 использует в своей работе факт срабатывания выходного реле отключения (реле №1), а именно:

- Статистика отключений (см. меню СТАТИСТИКА ОТКЛ. п.4.8);
- Фиксирование выходного реле отключения (см. подменю ФИКСИР.КОМ.ОТКЛ. п. 4.11.10);
- Управление коммутационным аппаратом (см. подменю УПРАВ.ВЫКЛЮЧ. п.4.11.11);
- Отображение данных, контроля работы коммутационного аппарата (см. подменю КОНТР.СОСТ.ВЫКЛ. п.4.12.3)
- Запись параметров аварий (см. подменю ЗАПИСЬ ПОВР. п.4.12.1);
- Пуск осциллографа (см. меню ЗАПИСИ ПЕРЕХОД. п. 4.12.2).

4.11.10 Подменю 'LATCH TRIP ORDER' (ФИКС. КОМ. ОТКЛ.): фиксация команды отключения

В данном подменю пользователь имеет возможность установить «подхват» выходного реле от функции вызвавшей его срабатывание.

Функции от которых выходные реле могут встать на самоудерживание:

- Степень с выдержкой времени $t_{l>>}$ (подменю [50/51] SHORT-CIRCUIT – КЗ)

- Степень с выдержкой времени $t_{lo}>>$ (подменю [50N/51N] EARTH FAULT – ЗНЗ)
- Степень с выдержкой времени $t_{li}>>$ (подменю [46] UNBALANCE – НЕСИММЕТРИЯ)
- Логическое уравнение «И» **A** (подменю AND LOGIC EQUATION – ЛОГ.УРАВН. И)
- Логическое уравнение «И» **B** (подменю AND LOGIC EQUATION – ЛОГ.УРАВН. И)
- Логическое уравнение «И» **C** (подменю AND LOGIC EQUATION – ЛОГ.УРАВН. И)
- Логическое уравнение «И» **D** (подменю AND LOGIC EQUATION – ЛОГ.УРАВН. И)

Таким образом, если одна из перечисленных функций выдает команду на срабатывание одного или нескольких выходных реле, данные реле остаются в сработавшем состоянии после исчезновения сигнала вызвавшего срабатывание. Для возврата выходных реле в исходное состояние необходимо выполнить ручное квитирование в P220.

ПРИМЕЧАНИЕ: - установка режима самоудерживания выходных реле выполняется индивидуально для каждой из перечисленных функций. Пользователь имеет возможность выбора следующей уставки для функций 'output relay latching facility' (функция фиксации срабатывания выходных реле).

- существует три возможных варианта квитирования P220 для снятия удерживания выходных реле:

- Нажать клавишу (C)
- Послать сигнал квитирования на оптовод реле назначенные как "EXT RESET" (ВНЕШ. СБРОС)
- Выполнить квитирование дистанционно посылкой соответствующей команды по сети связи (команда подаваемая диспетчером)

- выходные реле находящиеся на самоудержании отпадают при исчезновении напряжения питания P220. После восстановления питания ранее находившиеся в режиме самоудержания вновь подтягиваются независимо от наличия/отсутствия КЗ (аварийный режим продолжается или повреждение локализовано).

4.11.11 Подменю 'SW SUPERVISION' (УПРАВЛ. ВЫКЛ.)

Устройство защиты MiCOM P220 предоставляет пользователю возможность контроля технического состояния коммутационного аппарата (контактор или выключатель). При этом контролируются три показателя работы коммутационного аппарата, и для каждого из них у пользователя есть регулируемая уставка сигнализации. Эти уставки включают:

- Контроль времени отключения коммутационного аппарата. Это время от момента, когда P220 посылает команду в выходное реле №1, до момента, когда P220 получает информацию на логическом входе №1 (зажимы 22-24), указывающую, что коммутационный аппарат отключен. Подсчет количества команд отключения. Это количество команд отключения, которые были даны на выходное реле отключения (№1).

- Пофазный контроль суммы токов или квадратов токов (A или A^2), отключенных коммутационным аппаратом. При суммировании в расчет принимается ток в момент, когда выходное реле №1 получает команду отключения.

Когда одна из уставок вышеназванных ступеней будет превышена, на дисплее реле появляется соответствующее сообщение сигнализации. Кроме этого эта информация (превышение одной из уставок контроля состояния коммутационного аппарата) может быть назначена пользователем на срабатывание одного или нескольких дополнительных выходных реле (реле №2, №3, №4 или №5).

Для того чтобы адаптировать MiCOM P220 к любому типу коммутационного аппарата, пользователь имеет возможность задать также две выдержки времени:

Первая выдержка времени - это длительность команды отключения, T_{trip} ($T_{\text{откл}}$). Для каждой команды отключения, посланной на реле №1, оно остается в сработавшем (подтянутом) состоянии в течение времени T_{trip} ($T_{\text{откл}}$) (если не была использована конфигурация «фиксирования срабатывания выходного реле отключения»).

Вторая выдержка времени – это длительность команды включения, T_{close} ($T_{\text{вкл}}$). Команда включения выключателя, переданная через сеть связи (CLOSE ORDER – КОМАНДА ВКЛ. дистанционного управления), продлевается на дополнительном выходном реле в течение выдержки времени T_{close} ($T_{\text{вкл}}$). Это выходное реле, которое назначено на срабатывание по команде CLOSE ORDER (КОМАНДА ВКЛ.) (в меню AUX OUTPUT RLY - ДОП.ВЫХ.РЕЛЕ).

ПРИМЕЧАНИЕ: - Для суммирования отключенных токов показатель степени « n », может быть установлен на 1 или 2 (сумма A или A^2 , соответственно).

- В любом случае, команды, посланные на выходное реле отключения (№ 1) (команда отключить) поддерживаются по крайней мере в течение 100 мс.

4.12 Меню 'RECORD' (ЗАПИСИ)

Меню ЗАПИСИ состоит из трех подменю:

- FAULT RECORD (ЗАПИСИ ПОВРЕЖД.)
- DISTURB RECORD (ЗАПИСИ ПЕРЕХОДН.)
- SW MONITORING (КНТРОЛЬ СОСТ. ВЫКЛ.)

4.12.1 Подменю 'FAULT RECORD' (ЗАПИСИ ПОВРЕЖД.)

Сбор информации о каждом из пяти последних зарегистрированных повреждений отражается на дисплее в подменю 'FAULT RECORD' (ЗАПИСИ ПОВРЕЖД.)

Для каждой записи реле запоминает:

- Номер повреждения
- Время повреждения
- Дату повреждения
- Группу уставок (1 или 2), действующую во время повреждения
- Поврежденную фазу

- Функцию, обнаружившую повреждение
- Амплитуду тока КЗ (основной гармоники)
- Токи трех фаз (действующие значения)
- Ток замыкания на землю (действующее значение).

Доступ к записям повреждений можно получить:

- Либо через интерфейс человек- машина (дисплей и клавиатура);
- Либо с помощью сети дистанционной связи (задний порт RS485);
- Либо с помощью программы MiCOM S1 (передний порт RS232).

