



ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

РЕГУЛЯТОР СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Насосный ПЧ со встроенным PLC и управлением группой насосов E5-P7500

**Каскадное управление
группой насосов**

Руководство пользователя

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ.	3
2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	4
3. КАСКАДНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАСОСАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЛЕ R1, R2, R3 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ.....	11
3.1. ФИКСИРОВАННЫЙ РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ.....	11
3.2. ЦИКЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ.....	12
3.2.1. РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ 24-00=6 ИЛИ 7	12
3.2.2. РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ 24-00=9.....	15
3.2.3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ	16
4. КАСКАДНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАСОСАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВСТРАИВАЕМОГО ОПЦИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ IO-8DO.....	17
4.1. ФИКСИРОВАННЫЙ РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ.....	17
4.2. ЦИКЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ.....	19
4.2.1. РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ 24-00=4 ИЛИ 5	20
4.2.2. РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ 24-00=8.....	23
4.3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ.....	23

Предисловие

Данное Руководство пользователя является дополнением к Руководству по эксплуатации насосного преобразователя частоты (далее ПЧ) серии E5-P7500 и предназначено для пояснения алгоритмов каскадного управления несколькими насосными агрегатами и основных моментов аппаратной реализации автоматической станции управления несколькими насосными агрегатами.

При проектировании станции управления на базе преобразователя частоты E5-P7500 необходимо учитывать рекомендации и требования Руководства по эксплуатации ВАЮУ.435Х21.012-02 РЭ в плане выбора модели ПЧ, мер предосторожности, условий эксплуатации, а также особенности работы и программирования.

1. Общее описание.

Преобразователь частоты E5-P7500 со встроенным насосным контроллером и ПИД-регулятором позволяет реализовать станцию с необходимыми сервисными функциями управления насосами в количестве от 2 до 8.

Возможны два варианта реализации станции управления:

1. На основе собственных аппаратных возможностей преобразователя частоты; в этом случае количество насосов не более 3.
2. С применением опционального модуля IO-8DO; в этом случае максимальное количество насосов может быть 4 или 8, в зависимости от выбранного режима управления станцией. Модуль IO-8DO может устанавливаться только в ПЧ E5-P7500-005H...-100H.

В режиме каскадного управления группой насосов основным насосом является насос, управляемый от преобразователя частоты. Он является основным регулятором автоматической системы поддержания заданного давления при изменении расхода жидкости. Дополнительные насосы вводятся в работу при необходимости, если производительности основного насоса не хватает для обеспечения требуемого давления в напорном трубопроводе.

2. Основные параметры программирования.

Параметры, определяющие режимы и функции каскадного управления насосами представлены в таблице 1

Таблица 1

Группа 24- Параметры управления насосами						
Параметр	Наименование	Диапазон значений	Заводское значение	Единицы	Режим упр.	
					U/f	Векторный
24-00	Выбор функций управления насосами	[0]: Дополнительные насосы не используются. [1]: Фиксированный режим, запуск с 1-го насоса, останов с последнего. [2]: Фиксированный режим, останов только регулируемого насоса. [3]: Фиксированный режим, запуск с 1-го насоса, останов с 1-го. [4]: Циклический режим, запуск с 1-го насоса, останов с 1-го. [5]: Циклический режим, останов только регулируемого насоса. [6]: Циклический режим на реле R1-R3, запуск с 1-го насоса, останов с 1-го. [7]: Циклический режим на реле R1-R3, запуск с 1-го, останов с 1-го. 1-й насос циклически меняется. [8]: Циклический режим, запуск с 1-го, останов с 1-го. 1-й насос циклически меняется. [9]: Циклический режим на реле R1-R3, останов только регулируемого насоса, 1-й насос циклически меняется.	0	-	О	О
24-01	Выбор функций реле 2-4	XXX0: Резерв XXX1: Резерв XX0X: Реле 2 отключено XX1X: Реле 2 включено X0XX: Реле 3 отключено X1XX: Реле 3 включено 0XXX: Реле 4 отключено 1XXX: Реле 4 включено	0000	-	О	О
24-02	Выбор функций реле 5-8	XXX0: Реле 5 отключено XXX1: Реле 5 включено XX0X: Реле 6 отключено XX1X: Реле 6 включено X0XX: Реле 7 отключено X1XX: Реле 7 включено 0XXX: Реле 8 отключено 1XXX: Реле 8 включено	0000	-	О	О
24-03	Время работы на верхнем пределе частоты	1,0~600,0	300,0	сек	О	О
24-04	Время работы на нижнем пределе частоты	1,0~600,0	300,0	сек	О	О
24-05	Время переключения пускателя	0,1~20,0	1,0	сек	О	О
24-06	Допустимое отклонение от верхнего/нижнего пределов выходной частоты	0,0~20,0	0,0	%	О	О
24-07	Выбор управления насосами	0: модуль IO-8DO 1: реле R1~R3	0	-	О	О
24-08	Период смены насосов	0~240	1	час	О	О

Группа 24- Параметры управления насосами						
Параметр	Наименование	Диапазон значений	Заводское значение	Единицы	Режим упр.	
					U/f	Векторный
24-09	Управление снижением производительности основного насоса	0: по частоте 1: по заданию	0	-	О	О
24-10	Выбор остановки насосов при 24-00=6,7,9	0: в соответствии с описанием 24-00 1: останавливаются все	0		О	О
24-11	Верхний предел давления	0~99.9	50	%	О	О
24-12	Время появления сообщения о предупреждении высокого давления	0,0~600,0	10,0	сек	О	О
24-13	Время появления сообщения о ошибке высокого давления	0,0~600,0	20,0	сек	О	О
24-14	Нижний предел давления	0~99.9	0	%	О	О
24-15	Время появления сообщения о предупреждении низкого давления	0,0~600,0	0,0	сек	О	О
24-16	Время появления сообщения о ошибке низкого давления	0,0~600,0	0,0	сек	О	О

24-00 = 0: насосный модуль IO-8DO и реле R1~R3 не используются, преобразователь может быть использован для управления одиночным насосом.

24-00 = 1: Фиксированный режим. Максимальное число насосов:

- при управлении от реле R1~R3 – 3 насоса;
- при управлении от модуля IO-8DO – 8 насосов.

Основной насос постоянно подключен к преобразователю, дополнительные насосы включаются от сети 380В. Дополнительные насосы включаются последовательно, начиная с первого, а останавливаются, начиная с последнего. При поступлении команды СТОП все насосы отключаются.

Этот режим рекомендуется при использовании электродвигателей насосов разной мощности.

24-00 = 2: Фиксированный режим. Максимальное число насосов:

- при управлении от реле R1~R3 - 3 насоса;
- при управлении от модуля IO-8DO – 8 насосов.

Основной насос постоянно подключен к преобразователю, дополнительные насосы включаются от сети 380В. Дополнительные насосы включаются последовательно, начиная с первого, а останавливаются, начиная с последнего. При поступлении команды СТОП останавливается только основной насос, управляемый преобразователем частоты. Дополнительные насосы, работающие от сети, продолжают работу.

24-00 = 3: Фиксированный режим. Максимальное число насосов:

- при управлении от реле R1~R3 – 3 насоса;
- при управлении от модуля IO-8DO – 8 насосов.

Основной насос постоянно подключен к преобразователю, дополнительные насосы включаются от сети 380В. Дополнительные насосы включаются последовательно, начиная с первого, и останавливаются, начиная с первого для поддержания примерно одинаковой загруженности насосов. При поступлении команды СТОП все насосы отключаются. Этот режим рекомендуется использовать для электродвигателей насосов одинаковой мощности.

24-00 = 4: Циклический режим. Управление от модуля IO-8DO.

Максимальное число насосов - 4. Каждый из насосов последовательно запускается от преобразователя, затем переключается на питание от сети. Насосы включаются последовательно, начиная с первого, и останавливаются, начиная с первого. При поступлении команды СТОП останавливаются все насосы.

24-00 = 5: Циклический режим. Управление от модуля IO-8DO.

Максимальное число насосов - 4. Каждый из насосов последовательно запускается от преобразователя, затем переключается на питание от сети. Насосы включаются последовательно, начиная с первого, и останавливаются, начиная с первого. При поступлении команды СТОП, останавливается только основной насос, дополнительные, работающие от сети, продолжают работу.

24-00 = 6: Циклический режим. Управление от реле R1~R3.

