

ООО «НПО» Эталон»



**ЭТАЛОН**

---

**«Станция управления»**

**СУ ЧР ВД 160 ТП**

**СУ ЧР АВ 400 ТП**

**Руководство по эксплуатации**

**ТЛСА.656437.144 РЭ**

**Россия, г.Добрянка, Пермский край  
2021г.**

1. ВВЕДЕНИЕ .....	3
2. НАЗНАЧЕНИЕ.....	4
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ .....	4
4. СОСТАВ СТАНЦИИ.....	14
5. УСТРОЙСТВО СТАНЦИИ .....	14
6. РАБОТА СТАНЦИИ .....	106
7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ .....	122
8. УСТАНОВКА И МОНТАЖ.....	123
9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	123
10. ПОРЯДОК РАБОТЫ .....	125
11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	126
12. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ .....	127
Приложение 1. Габаритные и установочные размеры СУ ЧР АВ .....	129
Приложение 2. Приборная панель станции.....	131
Приложение 3. Схема электрическая принципиальная базовых СУ ЧР ВД 160.....	131
Приложение 4. Схема внешних соединений станции со встроенным LC фильтром.....	133
Приложение 5. Схема соединений станции с ТМС .....	135
Приложение 6. Перечень возможных неисправностей, вероятная причина и методы их устранения. ....	142
Приложение 7. Полный перечень аварийных ситуаций, возможных в СУ ЭТАЛОН, вероятные причины, алгоритмы и методы диагностики. ....	144
Приложение 8. Диагностические коды силовой панели «Semikube» для драйвера GB11 .....	147
Приложение 9. Способы расчета измеряемых и вычисляемых параметров.....	149
Приложение 10. Инструкция по настройке вентильного привода Эталон .....	150

**Внимание: предприятие-изготовитель оставляет за собой право вводить конструктивные изменения, которые не отражаются в эксплуатационной документации, которые не ухудшают технические характеристики изделия.**

Данное Руководство по эксплуатации распространяется на следующие версии программного обеспечения:

80.XX  
81.XX  
83.XX  
85.XX  
86.XX  
87.XX

Текущая версия: \_\_\_\_\_

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими данными, устройством, работой и правилами эксплуатации станций управления СУ ЧР ВД, (в дальнейшем именуемой «станция») с частотным регулированием скорости вращения погружного вентильного электродвигателя, со встроенным повышающим трансформатором.

Соблюдение правил эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве, гарантирует безотказную работу станции в течение всего срока службы.

Станция сертифицирована. Сертификат соответствия № ЕАЭС RU С-RU.HB26.B.00156/19 серия RU №0187260.

Конструкция СУ соответствует:

- ПУЭ правилам устройства электроустановок.
- ТУ 3431-001-83295903-2014 Техническим условия на СУ ЧР АВ Эталон

Расшифровка условного обозначения станций управления серии СУ ЧР АВ:

Условное обозначение станций управления серии «СУ ЧР АВ Эталон»

СУ	ЧР	XX	-	XXX	/ XX	- XX	-	XX	XX	XX	Эталон
1	2	3*		4		5*		7*	8	9*	10

Расшифровка условного обозначения станций управления серии СУ ЧР АВ.

1	[ СУ ] – Станция управления УЭЦН
2	Тип устройства [ ЧР ] – Частотный преобразователь
3	Код серии [ ВД ] – Вентильный ЭД [ АВ ] – Асинхронный и Вентильный ЭД
4	Номинальный выходной ток А: <b>32; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2500</b>
5	Номинальное напряжение питающей сети В. [ 380 ] – базовое исполнение*
6	Номинальная частота питающей сети Гц. [ 50 ] – базовое исполнение*
7	Код модификации:** [ ] – Встроенный выходной LC Фильтр (Ф2) - базовое исполнение* Ф1 – Встроенный входной LC Фильтр Н – накопитель энергии для сохранения работы при сетевых просадках 12П – 12-ти пульсный выпрямитель
8	Код дополнительной комплектации:** ИС – Интеллектуальная система управления. ДР – Программный модуль для работы с установкой дозирования реагента. С или СЭС - наличие счетчика электроэнергии; G – Встроенный GSM модем; Б – Встроенный «байпас» контактор для работы от сети. Д – станция, оснащенная программным модулем расчета дебита жидкости. ТП – встроенный повышающий трансформатор;
9	Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150 [ УХЛ ] – базовое исполнение *
10	Наименование завода производителя