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Данные, записанные в энергонезависимой памяти, содержатся в течение одного года без дополнительного питания благодаря резервной батарее, установленной в специальном отделении на передней панели P220.
- Эти данные не удаляются. Они размещены в циркуляционном списке; когда он заканчивается, самое старое повреждение замещается последним.
- Повреждения идентифицируются одним или несколькими сообщениями сигнализации.

4.12.2 Подменю 'DISTURBANCE RECORD' (ЗАПИСИ ПЕРЕХОДН.)

Реле защиты типа MiCOM P220 имеет возможность производить 5 осциллографических записей переходных процессов. Частота дискретизации составляет 32 выборки за период промышленной частоты, т.е. 1600Гц для сети частотой 50Гц или 1920Гц для сети частотой 60Гц, что позволяет очень точно воспроизвести аналоговые сигналы.

Для каждой записи реле запоминает:

- Токи трех фаз;
- Ток нулевой последовательности;
- Частоту;
- Состояние 5 дискретных входов;
- Состояние всех выходных реле (включая сторожевое реле);
- Дату и время.

Общая продолжительность записи определяется совокупностью времени до КЗ и времени после КЗ. Время ДО определяет продолжительность доаварийной записи т.е. до пуска осциллографа, время ПОСЛЕ, определяет продолжительность записи после пуска осциллографа. Общая продолжительность записи не превышает 3 секунд.

Общая продолжительность записи: не более 3 сек



Пуск осциллографа может быть инициирован:

- При активировании логического входа назначенного как “DIST TRIG” (ПУСК ЗАПИСИ) (см. п. 4.11.4.2.3 Пуск осциллографа)
- при получении дистанционной команды от оператора по сети связи (задний порт RS485);
- при получении дистанционной команды из программы MiCOM S1 (передний порт RS232);
- при возникновении одного из следующего событий:
 - превышение одной из следующих токовых уставок: I>, Io>, Io>> (мгновенный сигнал защиты от КЗ, замыкание на землю I ст. и замыкание на землю II ст., соответственно)
 - **ИЛИ** когда подана команда на выходное реле №1 (реле, предназначенное для отключения коммутационного аппарата). Команда на срабатывание этого реле может быть сформирована из-за обнаружения электрического повреждения (отключение от защит) или команды ручного отключения (дистанционной команды по сети связи, внешней команды, поданной через один из дискретных входов).

Записи переходных процессов могут быть считаны из реле P220:

- либо по сети удаленной связи (задний порт RS485);
- либо по месту установки реле с использованием программного пакета MiCOM S1 установленного на ПК (передний порт RS232).

ПРИМЕЧАНИЕ: - Если совокупность времени ДО и времени ПОСЛЕ соответствует общей продолжительности записи большей, чем 3 с, то время ПОСЛЕ автоматически уменьшается, так чтобы общее время составляло 3 с.

- Записанные осциллограммы не могут быть удалены какими либо операциями (кроме удаления литиевой батареи при отключенном питании реле). Они размещены в циркулирующем списке: когда он заканчивается, самая старая информация замещается последней записью.

- Данные, записанные в энергонезависимой памяти, могут сохраняться до одного года без дополнительного питания благодаря резервной батарее, установленной под нижней откидной крышкой на передней панели реле.

- Когда записи переходных процессов считываются из устройства защиты MiCOM P220 с помощью программы контроля и управления MiCOM S1, они сохраняются в формате COMTRADE.

4.12.3 Подменю ‘SW MONITORING’ (КОНТРОЛЬ СОСТ. ВЫКЛ.)

В этом меню оператор имеет доступ к данным, относящимся к коммутационным аппаратам:

- Суммирование величин токов в степени «n», отключенных выключателем каждой фазы;
- Общее число срабатываний реле №1;
- Время отключения выключателя.

ПРИМЕЧАНИЕ: - Эти данные подсчитываются защитой P220 согласно уставок заданных в меню 'SW SUPERVISION' (КОНТРОЛЬ. СОСТ. ВЫКЛ.) обеспечивают срабатывание сигнализации при превышении уставок заданных пользователем.

- Метод подсчета данных устройством защиты P220 описан в п. 'SW SUPERVISION' (КОНТРОЛЬ. СОСТ. ВЫКЛ.) (§ 4.11.11)

4.13 Сообщения сигнализации

Обработка полученных сообщений сигнализации проводится прямо с передней панели. Отображение сообщений сигнализации имеет приоритет над индикацией дисплея по умолчанию (выбранным в подменю 'CONFIG SELECT' ВЫБОР КОНФИГ), следовательно, сразу после появления сообщения сигнализации, оно отображается на дисплее устройства защиты MiCOM P220. Сообщения сигнализации делятся на 2 категории:

- сигнализация двигателя;
- сигнализация повреждения устройства защиты P220 в его аппаратной или программной части или повреждения датчиков ТД / термисторов.

Отображение сообщения 'HARDWARE ALARM' (ПОВР.ОБОРУД) имеет приоритет над отображением сообщения 'MOTOR ALARMS' (СИГНАЛ. ДВИГАТ.).

ПРИМЕЧАНИЕ: При потере питания оперативным током, сообщения сигнализации на дисплее и светодиодах исчезают. Индикация и сообщения восстанавливаются после возобновления питания реле оперативным током.

4.13.1 Сообщения сигнализации о состоянии двигателя 'MOTOR ALARMS' (СИГНАЛ. ДВИГАТ.)

Данные относящиеся к работе электродвигателя выводятся на дисплей в меню 'MOTOR ALARMS' (СИГНАЛ. ДВИГАТ.)

При появлении нескольких сообщений сигнализации они записываются в память реле в порядке из появления. Вывод на дисплей производится в обратном хронологическом порядке (первым выводится на индикацию последнее сообщение и последним выводится самое старое сообщение сигнализации). Каждое сообщение имеет свой номер, на дисплее указывается также общее количество сообщений сигнализации.

Пример

Данное сообщение говорит о пуске второй ступени защиты от замыканий на землю с выдержкой времени (t_{IO}>>). Данное сообщение имеет номер 2, всего записано 7 сообщений.



Дежурный персонал может прочитать (поочередно выводя на дисплей) все имеющиеся сообщения, при помощи клавиши , без ввода пароля доступа.

Кроме этого оператор может выполнить квитирование (подтверждение получения) каждого из сообщений используя ту же клавишу . При этом также не требуется ввод пароля доступа. Квитирование может быть выполнено поочередно для каждого из сигналов или же для всех сигналов одновременно.

Для этого после прочтения последнего сообщения необходимо подтвердить квитирование всех сигналов нажатием клавиши **C**.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если квитирование сообщений сигнализации не будет выполнено, то дисплей не перейдет к индикации по умолчанию заданной оператором.

4.13.2 Сообщения о неисправности устройства защиты 'HARDWARE ALARM' (ПОВРЕЖД. ОБОРУД.)