Максимальное число насосов - 3. Каждый из насосов последовательно запускается от преобразователя, затем переключается на питание от сети. Насосы включаются последовательно, начиная с первого, и останавливаются, начиная с первого. При поступлении команды СТОП останавливаются все насосы.

24-00 = 7: Циклический режим. Управление от реле R1~R3.

Максимальное число насосов - 3. Каждый из насосов последовательно запускается от преобразователя, затем переключается на питание от сети. Насосы включаются последовательно, начиная с первого, и останавливаются, начиная с первого. При поступлении команды СТОП останавливаются все насосы. Основной насос периодически меняется по таймеру (24-08) следующим образом: по истечении времени, определённого значением параметра 24-08, статус «Основной» переходит к следующему (по порядковому номеру) насосу после остановки рабочего основного насоса по команде СТОП или при переходе в «спящий режим».

24-00 = 8: Циклический режим. Управление от модуля IO-8DO.

Максимальное число насосов - 4. Каждый из насосов последовательно запускается от преобразователя, затем переключается на питание от сети. Насосы включаются последовательно, начиная с первого, и останавливаются, начиная с первого. Основной насос периодически меняется по таймеру (24-08) следующим образом: по истечении времени, определённого значением параметра 24-08, статус «Основной» переходит к следующему (по порядковому номеру) насосу после остановки рабочего основного насоса по команде СТОП или при переходе в «спящий режим».

24-00 = 9: Циклический режим. Управление от реле R1~R3.

Максимальное число насосов – 3. Длительность цикла задаётся параметром 24-08. В течении одного цикла определён основной насос и два дополнительных. Если давление в напорном трубопроводе меньше требуемого и производительности основного насоса

недостаточно, то последовательно вводятся в работу дополнительные насосы. При давлении выше заданного дополнительные насосы последовательно отключаются, начиная с первого, введенного в работу.

По истечении времени цикла (24-08) статус основного насоса переходит к следующему по очереди насосу, а бывший основной становится первым дополнительным. Смена статуса происходит при остановке вращения насоса (команда СТОП, переход в “спящий режим”).

При поступлении команды СТОП останавливается, только основной насос, дополнительные насосы, работающие от сети, продолжают работу.

Примечание:

1. Если 24-00 $\neq$ 0, то дискретные входы не могут быть запрограммированы на функции «Отключение ПИД» (= 16) и «Работа на принудительной частоте» (= 57).

24-01	Выбор состояний реле 2-4	
Значения	XXX0: Резерв	XXX1: Резерв
	XX0X: Реле 2 отключено	XX1X: Реле 2 включено
	X0XX: Реле 3 отключено	X1XX: Реле 3 включено
	0XXX: Реле 4 отключено	1XXX: Реле 4 включено
24-02	Выбор состояний реле 5-8	
Значения	XXX0: Реле 5 отключено	XXX1: Реле 5 включено
	XX0X: Реле 6 отключено	XX1X: Реле 6 включено
	X0XX: Реле 7 отключено	X1XX: Реле 7 включено
	0XXX: Реле 8 отключено	1XXX: Реле 8 включено

Примечание:

“Реле 2” и “Реле 3” соответственно R2 и R3 в преобразователе частоты.

“Реле 2” ... “Реле 8” соответственно RY2 ... RY8 на модуле IO-8DO.

24-03	Время работы на верхнем пределе частоты
Значения	1,0-600,0 с

Устанавливает время работы регулируемого насоса на верхнем пределе частоты (00-12), прежде чем подключится очередной дополнительный насос.

Чем меньше значение 24-03, тем меньше будут колебания давления в системе, но чаще будут происходить подключения/отключения дополнительных насосов.

24-04	Время работы на нижнем пределе частоты
Значения	1,0-600,0 с

Устанавливает время работы регулируемого насоса на нижнем пределе частоты (00-13), прежде чем отключится очередной дополнительный насос.

Чем меньше значение 24-04, тем меньше будут колебания давления в системе, но чаще будут происходить подключения/отключения дополнительных насосов.

24-05	Время переключения контактора
Значения	0,1-20,0 с

Когда двигатель, первоначально работающий от преобразователя, переключается на работу от сети, необходимо обеспечить задержку пуска преобразователя на время коммутаций для предотвращения короткого замыкания выхода преобразователя и источника питания переменного тока.

Значение параметра 24-05 требуется устанавливать больше, чем время коммутации внешнего магнитного контактора. Как правило, время включения контактора больше, чем время отключения. Установите параметр 24-05 исходя из большего значения.

24-06	Отклонение от верхнего/нижнего пределов частоты
Значения	0,0-20,0 %

Параметр 24-06 дает возможность корректировать работу насосов так, чтобы подключение/отключение дополнительных насосов происходило ранее, чем будет достигнут верхний/нижний предел частоты (00-12/00-13). Если 24-06 = 0%, то подключение/отключение дополнительных насосов будет при достижении выходной частоты преобразователя верхнего/нижнего предела.

Например, при 00-12 = 80% и 00-13 = 20%:

- если 24-06 = 0%, то при выходной частоте, равной 80% от максимальной частоты и истечении времени работы на верхнем пределе частоты (24-03), подключится дополнительный насос. Когда выходная частота снизится до 20% от минимальной частоты и истечет время работы на нижнем пределе частоты (24-04), дополнительный насос отключится;
- если 24-06 = 5%, то дополнительный насос подключится при выходной частоте, равной 75% от максимальной частоты (с задержкой 24-03), и отключится при выходной частоте, равной 25% от минимальной частоты (с задержкой 24-04).

24-07	Выбор источника управления насосами
Значения	0: Насосный модуль на 8 насосов 1: Встроенная функция управления 3 насосами

24-07 = 0: опциональный модуль на 8 насосов.

Используется насосный модуль IO-8DO.

24-07 = 1: Встроенная функция управления 3 насосами.

Используются реле R1-R3, расположенные на плате ЦП преобразователя.

Для этого режима необходимы следующие условия:

24-00 = 1~3, 6,7,9.

24-01 = 0XXX (реле 4 отключено).

24-02 = 0000 (реле 5-8 отключены).

Примечание: Если указанные требования не выполняются, то при подаче команды Пуск на дисплее появится сообщение об ошибке «COPuP».

В таблице 2 приведены максимальные количества насосов, которые могут быть использованы при различных значениях параметров 24-00 и 24-07.

Таблица 2

24-00	Режим насосов	Максимальное количество насосов при 24-07 = 0	Максимальное количество насосов при 24-07 = 1
1, 2, 3	Фиксированный	8 насосов	3 насоса
4, 5, 8	Циклический	4 насоса	нет
6, 7, 9	Циклический	нет	3 насоса

Примечания:

1. При 24-07 = 1, реле R1 используется для переключения насосов и ему не может быть назначена другая функция параметром 03-11.
2. Если 24-07 = 1 и 24-01 = 0010b, реле R2 используется для переключения насосов и ему не может быть назначена другая функция параметром 03-12.
3. Если 24-07 = 1 и 24-01 = 0100b, реле R3 используется для переключения насосов и ему не может быть назначена другая функция параметром 03-39.

24-08	Период смены насосов (длительность цикла)
Значения	0-240 час

Параметр 24-08 используется при значениях 7, 8 и 9 параметра 24-00. При запуске насосной станции первым запускается двигатель насоса 1. По истечении времени цикла (24-08) статус основного насоса переходит к следующему по очереди насосу, а бывший основной становится первым дополнительным. Смена статуса происходит при очередном запуске после первой остановки вращения насоса (ПЧ) по истечении времени 24-08 (команда СТОП, переход в “спящий режим”).

Примечание. Отсчет времени цикла начинается заново при изменении параметра 24-00 или изменении времени переключения (24-08), а также после перерывов питания преобразователя частоты.

24-09	Управление снижением производительности основного насоса
Значения	0: по частоте 1: по заданию

Когда 24-09 = 0, снижение производительности основного насоса начинается с выходной частоты после того, как ПИД-регулятор определяет необходимость снижения значения выходной частоты до уровня нижнего ограничения частоты и времени работы на нижней граничной частоте.

Когда 24-09 = 1, снижение производительности основного насоса начинается, когда сигнал обратной связи ПИД (12-39) > значения задания ПИД (12-38).

24-10	Выбор остановки насосов при 24-00=6,7,9
Значения	0: в соответствии с описанием 24-00 1: останавливаются все

Когда 24-10 = 1, все реле отключаются при остановке ПЧ, и первое реле начинает работать при возобновлении работы.

