

# РЕЛЕ ПУСКА И КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ РПКС-03 (V2\_02)

## 1 ОСОБЕННОСТИ ПУСКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

В электрических компрессорных станциях (ЭКС) МЗА19 применяются асинхронные трехфазные двигатели переменного тока. При прямом пуске этих двигателей, нагруженных на винтовой компрессор, возникают большие броски тока в питающей сети, которые превышают более чем в 12 раз номинальный ток двигателя. Этот ток вызывает перегрузку проводов системы питания предприятия, приводит к резкому провалу напряжения в ней.

Возникает высокий вращательный момент (резкий рывок с места), перегружающий механические части компрессора и самого электродвигателя. В результате, бросок тока приводит к преждевременному выходу из строя коммутирующих устройств пульта управления ЭКС (подгорание, приваривание контактов магнитных пускателей, автоматических выключателей, нагрев силовых кабелей).

Чтобы избежать этих проблем при эксплуатации ЭКС необходимо использовать устройства плавного пуска электродвигателя. Наиболее недорогим способом плавного пуска электродвигателя является пуск по схеме «звезда – треугольник». Его преимущества относительно прямого пуска электродвигателя:

- *пусковой ток меньше в 2,5 – 3 раза;*
- *пусковой момент составляет одну треть от момента при прямом пуске;*
- *снижается нагрузка на питающую сеть предприятия;*
- *увеличивается срок службы электродвигателя и компрессора за счет резкого снижения ударных нагрузок;*
- *увеличивается срок службы устройств коммутации;*
- *возможность применения силовых кабелей меньших диаметров;*
- *экономия эксплуатационных затрат.*

Дополнительный эффект при пуске электродвигателя ЭКС достигается при использовании *электромагнитного клапана холостого хода*.

Его наличие позволяет запустить ЭКС без нагрузки (электродвигатель разгоняется в режиме холостого хода) и остановить ЭКС, разгрузив компрессорную головку. Использование электромагнитного клапана холостого хода приносит экономию электроэнергии и увеличивает ресурс работы компрессорного агрегата.

## 2 НАЗНАЧЕНИЕ, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

Реле РПКС-03 предназначено для плавного пуска электродвигателя ЭКС и контроля работы ЭКС.

Реле обеспечивает:

- контроль трёхфазного напряжения питания электродвигателя ЭКС;
- плавный запуск электродвигателя ЭКС, путём переключения питания его обмоток со схемы «звезда» на схему «треугольник»;
- останов электродвигателя ЭКС по срабатыванию аварийных датчиков давления и температуры компрессора;
- возможность удалённого включения и выключения ЭКС (с дополнительным модулем МУП-01);
- возможность автоматического включения и выключения ЭКС по сигналам управляющего датчика давления (с дополнительным модулем МАУ-02);

Для индикации фазных напряжений и режимов работы в реле применяется четырёхрядный семисегментный индикатор с дополнительными светодиодами. Внешний вид индикатора представлен на рис.1:



Рис. 1

На индикатор выводятся измеренные фазные напряжения, уставки порогов срабатывания и уставки времен задержек, сообщения об авариях.

Три светодиода L1, L2, L3 индицируют наличие и состояние фазных напряжений. Один светодиод L4 индицирует включение пускателей по схеме «звезда».

Два светодиода L5, L6 индицируют включение пускателей по схеме «треугольник». Другие светодиоды индикатора не используются.

Кроме того реле обеспечивает индикацию аварийного состояния компрессорной станции с помощью двух светодиодов, устанавливаемых на передней панели реле.

Светодиод «ΔP» подсвечивает состояние аварийного датчика давления компрессора. Светодиод «ΔP» горит, когда датчик замкнут и погашен, когда датчик разомкнут.

Светодиод «T°C» подсвечивает состояние аварийного датчика температуры компрессора. Светодиод «T°C» горит, когда датчик замкнут и погашен, когда датчик разомкнут.