Надежность и готовность устройства защиты MiCOM P220 обеспечивается процедурой циклического самоконтроля элементов и программы. При включении устройства защиты P220 запускается процедура самоконтроля, которая включает выходные реле (состояние/проверка цепи пуска), тестирование микропроцессора, памяти (вычисление контрольной суммы EEPROM, контроль RAM) и цепи сбора данных по каждому аналоговому входу.

Повреждения MiCOM P220 делятся на 2 группы:

- низкого уровня: - это повреждения, классифицируемые как не критические (повреждения связи, аналогового выхода, встроенной батареи 3,6В, датчика температуры или термистора и индикатора даты);
- высокого уровня - это серьезные (критические) повреждения (повреждения RAM (ОЗУ), данных EEPROM (ППЗУ), калибровка EEPROM, сбора данных аналоговых сигналов, сторожевого реле).

Обнаружение серьезного (критического) повреждения ведет к немедленному срабатыванию сигнализации, сторожевого реле (реле № 0, зажимы 35-36-37) переходит в состояние индикации неисправности устройства P220, кроме этого блокируется работа всех выходных реле.

Сквитированные сообщения сигнализации записываются в память реле в хронологическом порядке. Вывод на дисплей производится в обратном порядке (первым выводится на индикацию последнее сообщение а последним выводится самое старое сообщение сигнализации). Номер каждого сообщения и общее количество сообщений сигнализации выводятся на дисплее в левом верхнем углу дисплея реле.

Дежурный персонал может прочитать (поочередно выводя на дисплей) все имеющиеся сообщения, при помощи клавиши **M**, без ввода пароля доступа.

Квитирование сообщений относящихся к категории повреждения оборудования НЕВОЗМОЖНО. Сообщение может быть снято лишь после устранения неисправности.

ПРИМЕЧАНИЕ: При обнаружение серьезных (критических) неисправностей т.е. неисправностей при наличии которых реле P220 не может выполнять функции защиты оборудования, все выходные реле, в том числе реле установленные на самоудерживание отпадают.

5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ

5.1 Регистрация событий

Реле MiCOM P220 регистрирует в энергонезависимой памяти 75 событий с привязкой по времени с точностью 1мс. При изменении состояния каждого из контролируемых сигналов, реле регистрирует дату, время и поясняющий текст.

Событиями считаются изменения состояния логических входов/выходов, изменение одного или нескольких параметров уставок, логические сигналы пуска/срабатывания функций защиты и автоматики, сообщения сигнализации или сигналы пусков. Более полное описание информации регистрируемой в реле приведено в главе 6 'Communication' (Передача информации).

Данные записей регистратора событий могут быть считаны из реле:

- Либо средствами удаленного доступа (по заднему порту связи RS485)
- Либо по месту установки реле с использованием ПК и программного пакета MiCOM S1 (по переднему порту RS232).

ПРИМЕЧАНИЕ: - Данные регистратора событий записываются в энергонезависимой памяти реле сохраняются в течении около одного года при отсутствии питания оперативным током, благодаря батарее резервирования питания памяти реле, установленной под нижней откидной крышкой на передней панели P220.

- Данные регистратора событий не могут быть удалены или стерты из памяти реле. Данные помещены обновляемую циклически память устройства. При заполнении отведенного объема памяти, наиболее старые записи замещаются последними данными.

5.2 Регистрация формы пускового тока

Устройство защиты типа MiCOM P220 записывает форму тока последнего пуска. Для этого она записывает каждый период (каждые 20 мс, если частота 50 Гц) максимальное значение одного из токов трех фаз. Записываемые величины выражены действующим значением тока.

Запись начинается после обнаружения защитой пуска двигателя, останавливается по истечении времени таймера t_{start} ($t_{пуск}$), контролирующего время пуска электродвигателя.

Файл, содержащий запись формы пускового тока, может быть передан на ПК:

- Либо по сети дистанционной связи (задний порт RS485);
 - Либо с помощью программы MiCOM S1 (передний порт RS232).
- Данные будут храниться в формате COMTRADE.

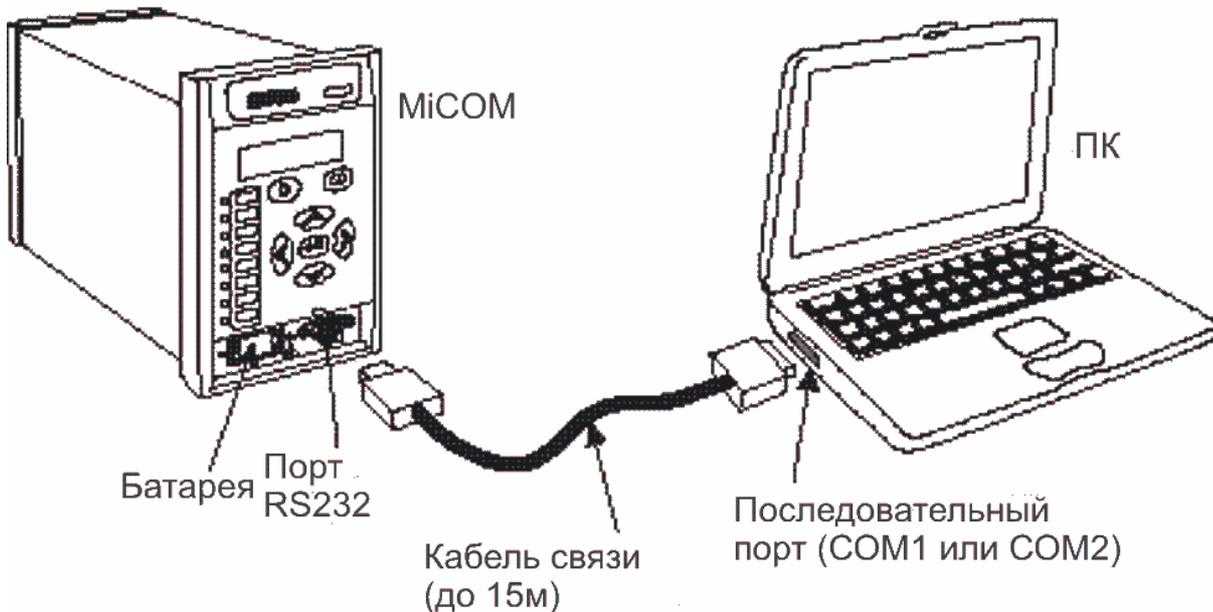
ПРИМЕЧАНИЕ: -- Данные, записанные в энергонезависимой памяти, хранятся в памяти в течение одного года без питания оперативным током, благодаря резервной батарее, установленной под откидной крышкой на передней панели.

- Максимальная длительность записи ограничена 40 секундами.

6. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПК – ЛОКАЛЬНАЯ СВЯЗЬ

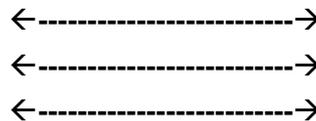
6.1 Конфигурация подключения

Схема подключения показана на следующем рисунке:



RS232 порт компьютера
Ножка 2 Tx
Ножка 3 Rx
Ножка 5 0V

RS 232 кабель



MiCOM P220 штекер (папа)
Ножка 2 Rx
Ножка 3 Tx
Ножка 5 0V

Передний порт связи оснащен разъемом типа D («мама»), расположен под нижней откидной крышкой на передней панели реле.