ВНИМАНИЕ! Функция 24-10 активна только при 24-00=6, 7, 9

24-11	Верхний предел давления
Значения	0~99.9 %
24-12	Время появления сообщения о предупреждении высокого давления
Значения	0.0~600
24-13	Время появления сообщения тревоги и отключения ПЧ при высоком давлении
Значения	0.0~600

24-11: верхний предел давления.

Когда значение обратной связи по давлению выше заданного значения верхнего предела давления в параметре 24-11, возникает сигнал тревоги, а затем ПЧ останавливает работу.

24-12: время индикации сигнала предупреждения при высоком давлении.

Когда значение сигнала обратной связи выше, чем заданное в параметре 24-11 значение верхнего предела давления, начнется отсчет времени, заданного в параметре 24-12. Если в процессе отсчёта этого времени значение сигнала обратной связи станет меньше значения верхнего предела давления (24-11), то накопленное время отсчёта сбрасывается, и при очередном превышении давления отсчёт начинается с нуля.

Если в течении времени 24-12 значение сигнала обратной связи будет больше значения верхнего предела давления 24-11, на дисплее ПЧ появится сообщение (предупреждение) «**HIPb**». Основной насос при этом будет оставаться в работе.

24-13: время появления индикации сигнала тревоги и отключения пч при высоком давлении.

Когда на дисплее ПЧ появится сообщение (предупреждение) «**HIPb**» и значение сигнала обратной связи выше, чем заданное в параметре 24-11 значение верхнего предела давления, и закончился промежуток времени 24-12, начнется отсчет времени остановки ПЧ по «тревоге» при высоком давлении. Если в процессе отсчёта этого времени значение сигнала обратной связи станет меньше значения верхнего предела давления (24-11), то накопленное суммарное (по параметрам 24-12 и 24-13) время отсчёта сбрасывается, и при очередном превышении давления отсчёт начинается с нуля.

Если в течении времени 24-13 значение сигнала обратной связи будет больше значения верхнего предела давления 24-11, на дисплее ПЧ появится сообщение «**OPbFt**». Основной насос при этом остановится.

Защитная функция по превышению давления может быть отключена. Для этого в параметрах 24-12 и 24-13 нужно установить нулевые значения.

Если защитная функция по превышению давления отключена, то управление насосами будет происходить в соответствии с выбранной функцией параметра 24-00 и в зависимости от сигнала обратной связи. При давлении в трубопроводе выше заданного, ПЧ перейдёт в «спящий» режим либо будет работать на нижнем пределе частоты в зависимости от значения параметров 00-11, 10-17 и 10-29.

24-14	Нижний предел давления
Значения	0~100 %
24-15	Время появления сообщения о предупреждении низкого давления
Значения	0.0~600
24-16	Время появления сообщения тревоги и отключении ПЧ при низком давлении
Значения	0.0~600

24-14: нижний предел давления.

Когда значение обратной связи по давлению ниже заданного значения нижнего предела давления в параметре 24-14, возникает сигнал тревоги, а затем ПЧ останавливает работу.

24-15: время индикации сигнала предупреждения при низком давлении.

Когда значение сигнала обратной связи ниже, чем заданное в параметре 24-14 значение верхнего предела давления, начнется отсчет времени, заданного в параметре 24-15. Если в процессе отсчёта этого времени значение сигнала обратной связи станет больше значения нижнего предела давления (24-14), то накопленное время отсчёта сбрасывается, и при очередном уменьшении давления отсчёт начинается с нуля.

Если в течении времени 24-14 значение сигнала обратной связи будет меньше значения нижнего предела давления 24-14, на дисплее ПЧ появится сообщение (предупреждение) «**LOPb**». Основной насос при этом будет оставаться в работе.

24-16: время появления индикации сигнала тревоги и отключения ПЧ при низком давлении.

Когда на дисплее ПЧ появится сообщение (предупреждение) «**LOPb**» и значение сигнала обратной связи ниже, чем заданное в параметре 24-14 значение нижнего предела давления, и закончился промежуток времени 24-15, начнется отсчет времени остановки ПЧ по «тревоге» при низком давлении. Если в процессе отсчёта этого времени значение сигнала обратной связи станет больше значения нижнего предела давления (24-14), то накопленное суммарное (по параметрам 24-15 и 24-16) время отсчёта сбрасывается, и при очередном превышении давления отсчёт начинается с нуля.

Если в течении времени 24-16 значение сигнала обратной связи будет меньше значения нижнего предела давления 24-14, на дисплее ПЧ появится сообщение «**LPbFt**». Основной насос при этом остановится.

Защитная функция по низкому давлению может быть отключена. Для этого в параметрах 24-15 и 24-16 нужно установить нулевые значения.

Если защитная функция по низкому давлению отключена, то управление насосами будет происходить в соответствии с выбранной функцией параметра 24-00 и в зависимости от сигнала обратной связи.

3. Каскадное управление насосами с использованием реле R1, R2, R3 преобразователя частоты.

3.1. Фиксированный режим управления.

Для реализации режима управления надо выбрать одну из функций управления, которая определяется значением параметра **24-00=1, 2 или 3** (см. таблицу 1 и описание функций параметра 24-00), а так же запрограммировать режим ПИД-регулирования. Функциональная схема реализации режима представлена на рисунке 1.

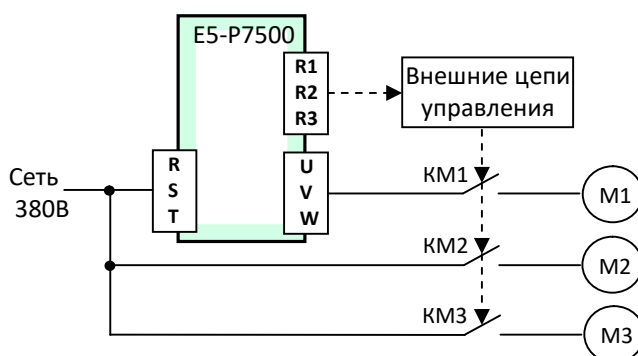


Рис.1. Фиксированный режим управления 3 насосами.

В этом режиме первый (основной) насос М1 постоянно подключен к преобразователю частоты, который в режиме ПИД-регулирования управляет производительностью этого насоса для поддержания заданного давления. Дополнительные насосы М2 и М3 вводятся в работу, если производительности основного не хватает.

При подключении каждого дополнительного насоса преобразователь снижает выходную частоту, и функция ПИД временно отключается. При достижении минимальной частоты функция ПИД восстанавливается, и основной насос продолжает поддерживать давление.

При отключении каждого из дополнительных насосов преобразователь увеличивает выходную частоту, и функция ПИД временно отключается. При достижении максимальной частоты функция ПИД восстанавливается, и основной насос продолжает поддерживать давление.

Число насосов может быть уменьшено до 2. В этом случае реле R3 следует отключить, т.е. значение параметра **24-01=0010b**.

В самом простом варианте аппаратной реализации данного режима управления в качестве коммутаторов КМ2 и КМ3 можно использовать магнитные контакторы (пускатели) совместно с традиционными элементами защиты электродвигателя для прямого пуска от силовой сети электропитания.

Для уменьшения токовой нагрузки на сеть электропитания, а так же для уменьшения гидроударов, характерных для прямого пуска электродвигателя насоса, в качестве коммутаторов КМ2 и КМ3 можно применить устройства плавного пуска или преобразователи частоты в режиме прямого управления.

3.2. Циклический режим управления.

Для реализации режима управления надо выбрать одну из функций управления, которая определяется значением параметра **24-00=6, 7 или 9** (см. таблицу 1 и описание функций параметра 24-00), а так же запрограммировать режим ПИД-регулирования. Функциональная схема режима представлена на рисунке 2.

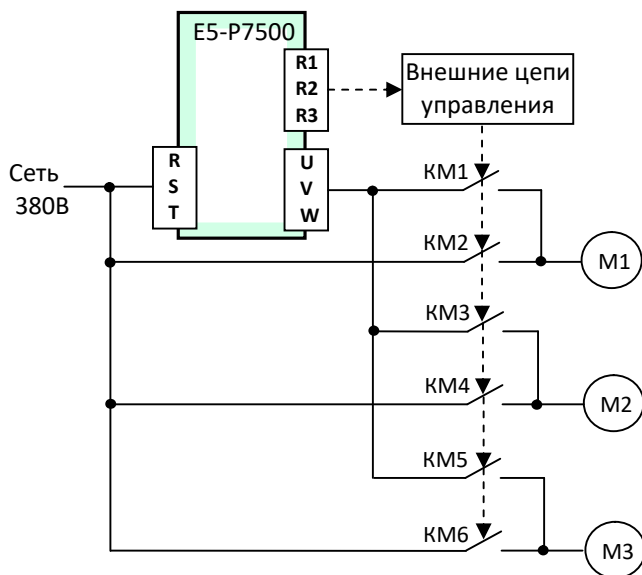


Рис.2. Циклический режим управления 3 насосами.