Светодиоды «ΔP» и «T°C» дублируются светодиодами «АВАРИЯ ΔP» и «АВАРИЯ T°C» на передней крышке щита управления ЭКС. Там же устанавливаются светодиоды «380В», «ФАЗА» и «ДУ»

Управление КС производится кнопками «ПУСК», «СТОП» и кнопкой аварийной остановки «АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВКА», действующей в обход реле РПКС-03. Все задаваемые режимы работы и уставки порогов срабатывания изменяются при помощи кнопок программного управления, расположенных на передней панели реле: «Выбор параметра», «Установка параметра», «Ввод параметра», «Сброс аварии».

Реле РПКС-03 выпускается в унифицированном пластмассовом корпусе. Крепление осуществляется на монтажную рейку DIN EN 50022 (см. рис.2).

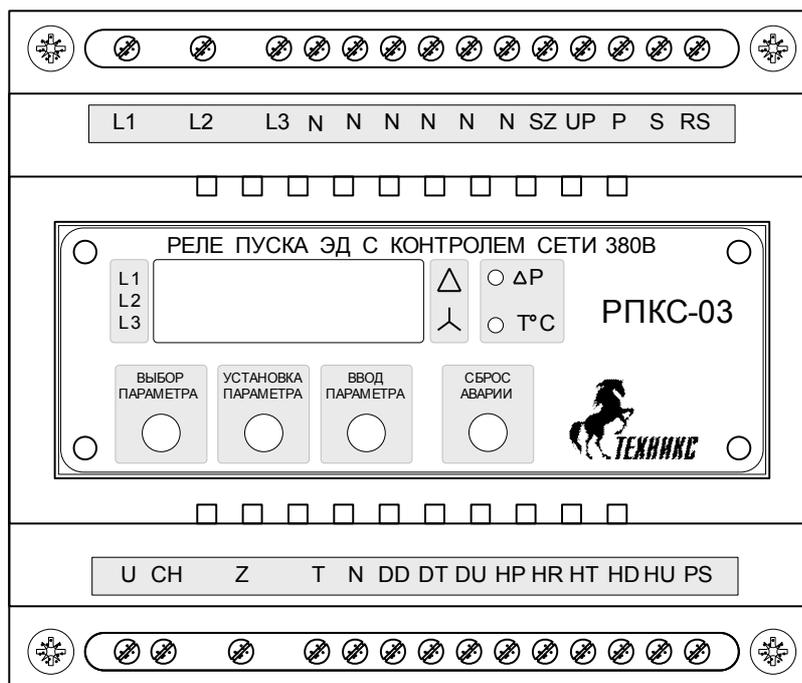


Рис.2

### 3 КОНТРОЛЬ ТРЁХФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ И АВАРИЙНЫХ ДАТЧИКОВ КОМПРЕССОРА

Реле РПКС-03 обеспечивает постоянный мониторинг трёхфазного напряжения питания двигателя ЭКС. Реле следит за:

- правильностью чередования фаз;
- обрывом или слипанием фаз;
- повышением и снижением фазных напряжений относительно программно устанавливаемых пороговых значений в диапазоне 170-270 вольт;

Измеренные действующие значения напряжения каждой фазы трёхфазного напряжения сети выводятся на индикатор.

В случае выхода отслеживаемых параметров за пороговые значения, реле производит аварийную остановку двигателя ЭКС с выводом на индикатор информации о причине остановки. Значения верхнего и нижнего порогов срабатывания и время задержки на выключения реле устанавливаются кнопками программного управления и сохраняются в энергонезависимой памяти.

После подачи трёхфазного питания 380В, загорается светодиод «380В». РПКС-03 начинает работу с проверки наличия и правильности чередования фазных напряжений.

Если есть хотя бы одно фазное напряжение, то на индикатор в трёх знакоместах, выводятся прочерки (---).

Если есть все три фазных напряжения, но чередование фаз неверное или произошло слипание фаз, то на индикаторе в трёх знакоместах выводятся прочерки (---), светодиод «ФАЗА» не горит.