Реле обеспечивает связь по интерфейсу RS232 (совместим с IEC60870) последовательной передачи данных, который служит для установления локальной (по месту установки реле) связи на удалении до 15м. Связь по принципу pin-to-pin не должна использоваться для организации постоянной связи с реле.

6.2 Конфигурация реле и ПК

Кроме физического подключения ПК и реле MiCOM, необходимо выполнить соответствующую конфигурацию обоих устройств для установления связи.

Конфигурация связи по интерфейсу RS232 выполненная по умолчанию:

Протокол	Modbus
Скорость (Rate)	19 200 бит/сек
Адрес (Address)	Задается в меню "Communication", строка "Address"
Формат сообщения	11 бит- 1 бит старт, 8 бит данные, 1 бит четность, 1 бит стоп

СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Реле

защиты электродвигателя

MiCOM P220

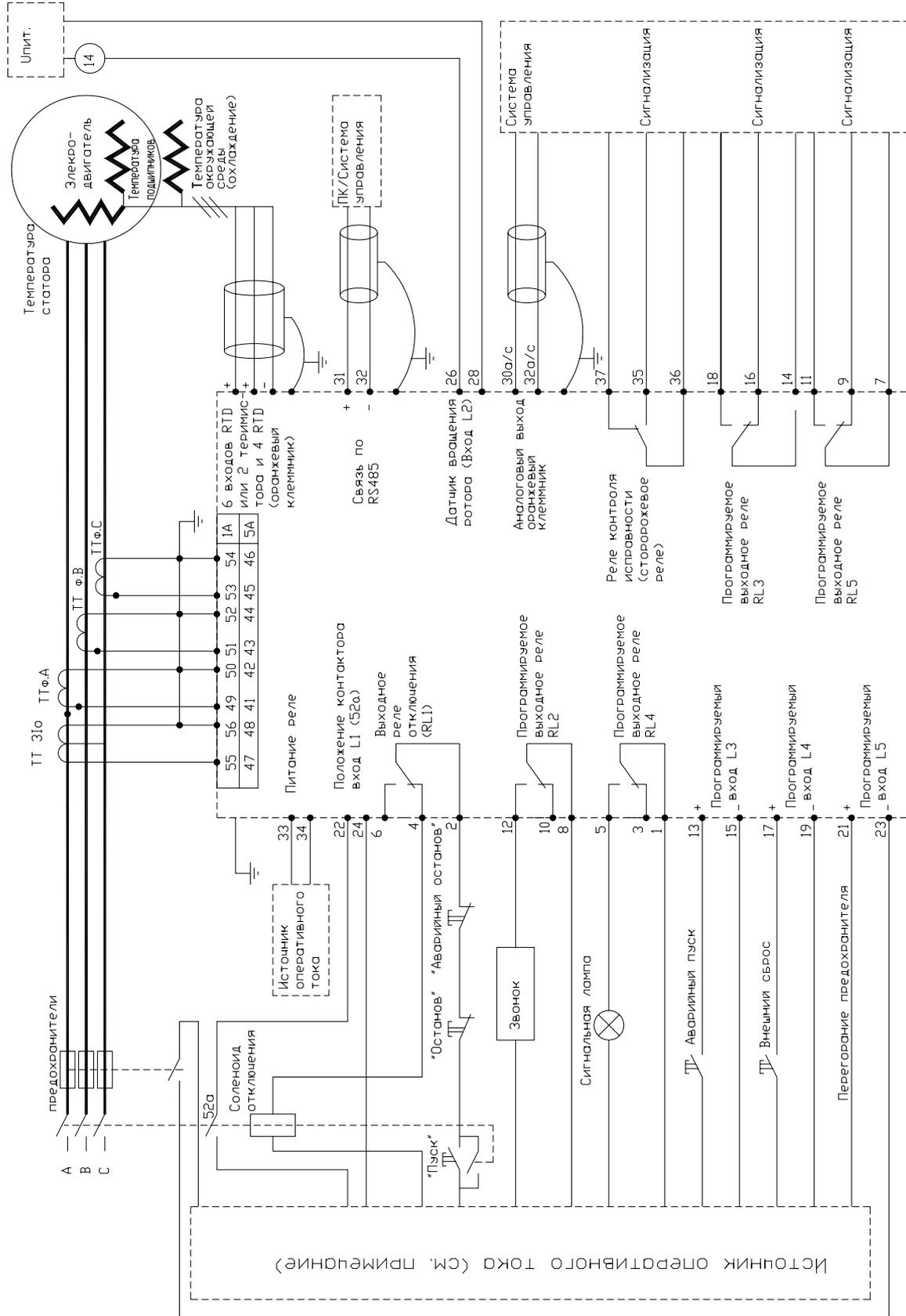
Схемы подключения

МiCOM P220

Содержание

1.	схемы подключения.....	4
1.1	Типовая схема подключения MiCOM P220	4
1.2	Типовая схема применения MiCOM P220	5
1.3	Типовая схема подключения MiCOM P220 (реле с подключением 6 датчиков ТД и аналоговым выходом).....	6
1.4	Типовая схема подключения MiCOM P220 (реле с подключением 2 термисторов, 4 датчиков температуры и аналоговым выходом)	7
2.	подключения	8
2.1	Подключение к заземлению.....	8
2.2	Питание оперативным током	8
2.3	Входы цепей тока.....	8
2.4	Дискретные входы	8
2.5	Выходные реле	9
2.6	Подключение к переднему порту (RS232)	9
2.7	Задний порт (RS485)	10
2.7.1	Описание	10
2.7.2	Подключение	10
2.7.3	Кабель подключения RS485.....	11
2.7.4	Конвертер протокола RS232 -> K-Bus	12
2.7.5	Конвертеры RS232/RS485.....	12
2.8	Аналоговый выход.....	12
2.9	Внешние датчики температуры (RTD).....	13
2.10	Термисторы.....	13
2.10.1	Термисторы типа PTC.....	14
2.10.2	Термисторы типа NTC.....	15

1.2 Типовая схема применения MiCOM P220



Источник оперативного тока (см. примечание)

Примечание: *) Логические входы должны питаться только от источника постоянного напряжения)
 **) Питание реле может быть либо от источника постоянного или переменного напряжения (в соответствии с номером модели реле)

Реле MiCOM P220 показано в состоянии при отсутствии питания оперативным током

2. ПОДКЛЮЧЕНИЯ

На задней стенке корпуса реле MiCOM P220 расположены по меньшей мере 2 клеммника. По заказу реле может быть оснащено третьим клеммником оранжевого цвета, который служит для следующих подключений:

- шесть внешних датчиков температуры (RTD) или 2 термистора + 4 датчика температуры (RTD)
- и аналоговый выход

2.1 Подключение к заземлению

Заземление корпуса реле должно быть выполнено в соответствующими местными инструкциями (требованиями).