3.2.1. Режим управления при 24-00=6 или 7.

Программа встроенного насосного контроллера, совместно с ПИД-регулятором определяет очерёдность и комбинацию включения/отключения реле R1~ R3, в зависимости от текущего значения давления жидкости в трубопроводе. На основании этого алгоритма строится схема внешних цепей управления силовым коммутационным оборудованием.

Временные диаграммы, поясняющие алгоритм включения/выключения реле R1~ R3 показан на рисунке 3.

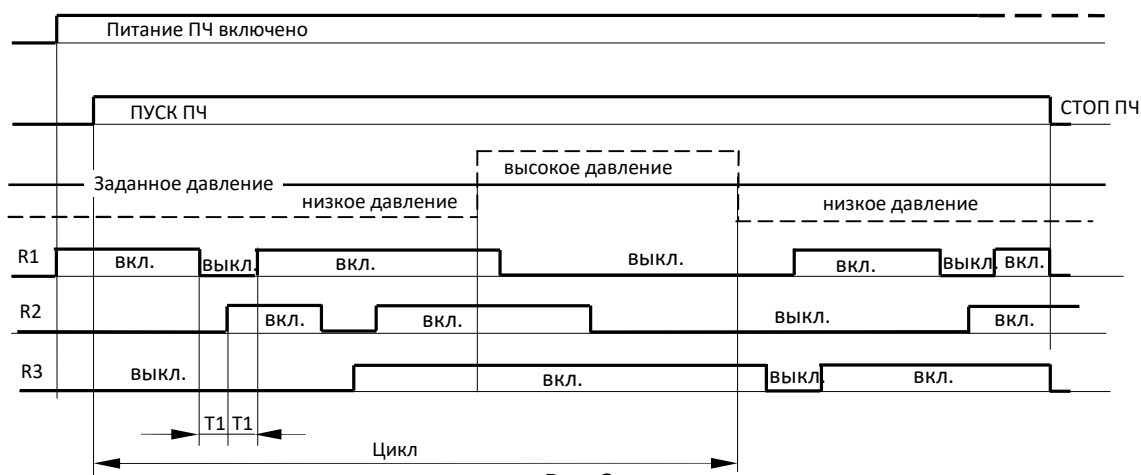


Рис.3

При подаче питания на преобразователь частоты (далее ПЧ) реле R1 переходит в состояние «включено» и определяет подключение насоса М1 к ПЧ, т.е. насос М1 является основным. Реле R2 и R3 остаются в выключенном состоянии.

Если давление в напорном трубопроводе низкое (ниже заданного), то после поступления команды ПУСК ПЧ, его выходная частота достигнет верхнего предела частоты (00-12) и время работы на верхнем пределе частоты превысит значение параметра 24-03, выход ПЧ отключается и выключается реле R1. Через время T1 (определяется значением параметра 24-05) включится реле R2 и далее через время T1 снова включится реле R1. При этом выходная частота ПЧ вновь начнёт увеличиваться. Такая комбинация трёх реле должна обеспечить подключение насоса М2 к ПЧ а насоса М1 к сети электропитания. Т.о. в работе участвуют два насоса М1 и М2: насос М2 становится основным, а насос М1 – первым дополнительным. При достижении выходной частоты ПЧ значения верхнего предела (00-12) и по истечении времени работы на верхнем пределе частоты, выход ПЧ отключается и выключается реле R2. Через время T1 (определяется значением параметра 24-05) включится реле R3 и далее через время T1 снова включится реле R2. Реле R1, при этом, остаётся включенным. Выходная частота ПЧ вновь начнёт увеличиваться. Такая комбинация трёх реле должна обеспечить подключение насоса М3 к ПЧ а насоса М2 к сети электропитания. Теперь в работе участвуют все три насоса: насос М3 становится основным, а насос М2 – вторым дополнительным.

Если давление в напорном трубопроводе высокое (выше заданного), то ПЧ снижает выходную частоту до нижнего предела частоты (00-13). На этом этапе работы режим ПИД-регулирования временно блокируется, программно. Через время работы на нижнем пределе частоты (24-04) реле R1 выключается и первый дополнительный насос М1 останавливается. При этом в ПЧ активируется режим ПИД-регулирования и выходная частота начинает увеличиваться. Если давление не уменьшается, то в ПЧ опять блокируется режим ПИД-регулирования и снижается выходная частота до нижнего предела частоты (00-13). Через время работы на нижнем пределе частоты (24-04) реле R2 выключается и второй дополнительный насос М2 останавливается. При этом в ПЧ активируется режим ПИД-регулирования и выходная частота начинает увеличиваться. На этом цикл заканчивается.

Если в результате остановки дополнительных насосов давление стало ниже заданного, то система переходит на очередной цикл работы.

Если давление остаётся больше заданного, то:

1) при 00-11=1, ПЧ перейдёт в “спящий режим”, и возобновит работу при уменьшении давления ниже заданного;

2) при 00-11=0 будет работать на частоте нижнего предела частоты с индикацией «НРb» несколько секунд, затем остановится с индикацией «ОРbFt» (см. описание

параметров 24-11, 24-12, 24-13). Дальнейшая работа станции возобновится при сбросе сообщения об ошибке и подаче на ПЧ команды ПУСК, при условии, что давление в трубопроводе будет ниже заданного.

Отличие режимов управления при 24-00=6 и 24-00=7 состоит в том, что при 24-00=7 смена основного насоса произойдёт по истечении времени 24-08 при готовности ПЧ к началу вращения после очередной остановки основного насоса (команда СТОП, переход в “спящий режим”).

Практическая схема циклического режима каскадного управления тремя насосами представлена на рисунке 4. Число насосов может быть уменьшено до двух. В этом случае реле R3 следует отключить, т.е. значение параметра **24-01=0010b**. Так же отпадёт надобность в элементах KM5, KM6, RT3, QF4.

При необходимости, управление каждым насосом можно производить в ручном режиме кнопками ПУСК и СТОП. В этом случае переключатель S1 надо перевести в нижнее, по схеме, положение.