Если чередование фаз верное, то загорается светодиод «ФАЗА» и РПКС-03 входит в состояние задержки включения на 1 секунду, после чего проверяет фазные напряжения на аварийные ситуации и если их не обнаруживает, разрешает пуск электродвигателя ЭКС. Измеренные фазные напряжения выводятся на индикатор поочередно с интервалом 4 секунды. При этом по очереди загораются светодиоды L1- L3.

Если фазные напряжения выходят за установленные пороги, то пуск электродвигателя ЭКС не разрешается, а светодиод «ФАЗА» мигает. При этом РПКС-03

выводит на индикатор зафиксированное напряжение аварийной фазы, соответствующий фазе светодиод L1-L3 мигает. Фиксация аварийной ситуации продолжается до нажатия кнопки «Сброс аварии».

Если фаза полностью исчезает или нарушается чередование фаз, то на индикаторе в трёх знакоместах выводятся прочерки (---), светодиод «ФАЗА» не горит. Индикация аварийной ситуации продолжается до восстановления всех фазных напряжений в правильном чередовании.

Перед запуском двигателя ЭКС, аварийный датчик температуры компрессора должен быть разомкнут. Если датчик перед пуском замкнут, то фиксируется аварийная ситуация, подсвечиваемая светодиодом «Т°С». Последующий пуск двигателя возможен только после нажатия кнопки «Сброс аварии».

Перед запуском двигателя ЭКС, аварийный датчик давления компрессора должен быть разомкнут. Если датчик замкнут, то пуск двигателя невозможен. Пуск разрешается по размыканию датчика. Факт замыкания датчика подсвечивается светодиодом «ΔР».

## 4 ПЛАВНЫЙ ЗАПУСК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ЭКС

Реле РПКС-03 обеспечивает плавный запуск трёхфазного асинхронного двигателя ЭКС, путём регулируемого по времени переключения питания его обмоток со схемы «звезда» на схему «треугольник». РПКС-03 принимает сигналы от кнопок «ПУСК» и «СТОП», расположенных на щите управления ЭКС и вырабатывает сигналы включения/выключения магнитных пускателей. Время разгона устанавливается программно от 1 до 9,9 секунд. Ход процесса запуска двигателя отображается на индикаторе. В случае возникновения аварийной ситуации (фазные напряжения вышли за установленные пороги, сработал аварийный датчик давления или температуры) реле производит аварийную остановку двигателя ЭКС с выводом причины остановки на индикатор и аварийные светодиоды.

Диаграмма запуска двигателя представлена на рис.3, где ТР – время разгона, ТП – время паузы при переключении обмоток двигателя со «звезды» на «треугольник»

После нажатия кнопки «ПУСК» реле РПКС-03 подключает обмотки двигателя по схеме «звезда». Этот факт подсвечивается светодиодом L4. По окончании заданного времени разгона ТР двигателя по схеме «звезда» (1-9,9сек), обмотки двигателя отключаются от сети (гаснет светодиод L4) и через время паузы ТП (задержки переключения 40-100 миллисекунд) реле РПКС-03 подключает обмотки двигателя по схеме «треугольник». При этом загораются светодиоды L5, L6. Остановка ЭКС производится нажатием кнопки «СТОП».