2.2 Питание оперативным током

Реле MiCOM P220 допускает питание либо от источника постоянного оперативного тока (реле номинальных диапазонов 24-60В=, 48-150В=, 130-250В=) либо от источника переменного оперативного тока (реле номинального диапазона 100-250В~, 50/60Гц). Номинальный диапазон питания реле указывается на табличке заводских данных размещенной под верхней откидной крышкой реле на передней панели.

Напряжение питания у всех модификаций реле подключаются только на зажимы 33 -34.

Минимальное рекомендуемое сечение жилы кабеля питания 1,5мм².

2.3 Входы цепей тока

Реле MiCOM P220 имеет 4 аналоговых входа для подключения трансформаторов тока трех фаз и тока нулевой последовательности.

2.4 Дискретные входы

Реле MiCOM P220 имеет пять опто-изолированных логических входов, три из которых являются свободно программируемыми. Оптовходы требуют соблюдения полярности при подключении и, следовательно, могут питаться только от источника постоянного напряжения (см. главу 3 настоящего технического руководства: Технические данные).

Функции управления и сигнализации которые могут быть назначены на программируемые логические входы выбираются в меню 'АУТОМАТ. CTRL' (АВТОМАТИКА).

Минимальное рекомендуемое сечение жилы кабеля используемых для коммутации логических входов составляет 1мм².

ПРИМЕЧАНИЕ: вспомогательный контакт коммутационного аппарата 52а: (разомкнут при отключенном выключателе) должен быть подключен к логическому входу №1 (зажимы реле 22-24).

2.5 Выходные реле

Реле MiCOM P220 имеет шесть выходных реле. Пять реле являются свободно программируемыми, последнее реле предназначено для сигнализации о неисправности устройства защиты (сторожевое реле – WATCH DOG). Все выходные реле имеют переключающиеся контакты (нормально разомкнутый и нормально замкнутые контакты с общей точкой).

Функции управления и сигнализации которые могут быть назначены на программируемые выходные реле выбираются в меню 'AUTOMAT. CTRL' (АВТОМАТИКА).

2.6 Подключение к переднему порту (RS232)

Передний порт связи оснащен 9-штырьковым разъемом типа D, расположенным под нижней откидной крышкой на передней панели устройства защиты. Данный порт обеспечивает последовательную передачу данных (асинхронный интерфейс RS232 соответствует требованиям стандарта IEC870) и предназначен для подключения компьютера к реле (на удалении не более 15м).

Реле является устройством поддерживающим обмен данными в цифровом виде. Следовательно распайка 9-штырькового разъема следующая:

Ножка №2 Tx	Передача данных
Ножка № 3 Rx	Прием данных
Ножка № 5 0V	Общий 0V

В реле к данному разъему больше ничего не подключено. Реле подключается к порту последовательной передачи данных, обычно это COM1 или COM3. Компьютер обычно является устройством управляющим процессом обмена цифровыми данными, и, следовательно, распайка порта должна быть следующей (в случае сомнений необходимо уточнить по документации на используемый ПК):

Ножка №2 Rx	Передача данных
Ножка № 3 Tx	Прием данных
Ножка № 5 0V	Общий 0V

Для организации правильного обмена данными ножка Tx (передача) реле должна (посредством кабеля связи) подключаться к ножке Rx (прием) компьютера а ножка Rx (прием) реле должна подключаться к ножке Tx (передача) компьютера. Следовательно, полагая что ПК является устройством управляющим обменом данными для подключения к реле требуется соединительный кабель с «прямой» распайкой жил по разъемам на концах кабеля, т.е. ножка 2 одного разъема кабеля соединена с ножкой 2 разъема на другом конце кабеля, ножка 3 с ножкой 3 и ножка 5 с ножкой 5, соответственно.

В качестве кабеля связи между реле MiCOM и ПК используется стандартный RS232 экранированный кабель («мама» со стороны реле и «папа» со стороны ПК).

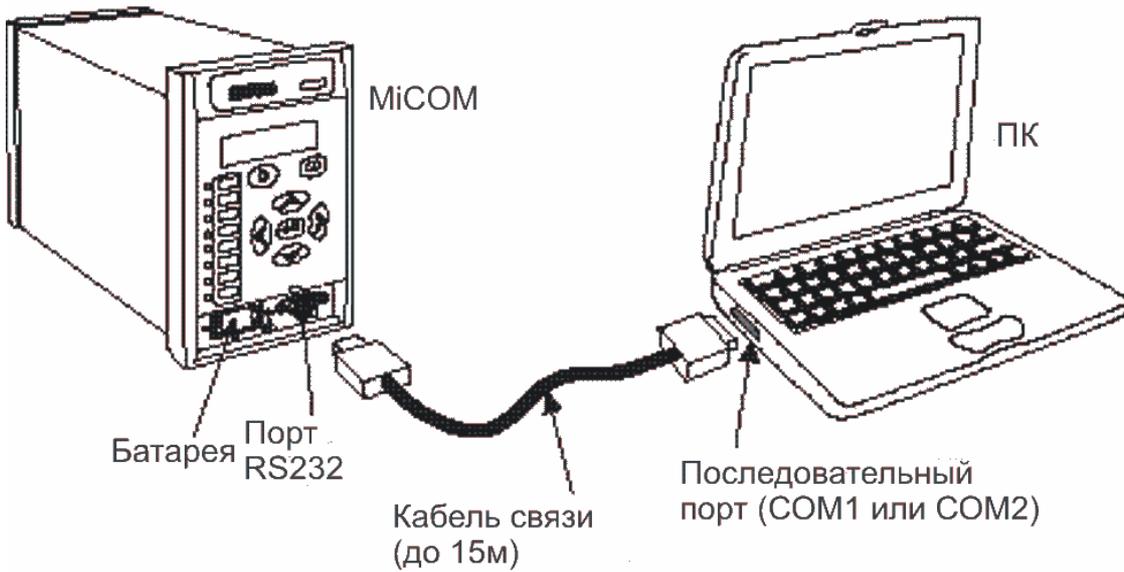


РИС. 1: ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПК ПО ПЕРЕДНЕМУ ПОРТУ

2.7 Задний порт (RS485)

2.7.1 Описание

Интерфейс RS485 является изолированным и допускает работу в режиме постоянного подключения в зависимости от используемого протокола связи. Преимущества данного вида подключения заключается в том что в одну линию связи может быть подключено до 32 реле при помощи электрической связи по простой витой паре.

2.7.2 Подключение

Для подключения линии связи (по интерфейсу RS485) предназначены зажимы реле 31-32, в соответствии со схемой внешних подключений MiCOM P220.