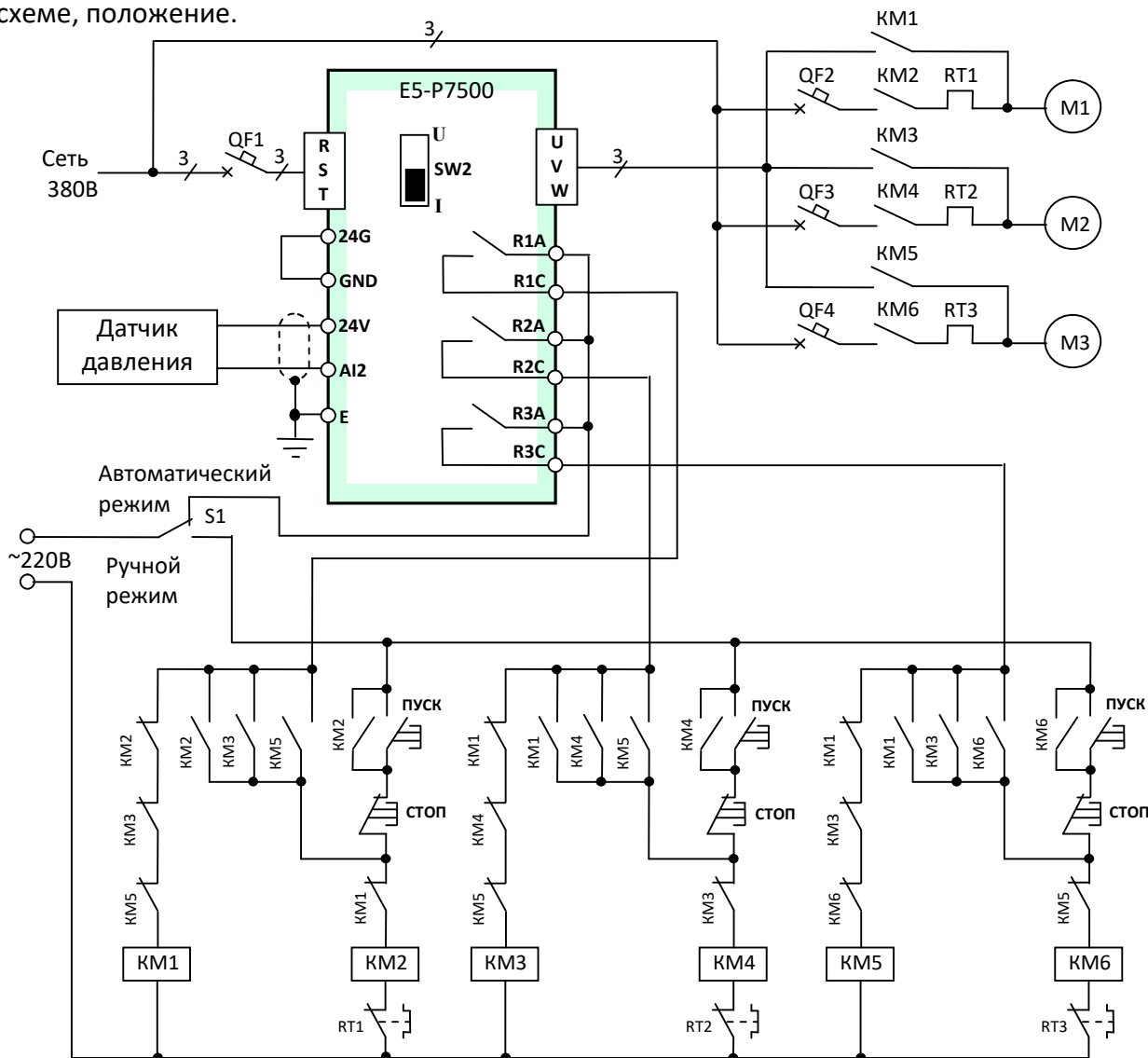


Рис.4

3.2.2. Режим управления при 24-00=9.

В этом режиме управления основной насос подключен к ПЧ в течении времени цикла, определённого значением параметра 24-08. Дополнительные насосы вводятся в работу по необходимости, в зависимости от значения давления в напорном трубопроводе.

Временные диаграммы, поясняющие алгоритм включения/выключения реле R1~ R3 показан на рисунке 5.

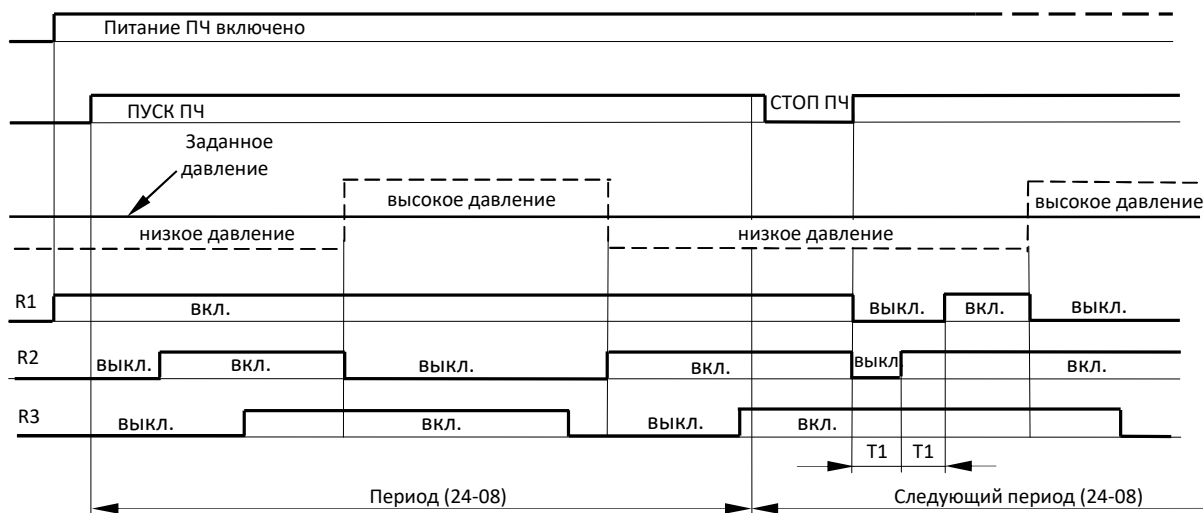


Рис.5

При подаче питания на преобразователь частоты (далее ПЧ) реле R1 переходит в состояние «включено» и определяет подключение насоса М1 к ПЧ, т.е. насос М1 является основным. Реле R2 и R3 остаются в выключенном состоянии.

Если давление в напорном трубопроводе низкое (ниже заданного), то после поступления команды ПУСК ПЧ, его выходная частота достигнет верхнего предела частоты (00-12) и время работы на верхнем пределе частоты превысит значение параметра 24-03, включится реле R2. В этот момент временно блокируется режим ПИД-регулирования и ПЧ снижает выходную частоту до нижнего предела частоты (00-13). Через время 24-04 режим ПИД-регулирования снова активизируется и ПЧ увеличивает выходную частоту до верхнего предела частоты (00-12) и по истечении времени работы на верхнем пределе частоты включится реле R3. Т.о. включение реле R2 и R3 определяет ввод в работу первого дополнительного (М2) и второго дополнительного (М3) насосов соответственно.

Если давление в напорном трубопроводе высокое (выше заданного), то ПЧ снижает выходную частоту до нижнего предела частоты (00-13). На этом этапе работы режим ПИД-регулирования временно блокируется, программно. Через время работы на нижнем пределе частоты (24-04) реле R2 выключается и первый дополнительный насос М2 останавливается. При этом в ПЧ активизируется режим ПИД-регулирования и выходная частота начинает увеличиваться. Если давление не уменьшается, то в ПЧ опять блокируется режим ПИД-регулирования и снижается выходная частота до нижнего предела частоты (00-13). Через время работы на нижнем пределе частоты (24-04) реле R3 выключается и второй дополнительный насос М3 останавливается. При этом в ПЧ активизируется режим ПИД-регулирования и выходная частота начинает увеличиваться.

Такая очередность включения/выключения дополнительных насосов, при неизменном статусе основного насоса, будет сохраняться в течении времени, определенном значением параметра 24-08. По истечении этого промежутка времени основным насосом становится насос со следующим порядковым номером (например, если был М1, то основным станет М2; если был М3, то основным станет М1 и т.д.). Подключение очередного

насоса к ПЧ произойдёт до начала вращения при поступлении команды ПУСК на ПЧ, если была подана команда СТОП, либо ПЧ начнёт выход из “спящего режима”.

Если давление остаётся больше заданного, то:

1) при 00-11=1, ПЧ перейдёт в “спящий режим”, и возобновит работу при уменьшении давления ниже заданного;

2) при 00-11=0 будет работать на частоте нижнего предела частоты с индикацией «НРb» несколько секунд, затем остановится с индикацией «ОРbFt» (см. описание параметров 24-11, 24-12, 24-13). Дальнейшая работа станции возобновится после сброса сигнала об ошибке и при подаче на ПЧ команды ПУСК, при условии, что давление в трубопроводе будет ниже заданного.

3.2.3. Программирование преобразователя частоты.

Минимальный список параметров и их значения, которые позволяют реализовать каскадное управления группой насосов с использованием реле R1, R2, R3 преобразователя частоты, представлен в таблице 3.