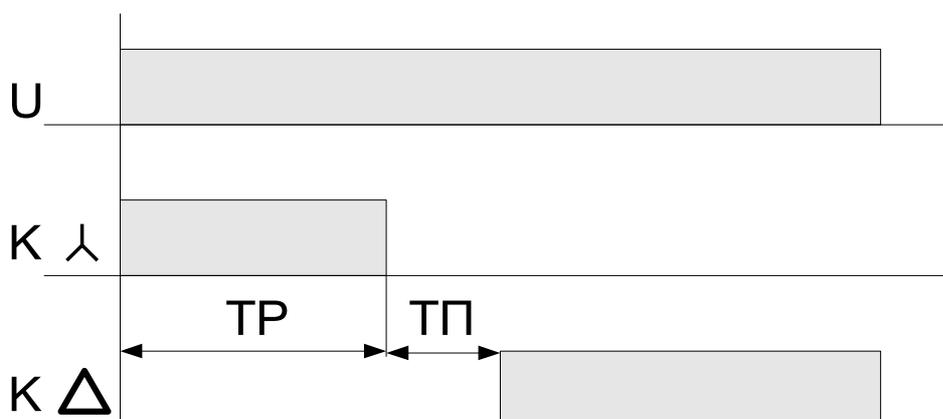


Рис.3

Основные технические характеристики РПКС-03 сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Номинальное значение параметра
1. Напряжение сети, В	220/380
2. Частота, Гц.	40-60
3. Верхний порог отключения, $U_{max}$ , В	230 -270
4. Нижний порог отключения, $U_{min}$ , В	160-210
5. Точность измерения фазных напряжений, В	$\pm 2$
6. Время задержки выключения при $U > U_{max}$ , $U < 160V$ ., Мс	100
7. Время задержки выключения при $160V < U < U_{min}$ ., Мс.	100-900
8. Время разгона в режиме «звезда», С.	1-9,9
9. Время переключения со «звезды» на «треугольник», Мс.	40-100
10. Максимальный коммутируемый ток, А (~250В)	2
11. Диапазон рабочих температур, °С	-30...+50
12. Максимальное фазное напряжение питания, В	430

## 5 ПРОГРАММИРОВАНИЕ РЕЛЕ

В РПКС-03 можно изменять:

- *Верхний порог отключения* в диапазоне 230-270В;
- *Нижний порог отключения* в диапазоне 160-210В;
- *Время задержки выключения* при снижении фазного напряжения ниже заданного порога: 0,1-0,9 секунды;
- *Время задержки переключения с режима «звезда» в режим «треугольник»* в диапазоне 40-100 миллисекунд;
- *Время работы в режиме «звезда» (время разгона)* в диапазоне 1-9,9 секунд;
- *Восстанавливать заводские настройки.*

Для программирования реле РПКС-03 служат кнопки программного управления.

*Внимание! В режим программирования реле РПКС-03 можно войти только при остановленном двигателе!*

*Во время нахождения реле в режиме программирования, оно не реагирует на кнопку «ПУСК».*

Для входа в меню настроек необходимо нажать кнопку «Выбор параметра». При этом на индикаторе высветится первая строка настроек. Повторное нажатие кнопки «Выбор параметра» приведёт к высвечиванию второй строки настроек. Дальнейшие нажатия кнопки «Выбор параметра» приводят к смене всех строк настроек по кольцу. Каждая строка обозначается латинской буквой в алфавитном порядке (А, С, Е, F, Н, L, U). Для изменения содержимого трёх следующих знакомест внутри строки, необходимо нажать кнопку «Установка параметра», при этом уставка изменяется на величину шага. При достижении максимально возможного значения, уставка переходит к минимальному значению, и так по кольцу. Выход из режима программирования производится в любой момент нажатием кнопки «Ввод параметра», или автоматически, через 10 секунд после последнего нажатия кнопок управления настройкой. Все настройки при этом переписываются в энергонезависимую память.

### 5.1 Установка верхнего порога выключения.

Пороговое значение напряжения выключения двигателя ЭКС при повышении напряжения по любой из фаз может программироваться в пределах от 230 до 270 В. Выбранное

значение запоминается в энергонезависимой памяти устройства. Заводская настройка равна 250 В.

Установка верхнего порога отключения производится в первой строке настроек. При вхождении в эту строку, показания вольтметра на индикаторе меняются на букву «А» в первом знакоместе. Во втором и третьем знакоместах выводится напряжение верхнего порога. Шаг уставки 1В.