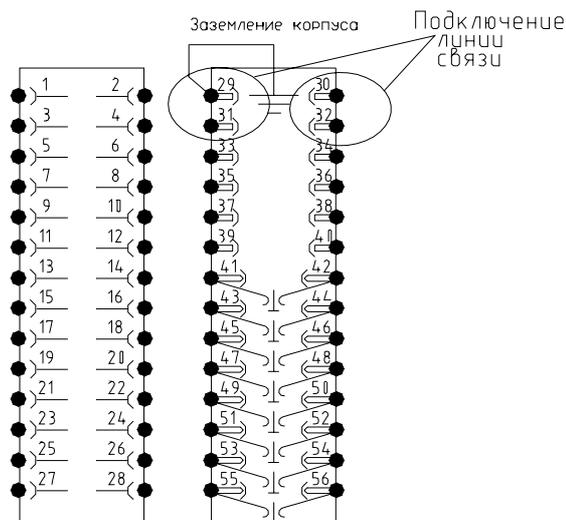


РИС.2: ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПО ИНТЕРФЕЙСУ RS485

Линия связи от ведущего устройства представляет собой цепь из подключенных ведомых устройств сети, при этом не допускаются какие либо ответвления от данной цепи. Максимальная длина кабеля связи не должна превышать 1000 м, а количество подключенных устройств не должно превышать 32. При подключении витой пары не требуется соблюдение полярности подключения.

Проводники передачи данных должны заканчиваться подключенным резистором 150 Ом на обоих концах кабеля. Для этого необходимо установить перемычку между клеммами 30 и 32, если реле является последним реле шины связи по RS485, как показано на рис. 3.

Клемма 29 каждого из реле MiCOM должна быть соединена с экраном кабеля связи по RS485, как показано на рис. 3.

Подключение клеммы 29 к болту заземления корпуса реле должно быть выполнено только на одном реле MiCOM, как показано на рис. 2 и 3.

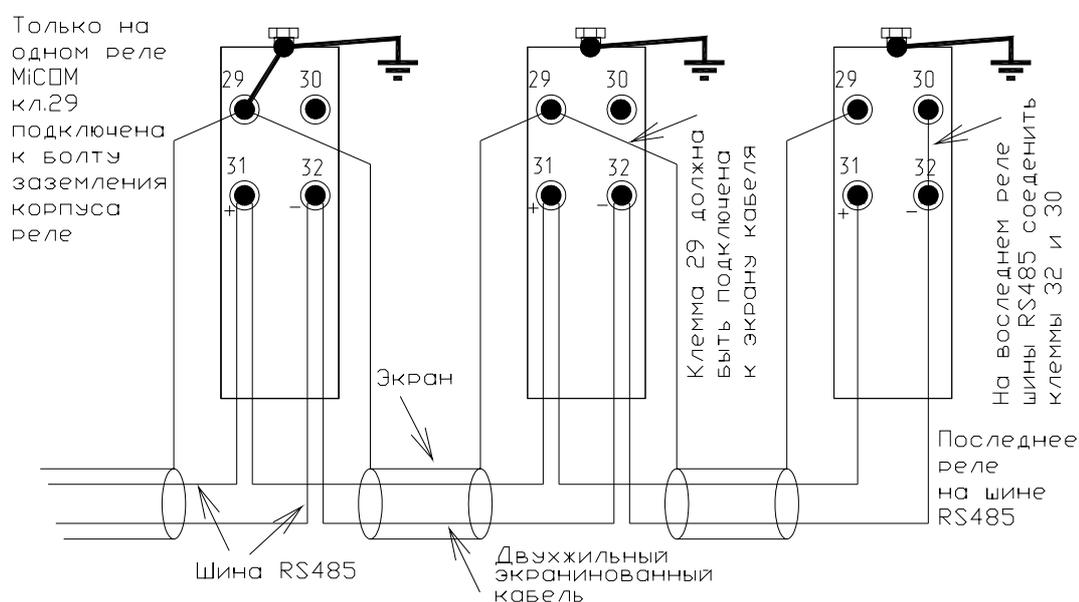


РИС. 3: ПОДКЛЮЧЕНИЕ RS485

2.7.3 Кабель подключения RS485

Для подключения рекомендуется использовать двухжильный экранированный кабель общей длиной не более 1000 м, с полной емкостью кабеля не более 200 nF.

Типовая спецификация:

- Каждая из жил медный проводник в ПВХ изоляции, 16/0,2 мм
- Номинальное сечение 0,5мм² на жилу
- Экран: общая оплетка, оболочка из ПВХ
- Линейная емкость между проводником и землей: 100 pF/м

2.7.4 Конвертер протокола RS232 -> K-Bus

Может быть использованы конвертеры типа KITZ 101, 102 и 201.

Конфигурация параметров связи: 19 200 Бод, 11 бит, полная дуплексная связь.

2.7.5 Конвертеры RS232/RS485

Компанией «АРЕВА Передача и Распределение» выполнено тестирование следующих конвертеров интерфейса RS232/RS485:

- RS_CONV1 : конвертер пригоден для коротких линий связи при подключении до 4 реле.
- RS_CONV32 : промышленный конвертер, пригоден для линий связи при подключении до 32 реле.

2.8 Аналоговый выход

Реле MiCOM P220 по заказу может быть оснащено аналоговым выходом, (выведен на Кл. 30-32, клеммник оранжевого цвета) который может быть использован для вывода некоторых данных и значений измеряемых параметров в токовую петлю автоматической системы управления. Выбор типа аналогового выхода (варианты: 0-20мА или 4-20мА) и типа выводимых данных выполняется в подменю 'CONFIG. SELECT' (ВЫБОР. КОНФИГ.).

Для подключения к аналоговому выходу рекомендуется использование 2-жильного экранированного кабеля. Экран кабеля должен быть подключен под болт заземления корпуса реле.

ПРИМЕЧАНИЕ: Возможно использование аналогового выхода работающего в режиме пассивного источника (зажимы 30с-32с) или в режиме активного источника (30а-32а).

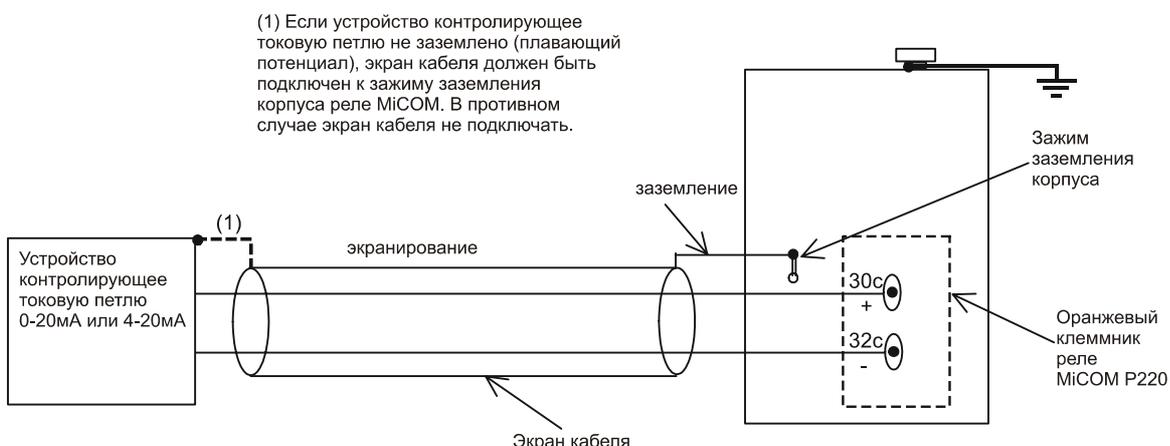


РИС.4: ПОДКЛЮЧЕНИЕ АНАЛОГОВОГО ВЫХОДА В РЕЖИМЕ АКТИВНОГО ИСТОЧНИКА

2.9 Внешние датчики температуры (RTD)