Таблица 3

Параметр	Значение	Описание
13-08	6 или 7	Инициализация двух или трёх проводная
00-00	0	Режим управления U/f
01-00	0, 4, 5	Выбор характеристики U/f 0 – постоянный момент (линейная); 4 – переменный момент 1; 5 – переменный момент 2;
00-05	0	Задание опорной частоты кнопками пульта управления
00-11	0 или 1	Работа ПЧ при переходе в спящий режим: 0 – работа на нижнем пределе частоты; 1 – работа на нулевой частоте;
00-12	90% *	Верхний предел частоты: 100% соответствует выходной частоте 50 Гц, соответственно производительность насоса будет максимальной. Чтобы избежать разрушения напорного трубопровода, рекомендуется уменьшить значение верхнего предела частоты.
00-13	30% *	Нижний предел частоты
04-00	0 или 1	Выбор сигнала на входе AI2: 0 - 0 ~ 10 В / 0 ~ 20 мА; зависит от положения переключателя SW2 (I/V); 1 - 2 ~ 10 В / 4 ~ 20 мА; зависит от положения переключателя SW2 (I/V);
10-00	6	Выбор источника задания ПИД – кнопки пульта управления ПЧ
10-01	2	Выбор источника обратной связи ПИД – аналоговый вход AI2
10-03	0001b	Режим ПИД включен, регулирование при прямой характеристике. (Поддержание заданного давления при изменении расхода жидкости).
10-05	2,5 *	Пропорциональный коэффициент.
10-06	10 *	Интегральный коэффициент
24-07	1	Управление насосами с помощью реле R1~R3
24-00	1, 2, 3 6, 7, 9	Выбор функции управления насосами. См. описание параметра 24-00 (стр. 4,5).
24-01	0110b	реле R2 и R3 активны
24-02	0000b	реле RY5...RY8 неактивны
24-03	10.0 *	Время работы на верхнем пределе частоты. См. описание параметра (стр. 5).
24-04	10.0 *	Время работы на нижнем пределе частоты. См. описание параметра (стр. 5).
24-05	1.0 *	Время переключения контактора. См. описание параметра (стр. 5,6).
24-08	1.0 *	Период смены основного насоса
10-17	30.0 *	Частота перехода в спящий режим

10-18	0.0 *	Задержка перехода в спящий режим
10-19	0.0 *	Частота выхода из спящего режима
10-20	0.0 *	Задержка выхода из спящего режима

Примечания:

- 1) значения параметров, обозначенных * подбираются при настройке станции;
- 2) программирование параметров группы 24 следует производить в последовательности, указанной в таблице 3.

4. Каскадное управление насосами с применением встраиваемого опционального модуля IO-8DO.

Функциональная схема модуля IO-8DO представлена на рисунке 6.

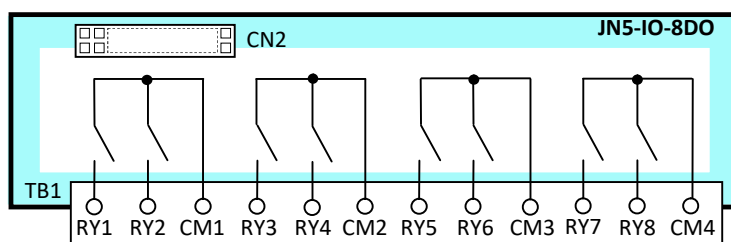


Рис.6

Модуль IO-8DO (далее модуль управления) применяется, когда есть необходимость каскадного управления насосами, количество которых превышает три и позволяет реализовать режим каскадного управления до 8 насосов с фиксированным основным насосом и режим каскадного управления до 4 насосов с циклической сменой основного насоса.

4.1. Фиксированный режим управления.

Для реализации режима управления надо выбрать одну из функций управления, которая определяется значением параметра **24-00=1, 2 или 3** (см. таблицу 1 и описание функций параметра 24-00), а так же запрограммировать режим ПИД-регулирования. Функциональная схема реализации режима представлена на рисунке 7.

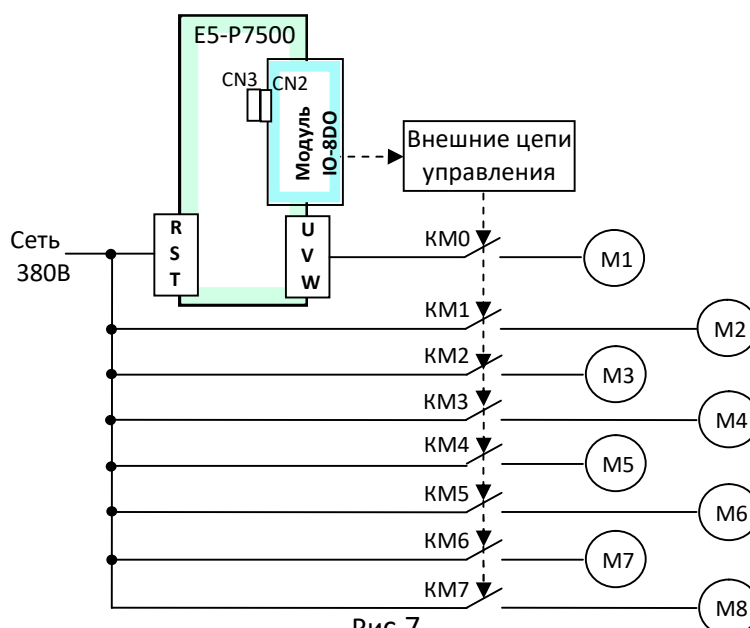


Рис.7

В этом режиме первый (основной) насос М1 постоянно подключен к преобразователю частоты, который в режиме ПИД-регулирования управляет производительностью этого насоса для поддержания заданного давления. Дополнительные насосы М1...М7 вводятся в работу, если производительности основного не хватает.

При подключении каждого дополнительного насоса преобразователь снижает выходную частоту, и функция ПИД-регулирования временно отключается. При достижении минимальной частоты функция ПИД-регулирования восстанавливается, и основной насос продолжает поддерживать давление.

При отключении каждого из дополнительных насосов преобразователь увеличивает выходную частоту, и функция ПИД-регулирования временно отключается. При достижении максимальной частоты функция ПИД-регулирования восстанавливается, и основной насос продолжает поддерживать давление.

Число насосов может быть уменьшено. В этом случае неиспользуемые реле (R_Yx) модуля управления следует присвоить статус “неактивные”, начиная с большего номера. Статус реле R_Y2 ... R_Y8 (активно или неактивно) определяется параметрами 24-01 и 24-02. Реле R_Y1 включено постоянно, пока подано питание на ПЧ, и определяет подключение основного насоса к ПЧ.

В самом простом варианте аппаратной реализации данного режима управления, в качестве коммутаторов КМ1...КМ7 можно использовать магнитные контакторы (пускатели) совместно с традиционными элементами защиты электродвигателя для прямого пуска от силовой сети электропитания.

Для уменьшения токовой нагрузки на сеть электропитания, а так же для уменьшения гидроударов, характерных для прямого пуска электродвигателя насоса, в качестве коммутаторов КМ1...КМ7 можно применить устройства плавного пуска или преобразователи частоты в режиме прямого управления.

Практическая схема фиксированного режима каскадного управления восемью насосами представлена на рисунке 8.