## 5.2 Установка нижнего порога выключения.

Пороговое значение напряжения выключения двигателя ЭКС, в случае понижения напряжения по любой из фаз, может программироваться в пределах от 160 до 210 В. Выбранное значение запоминается в энергонезависимой памяти устройства. Заводская настройка равна 180 В.

Установка верхнего порога отключения производится во второй строке настроек. При вхождении в эту строку, в первом знакоместе индикатора высвечивается буква «С». Во втором и третьем знакоместах выводится пороговое напряжение. Шаг уставки 1В.

## 5.3 Установка времени задержки выключения.

Время задержки выключения при снижении напряжения ниже нижнего порога выключения может изменяться в пределах 0,1-0,9 секунды. Выбранное значение запоминается в энергонезависимой памяти устройства. Заводская настройка равна 0,2 с. Установка времени срабатывания на отключение производится в третьей строке настроек. При вхождении в эту строку, в первом знакоместе индикатора высвечивается буква «F». Во втором и третьем знакоместах выводится время срабатывания в миллисекундах. Шаг уставки 0,1 с.

## 5.4 Установка времени задержки переключения из режима «звезда» в режим «треугольник».

Время задержки переключения из режима «звезда» в режим «треугольник» может изменяться в пределах 40-100 мс. Выбранное значение запоминается в энергонезависимой памяти устройства. Заводская настройка равна 40 мс. Установка времени задержки переключения из режима «звезда» в режим «треугольник» производится в четвертой строке настроек. При вхождении в эту строку, в первом знакоместе высвечивается буква «F». В следующих знакоместах выводится время задержки переключения в миллисекундах. Шаг уставки 5 мс.

## 5.5 Установка времени разгона в режиме «звезда».

Время разгона в режиме «звезда» может изменяться в пределах 1-9,9 с. Выбранное значение запоминается в энергонезависимой памяти устройства. Заводская настройка равна 1,6 с. Установка времени работы в режиме «звезда» производится пятой и шестой строками настроек. При вхождении в пятую строку, в первом знакоместе высвечивается буква «Н». В следующих знакоместах выводится время работы в режиме «звезда» в десятых долях секунды (0,1-0,9 секунды). Шаг уставки 0,1с. При вхождении в шестую строку, в первом знакоместе высвечивается буква «L». В следующих знакоместах выводится время работы в режиме «звезда» в секундах 1-9 с. Шаг уставки 1 с. Таким образом, общее время задержки получается суммированием значений установленных в пятой и шестой строках.

## 5.6 Восстановление заводских настроек

Девятой строкой настроек является строка *возврата к заводским настройкам*. При вхождении в эту строку, в первом знакоместе высвечивается буква «U». В следующих знакоместах выводятся нули (000). Эту уставку можно изменить кнопкой «Установка

параметра» на значение 001. Если выйти кнопкой «Ввод параметра» из режима настроек на этой строке, при значении уставки 001, то настройки заменятся заводскими и запишутся в энергонезависимую память.

Заводские настройки:

1. А. Верхний порог отключения	250 вольт
2. С. Нижний порог отключения	180 вольт
3. Е. Время задержки аварийного отключения	0,2с
4. F. Время задержки переключения «звезда -треугольник»	40 мс
5. Н. Время разгона в режиме «звезда» (десять доли секунды)	0,6с
6. L. Время разгона в режиме «звезда» (секунды)	1 с
7. U. Установка заводских настроек	000

## 6 АВАРИИ

При обнаружении аварийной ситуации в сети реле РПКС-03 производит аварийное выключение двигателя ЭКС.

Если произошла авария по сети, то мигает светодиод «ФАЗА». После нажатия кнопки «Сброс аварии», РПКС-03 проверяет фазные напряжения на аварийные ситуации и если их не обнаруживает, через 1 секунду разрешает включение электродвигателя ЭКС. При этом загорается светодиод «ФАЗА». Если обнаруживается аварийная ситуация по фазным напряжениям, то разрешение на включение электродвигателя ЭКС не даётся и светодиод «ФАЗА» продолжает мигать. РПКС-03 переходит к индикации зафиксированной аварии, которая продолжается до нажатия кнопки «Сброс аварии».