Реле P220 по заказу может иметь возможность подключения к 6 внешним датчикам температуры или 4 датчикам температуры (модель с подключением двух термисторов), которые обеспечивают контроль температуры (конфигурация функции выполняется в меню 'PROTECTION G1' (РАБОТА 1) или 'PROTECTION G1' (РАБОТА 1)). Выбор типа используемых термодатчиков выполняется в подменю 'CONFIG. SELECT' (ВЫБОР КОНФИГ.).

При подключении датчиков температуры рекомендуется использовать 3-жильные экранированные кабели с полным сопротивлением не более 25 Ом при использовании датчиков типов RT100, Ni100 или Ni120. При использовании датчиков типа Cu 10, полное сопротивление не должно превышать 2,5 Ом., кроме этого изоляция кабеля должна быть рассчитана на напряжение не менее 300В эфф. Сопротивление обоих жил подключенных к зажимам 2с и 4с (см. рис.5) должно быть одинаковым. Экран кабеля должен быть соединен с зажимом заземления корпуса реле.

Типовая спецификация:

- Каждая из жил 7/0,2мм медный проводник в ПВХ изоляции рассчитанной на измеряемую температуру
- Номинальное сечение 0,22 мм² на жилу
- Экран: оплетка из меди с никелевым покрытием, оболочка из термостойкого ПВХ (поливинилхлорида)
- Импеданс проводника: строго одинаковый для двух проводников из трех. Допустимое различие не более 1%.

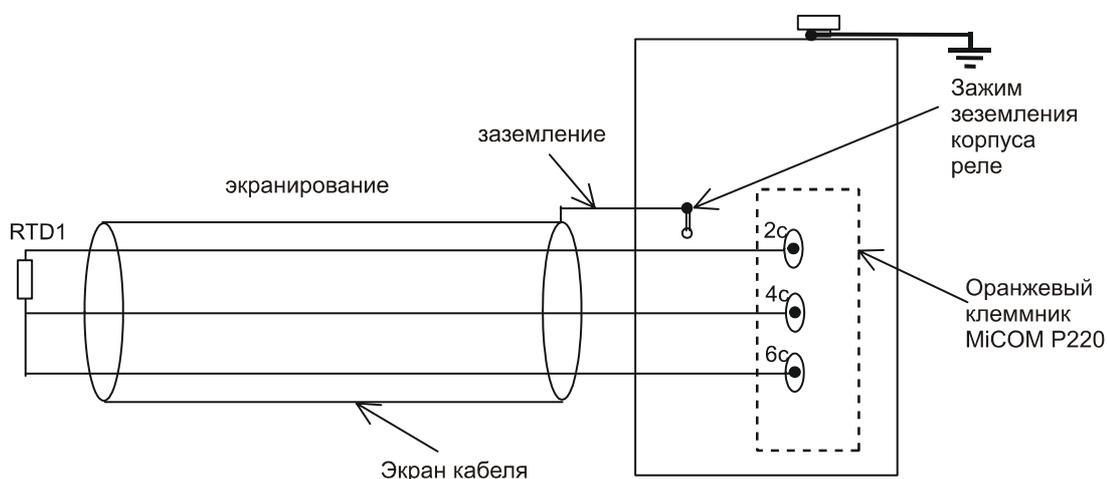


РИС. 5: ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ (RTD)

2.10 Термисторы

Реле P220 по заказу может иметь возможность подключения к 2 термисторам, что позволяет выполнить защиту при повышении температуры защищаемого объекта, (конфигурация функции выполняется в меню 'PROTECTION G1' (РАБОТА 1) или 'PROTECTION G1' (РАБОТА 1)). Выбор типа используемых термисторов выполняется в подменю 'CONFIG. SELECT' (ВЫБОР КОНФИГ.).

Для подключения термисторов к реле рекомендуется использовать 2-жильный экранированный кабель с полным сопротивлением не более 100 Ом. Изоляция жил кабеля должна быть рассчитана на номинальное напряжение не менее 300В эфф. Импедансы обоих жил кабеля должны быть одинаковы. Экран кабеля должен быть подключен под винт заземления корпуса реле.

Типовая спецификация:

- Каждая из жил 7/0,2мм медный проводник в ПВХ изоляции рассчитанной на измеряемую температуру
- Номинальное сечение: 0,22 мм² на жилу
- Экран: оплетка из меди с никелевым покрытием, оболочка из термостойкого ПВХ (поливинилхлорида)

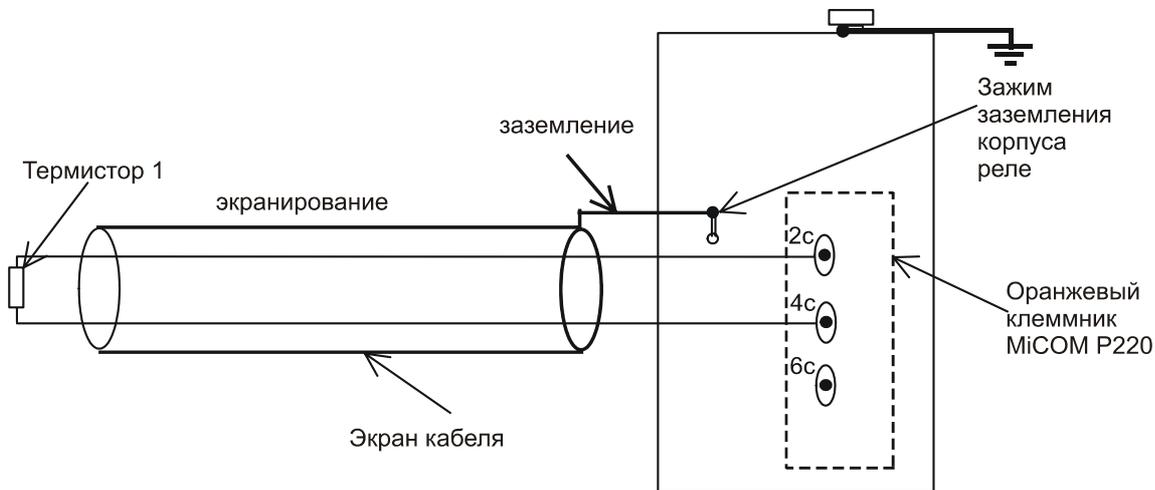


РИС. 6: ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТЕРМИСТОРОВ

2.10.1 Термисторы типа РТС

При использовании термисторов имеется возможность подключения к одному и тому же входу нескольких термисторов соединенных последовательно, как показано на рис.7.