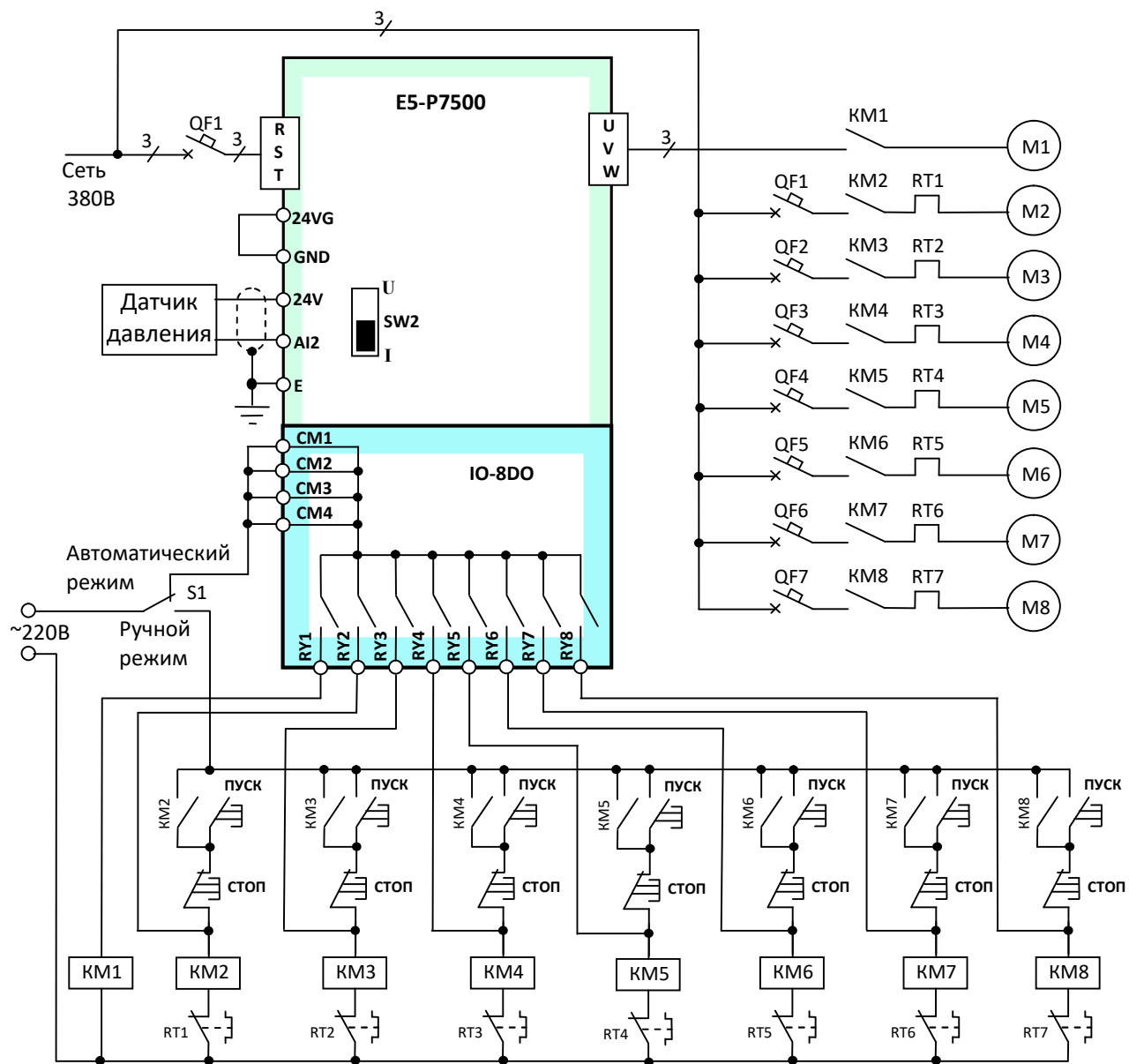


Рис.8

4.2. Циклический режим управления.

Для реализации режима управления надо выбрать одну из функций управления, которая определяется значением параметра **24-00=4, 5 или 8** (см. таблицу 1 и описание функций параметра 24-00), а так же запрограммировать режим ПИД-регулирования. Функциональная схема режима представлена на рисунке 9.

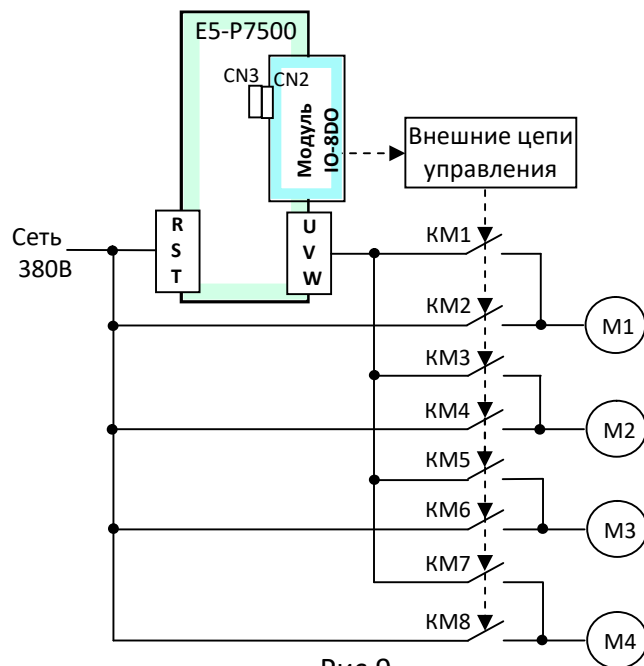


Рис.9

4.2.1. Режим управления при $24-00=4$ или 5 .

Программа встроенного насосного контроллера, совместно с ПИД-регулятором определяет очерёдность и комбинацию включения/отключения реле RY1~ RY8, в зависимости от текущего значения сигнала обратной связи ПИД (текущего значения давления жидкости в трубопроводе). На основании этого алгоритма строится схема внешних цепей управления силовым коммутационным оборудованием.

Временные диаграммы, поясняющие алгоритм включения/выключения реле RY1~ RY8 показаны на рисунке 10.

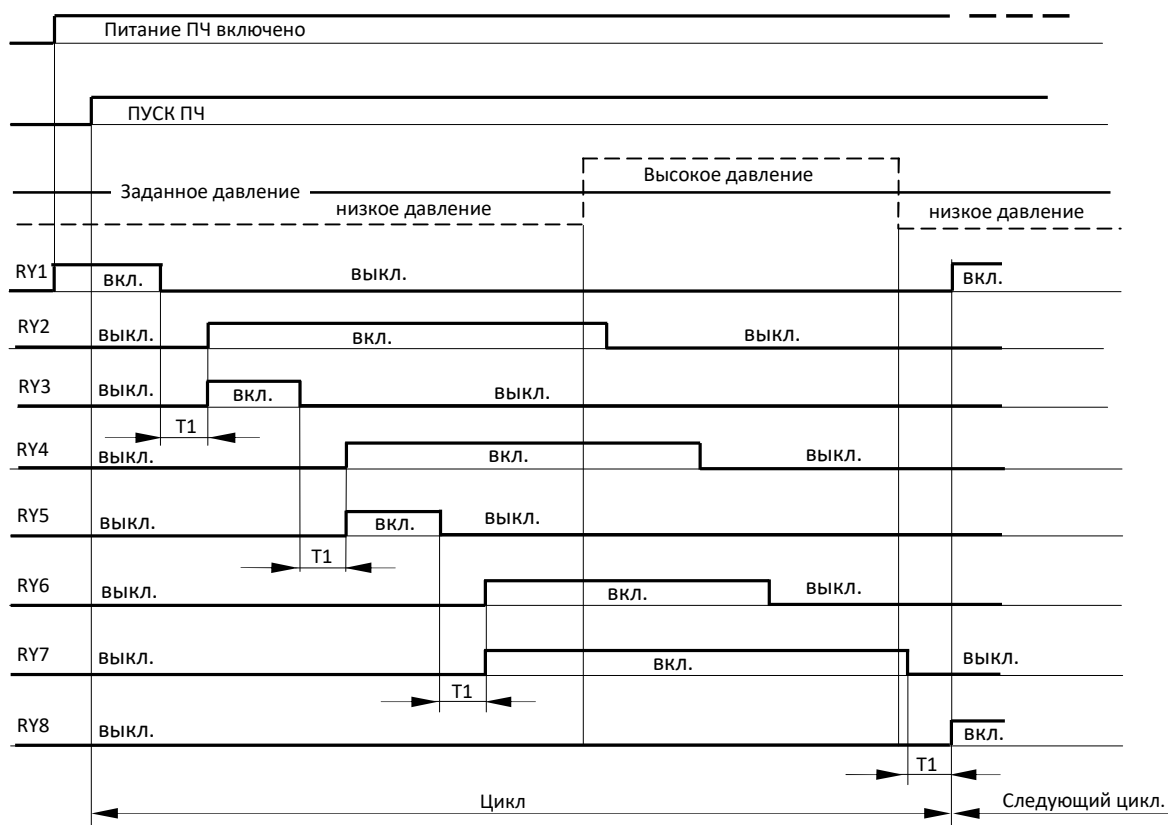


Рис.10

При подаче питания на преобразователь частоты (далее ПЧ) реле RY1 переходит в состояние «включено» и определяет подключение насоса М1 к ПЧ, т.е. насос М1 является основным. Реле RY2 и RY8 остаются в выключенном состоянии. Любой из насосов, подключенный к ПЧ является основным и определяет основную задачу по поддержанию заданного давления в напорном трубопроводе.

Если давление в напорном трубопроводе низкое (ниже заданного), то после поступления команды ПУСК ПЧ, его выходная частота достигнет верхнего предела частоты (00-12) и когда время работы на верхнем пределе частоты превысит значение параметра 24-03, выход ПЧ отключится и выключится реле RY1. Через время T1 (определяется значением параметра 24-05) включатся реле RY2 и RY3 – реле RY2 определяет подключение насоса М1 напрямую к сети, а RY3 определяет подключение насоса М2 к ПЧ. При этом выходная частота ПЧ вновь начнёт увеличиваться. Если значение выходной частоты ПЧ снова достигнет верхнего предела (00-12), то по истечении промежутка времени, определённого значением параметра 24-03, выход ПЧ отключится и отключится реле RY3. Далее, через время T1 (определяется значением параметра 24-05) включатся реле RY4 и RY5 – реле RY4 определяет подключение насоса М2 напрямую к сети, а RY5 определяет подключение насоса М3 к ПЧ. Выходная частота ПЧ вновь начнёт увеличиваться и, если значение давления в напорном трубопроводе будет оставаться ниже заданного, то по истечении времени работы на верхнем пределе частоты выход ПЧ отключится и выключится реле RY5. Через время T1 (определяется значением параметра 24-05) включатся реле RY6 и RY7 – реле RY6 определяет подключение насоса М3 напрямую к сети, а RY7 определяет подключение насоса М4 к ПЧ.