Следует отметить, что если фазное напряжение достигает верхнего заданного порога  $U_{max}$  или уменьшается ниже 160В, то выключение двигателя производится с минимально возможным временем задержки 0, с. Если фазное напряжение падает ниже  $U_{min}$ , но не достигает 160В, то время до выключения двигателя ЭКС зависит от выбранного времени задержки на выключение (0,1-0,9 секунды). Случай, когда фазное напряжение падает ниже 8 вольт, РПКС-03 классифицирует как обрыв фазы, двигатель выключается, на индикатор выводятся прочерки (---). После восстановления фазного напряжения фиксируется авария с нулевым фазным напряжением.

Перед запуском двигателя ЭКС, аварийный датчик температуры должен быть разомкнут. Если датчик температуры замкнут, то запуск ЭКС запрещён. Если в ходе работы ЭКС замыкается датчик температуры, то реле производит аварийное выключение двигателя. Факт аварийного выключения подсвечивается светодиодом «Т°С». Последующий пуск двигателя возможен только после нажатия кнопки «Сброс аварии».

Перед запуском двигателя ЭКС, аварийный датчик давления должен быть разомкнут. Если датчик давления замкнут, то запуск ЭКС запрещён. После пуска двигателя, аварийный датчик давления должен замкнуться в течение 4-х секунд. Если в ходе пуска двигателя аварийный датчик давления не замкнётся в течение 4-х секунд или после замыкания в ходе работы ЭКС разомкнётся, то реле производит аварийное выключение двигателя. Факт аварийного выключения подсвечивается светодиодом «ΔР». Последующий пуск двигателя возможен только после нажатия кнопки «Сброс аварии».

Реле РПКС-03 имеет клемму RS «Сброс контроллера». При замыкании этой клеммы на нейтральный провод, происходит аппаратный сброс контроллера реле. При этом все входы и выходы реле устанавливаются в начальное состояние (аналогично состоянию при включении питания реле). Вход реле «Сброс контроллера» подключается к кнопке аварийной остановки ЭКС, действующей в обход реле РПКС-03.

## 7 КОНТАКТЫ РЕЛЕ

Реле РПКС-03 устанавливается внутри щита управления ЭКС и подключается при помощи клеммных контактов. Расположение контактов представлено на рис.2.

Обозначение и назначение клеммных контактов РПКС-03 приведено в таблице 2.

Таблица 2

№ п.п.	Обозначение контакта РПКС-03	Направление сигнала	Назначение контакта
1	L1	Вход	Напряжение фазы L1
2	L2	Вход	Напряжение фазы L2
3	L3	Вход	Напряжение фазы L3
4	N		Нейтральный провод
5	N		Нейтральный провод
6	N		Нейтральный провод
7	N		Нейтральный провод
8	N		Нейтральный провод
9	CZ	Выход	Не используется
10	UP	Выход	Питание реле 12В
11	P	Вход	Кнопка «пуск»
12	S	Вход	Кнопка «стоп»
13	RS	Вход	Сброс контроллера
14	U	Вход	Питание пускателей
15	CH	Выход	Вкл. осн. пускателя
16	Z	Выход	Вкл. пускат. «звезда»
17	T	Выход	Вкл. пускат. «треуг.»
18	N		Нейтральный провод
19	DD	Вход	Датчик давления
20	DT	Вход	Датчик температуры
21	DU	Вход	Управляющий датчик
22	HP	Выход	Инд. «380В»
23	HR	Выход	Инд. «ФАЗА»
24	HT	Выход	Инд. «АВАРИЯ T°C»
25	HD	Выход	Инд. «АВАРИЯ ΔP»
26	HU	Выход	Инд. «ДУ»
27	PS	Вход	Удаленный пуск/стоп