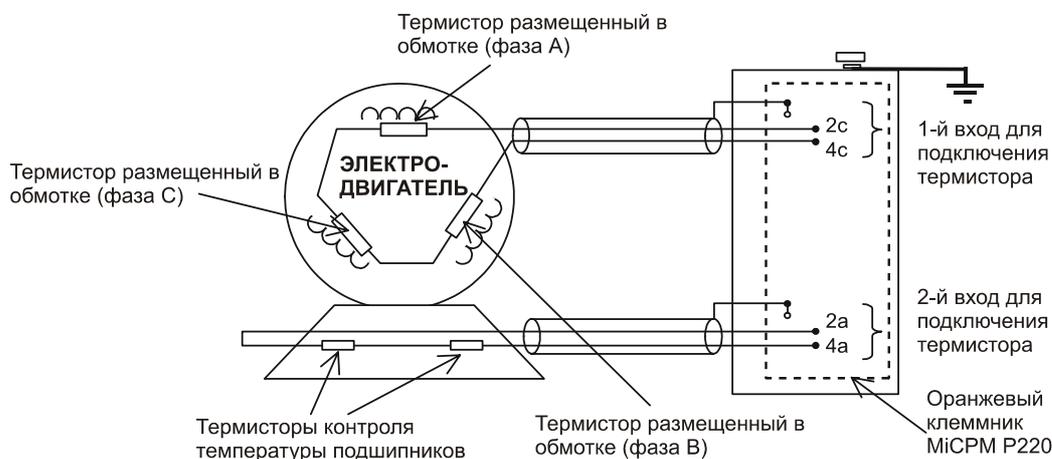


РИС. 7: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТЕРМИСТОРОВ ТИПА РТС

2.10.2 Термисторы типа NTC

При использовании термисторов типа NTC рекомендуется к каждому входу реле MiCOM подключать только один термистор.

В исключительном случае допускается к одному термисторному входу реле подключать несколько термисторов данного типа. Однако, мы не рекомендуем использовать такую схему подключения термисторов типа NTC.

Schneider Electric в странах СНГ



Пройдите бесплатное онлайн-обучение в Энергетическом Университете и станьте профессионалом в области энергоэффективности.

Для регистрации зайдите на www.MyEnergyUniversity.com

Беларусь

Минск

220006, ул. Белорусская, 15, офис 9
Тел.: (37517) 327 60 34, 327 60 72

Казахстан

Алматы

050009, пр-т Абая, 151/115
Бизнес-центр «Алатау», этаж 12
Тел.: (727) 397 04 00
Факс: (727) 397 04 05

Астана

010000, ул. Сейфуллина, 31, офис 216
Тел.: (7172) 58 05 01
Факс: (7172) 58 05 02

Россия

Волгоград

400089, ул. Профсоюзная, 15, офис 12
Тел.: (8442) 93 08 41

Воронеж

394026, пр-т Труда, 65, офис 227
Тел.: (4732) 39 06 00
Тел./факс: (4732) 39 06 01

Екатеринбург

620014, ул. Радищева, 28, этаж 11
Тел.: (343) 378 47 36, 378 47 37

Иркутск

664047, ул. 1-я Советская, 3 Б, офис 312
Тел./факс: (3952) 29 00 07, 29 20 43

Казань

420107, ул. Спартаковская, 6, этаж 7
Тел./факс: (843) 526 55 84 / 85 / 86 / 87 / 88

Калининград

236040, Гвардейский пр., 15
Тел.: (4012) 53 59 53
Факс: (4012) 57 60 79

Краснодар

350063, ул. Кубанская набережная, 62 /
ул. Комсомольская, 13, офис 224
Тел./факс: (861) 214 97 35, 214 97 36

Красноярск

660021, ул. Горького, 3 А, офис 302
Тел.: (3912) 56 80 95
Факс: (3912) 56 80 96

Москва

127018, ул. Двинцев, 12, корп. 1
Бизнес-центр «Двинцев»
Тел.: (495) 777 99 90
Факс: (495) 777 99 92

Мурманск

183038, ул. Воровского, д. 5/23
Конгресс-отель «Меридиан», офис 421
Тел.: (8152) 28 86 90
Факс: (8152) 28 87 30

Нижний Новгород

603000, пер. Холодный, 10 А, этаж 8
Тел./факс: (831) 278 97 25, 278 97 26

Новосибирск

630132, ул. Красноярская, 35
Бизнес-центр «Гринвич», офис 1309
Тел./факс: (383) 227 62 53, 227 62 54

Пермь

614010, Комсомольский пр-т, 98
Офис 11
Тел./факс: (342) 281 35 15, 281 34 13, 281 36 11

Ростов-на-Дону

344002, ул. Социалистическая, 74
Офис 1402
Тел.: (863) 261 83 22
Факс: (863) 261 83 23

Самара

443045, ул. Авроры, 150
Тел.: (846) 278 40 86
Факс: (846) 278 40 87

Санкт-Петербург

196158, Пулковское шоссе, 40, корп. 4, литера А
Бизнес-центр «Технополис»
Тел.: (812) 332 03 53
Факс: (812) 332 03 52

Сочи

354008, ул. Виноградная, 20 А, офис 54
Тел.: (8622) 96 06 01, 96 06 02
Факс: (8622) 96 06 02

Уфа

450098, пр-т Октября, 132/3 (бизнес-центр КПД)
Блок-секция № 3, этаж 9
Тел.: (347) 279 98 29
Факс: (347) 279 98 30

Хабаровск

680000, ул. Муравьева-Амурского, 23, этаж 4
Тел.: (4212) 30 64 70
Факс: (4212) 30 46 66

Украина

Днепропетровск

49000, ул. Глинки, 17, этаж 4
Тел.: (056) 79 00 888
Факс: (056) 79 00 999

Донецк

83003, ул. Горячкина, 26
Тел.: (062) 206 50 44
Факс: (062) 206 50 45

Киев

03057, ул. Металлистов, 20, литера Т
Тел.: (044) 538 14 70
Факс: (044) 538 14 71

Львов

79015, ул. Героев УПА, 72, корп. 1
Тел./факс: (032) 298 85 85

Николаев

54030, ул. Никольская, 25
Бизнес-центр «Александровский»
Офис 5
Тел.: (0512) 58 24 67
Факс: (0512) 58 24 68

Симферополь

Тел.: (050) 446 50 90, 383 41 75

Харьков

61070, ул. Академика Проскуры, 1
Бизнес-центр «Telesens»
Офис 204
Тел.: (057) 719 07 49
Факс: (057) 719 07 79

Центр поддержки клиентов

Тел.: 8 (800) 200 64 46 (многоканальный)
Тел.: (495) 777 99 88, факс: (495) 777 99 94
ru.ccc@schneider-electric.com
www.schneider-electric.com