Если давление в напорном трубопроводе высокое (выше заданного), то ПЧ снижает выходную частоту до нулевого значения. На этом этапе работы режим ПИД-регулирования временно блокируется, программно. Через время, определённое значением параметра 24-04 реле RY2 выключается и первый дополнительный насос М1 останавливается. При этом в ПЧ активируется режим ПИД-регулирования и выходная частота начинает увеличиваться. Если давление не уменьшается, то в ПЧ опять блокируется режим ПИД-регулирования и снижается выходная частота до нулевого значения. Через время, определённое значением параметра 24-04 реле RY4 выключается и второй дополнительный насос М2 останавливается. При этом в ПЧ активируется режим ПИД-регулирования и выходная частота начинает увеличиваться. Если давление остаётся выше заданного, то аналогичным образом выводится из работы и третий дополнительный насос. На этом цикл заканчивается.

При уменьшении давления ниже заданного насос М1 снова подключается к ПЧ и становится основным и начинается новый цикл каскадного управления.

Практическая схема циклического режима каскадного управления четырьмя насосами представлена на рисунке 11.

При необходимости, управление каждым насосом можно производить в ручном режиме кнопками ПУСК и СТОП. В этом случае переключатель S1 надо перевести в нижнее, по схеме, положение.

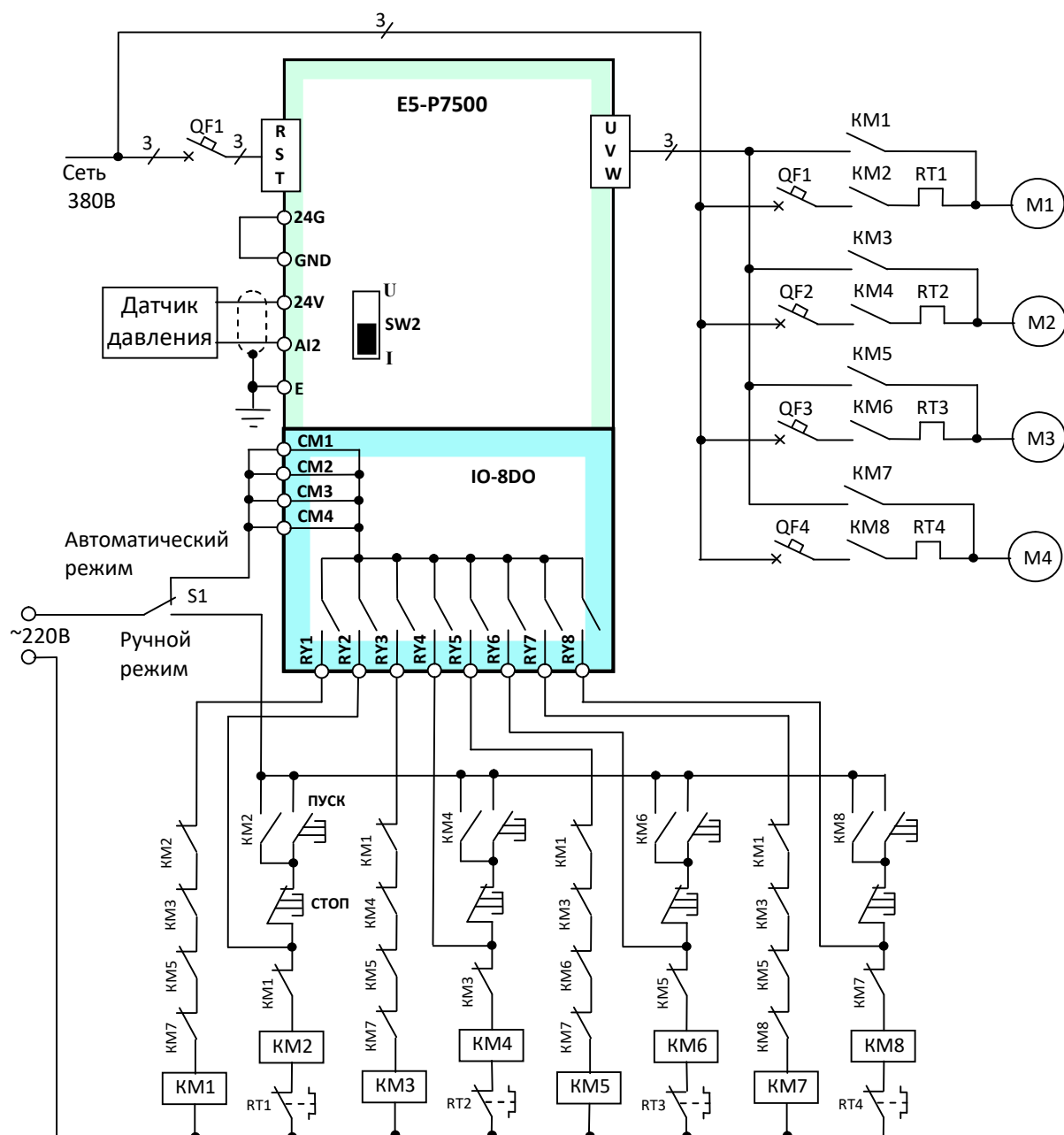


Рис.11

4.2.2. Режим управления при 24-00=8.

Алгоритм включения / выключения реле RY1~ RY8 аналогичен описанному в пункте 4.2.1. Данный режим дополнен функцией «Период смены основного насоса». По истечении периода времени, определённого значением параметра 24-08, при очередном выходе из «спящего режима» основным насосом становится следующий насос по текущему циклу работы.

4.3. Программирование преобразователя частоты.

Минимальный список параметров и их значения, которые позволяют реализовать каскадное управление группой насосов с использованием опционального модуля IO-8DO представлен в таблице 4.

Таблица 4

Параметр	Значение	Описание
13-08	6 или 7	Инициализация двух или трёх проводная
00-00	0	Режим управления U/f
01-00	0, 4, 5	Выбор характеристики U/f 0 – постоянный момент (линейная); 4 – переменный момент 1; 5 – переменный момент 2;
00-05	0	Задание опорной частоты кнопками пульта управления
00-11	0 или 1	Работа ПЧ при переходе в спящий режим: 0 – работа на нижнем пределе частоты; 1 – работа на нулевой частоте;
00-12	90% *	Верхний предел частоты: 100% соответствует выходной частоте 50 Гц, соответственно производительность насоса будет максимальной. Чтобы избежать разрушения напорного трубопровода, рекомендуется уменьшить значение верхнего предела частоты.
00-13	30% *	Нижний предел частоты
04-00	0 или 1	Выбор сигнала на входе AI2: 0 - 0 ~ 10 В / 0 ~ 20 мА; зависит от положения переключателя SW2 (I/V); 1 - 2 ~ 10 В / 4 ~ 20 мА; зависит от положения переключателя SW2 (I/V);
10-00	6	Выбор источника задания ПИД – кнопки пульта управления ПЧ
10-01	2	Выбор источника обратной связи ПИД – аналоговый вход AI2
10-03	0001b	Режим ПИД включен, регулирование при прямой характеристике. (Поддержание заданного давления при изменении расхода жидкости).
10-05	2,5 *	Пропорциональный коэффициент.
10-06	10 *	Интегральный коэффициент
24-07	0	Управление насосами с помощью опционального модуля IO-8DO
24-00	1, 2, 3 4, 5, 8	Выбор функции управления насосами. См. описание параметра 24-00 (стр. 4,5).
24-01	1111b	реле RY1...RY4 активны
24-02	1111b	реле RY5...RY8 активны
24-03	10.0 *	Время работы на верхнем пределе частоты. См. описание параметра (стр. 5).
24-04	10.0 *	Время работы на нижнем пределе частоты. См. описание параметра (стр. 5).
24-05	1.0 *	Время переключения контактора. См. описание параметра (стр. 5,6).
24-08	1.0 *	Период смены основного насоса
10-17	30.0 *	Частота перехода в спящий режим
10-18	0.0 *	Задержка перехода в спящий режим
10-19	0.0 *	Частота выхода из спящего режима
10-20	0.0 *	Задержка выхода из спящего режима