В тексте приняты следующие сокращения:

АД - асинхронный двигатель;  
АПВ - автоматическое повторное включение;  
ВД – вентильный электродвигатель.  
ЗП - защита от перегрузки.  
ЗСП - защита от недогрузки.  
ПЭД - погружной электродвигатель;  
СУ - станция управления;  
КСУ – контроллер СУ;  
ТПН - повышающий трансформатор;  
ТМС - термоманометрическая система;

ТМСН - наземный блок термоманометрической системы;  
ТМСП - погружной блок термоманометрической системы;  
МТЗ – максимальная токовая защита  
УМП - устройство мягкого пуска  
ЧРП - частотно-регулируемый привод;  
УЭЦН - установка электропогружного центробежного насоса.  
ЭКМ - электроконтактный манометр.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Станция предназначена для частотного управления и защиты электронасосов добычи нефти с вентильными двигателями типа ВПЭД с номинальной скоростью до 10000 об/мин (500Гц).

2.2. Станция предназначена для работы на открытом воздухе в условиях, регламентированных для климатического исполнения УХЛ1 по ГОСТ 15150 при следующих климатических факторах:

- 1) температура окружающей среды от минус 60°C до плюс 50°C;
- 2) относительная влажность воздуха 100% при температуре плюс 25°C;
- 3) окружающая среда должна быть не взрывоопасной, не содержащей агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, не насыщенной токопроводящей пылью;
- 4) высота над уровнем моря не более 1000м.

2.3. Степень защиты станции от воздействия окружающей среды IP43, опционально IP54 по ГОСТ 14254.

2.4. Станция может быть использована только для работы в коммерческих и производственных зонах без воздействия опасных и вредных производственных факторов.

## 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Питание станции осуществляется от трехфазной сети переменного тока напряжением 380В частоты 50Гц. Отклонение напряжения сети от номинального значения в нормальных условиях должно находиться в пределах от минус 25% до плюс 25%. Работоспособность СУ сохраняется при падении напряжения ниже минус 50% с ограничением по максимальному рабочему току. Кроме того, с установленным блоком конденсаторов обеспечивается работа контроллера СУ и драйверов ЧРП при полном пропадании напряжения в течение 3 сек с фиксацией события в архиве. Опционально по требованию заказчика, СУ комплектуется накопителем энергии для обеспечения удержания в работе ЭД на требуемое время со снижением выходной частоты для поддержания соотношения U/F.

3.2. Питание ВПЭД насосной установки осуществляется от сухого повышающего трансформатора встроенного в СУ.

3.3. Технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики

Параметр	СУ ЧР ВД 160 ТП	СУ ЧР АВ 400 ТП
Номинальный выходной ток ЧРП	160	400
Максимальный ток силовой цепи, А	Перегрузка - 125% от <b>Ином</b> в течении 900 сек (режим – 1 по ГОСТ 24607) Максимальный ток – до 175% от <b>Ином</b> (порог защиты IGBT).	
Полная мощность ЧР (кВА)	105	262
Номинальная мощность ЭД (кВт)	45	100
Ном. напряжение силовой цепи, В	50 ± 1Гц 380В ±25% (см п.3.1)	
Выходная частота,	Вентильный ЭД 2..600±0,01 Гц (для ВД 10000об/мин)	Асинхр. ЭД 1..80±0,1Гц Вентильный ЭД 2..600±0,01Гц
Выходное напряжение инвертора	0...(0,95 x Uвх) ±2%	
Отпайки напряжения и ток встроенного трансформатора	350V/2100V - 2U3-2V3-2W3-2N 350V/2500V - 2U4-2V4-2W4-2N 350V/2800V - 2U2-2V2-2W2-2N	350V/2200V (31,5А) - 2U3-2V3-2W3-2N 350V/2500V (26А) - 2U4-2V4-2W4-2N 350V/2800V (21А) - 2U2-2V2-2W2-2N
КПД преобразователя с фильтром	Не менее 95% - (без учета повышающего трансформатора)	
Способ формирования выходного напряжения и частоты	ШИМ 6 кГц векторное управление без датчика скорости	
Ном. Напряж. цепей управления, В	380/220/24	
Коэффициент искажения выходного напряжения и тока, не более	5%	
Потребляемая мощность цепями управления не более, Вт	650	754
Масса станции управления, кг	610	770
Габаритные размеры	Смотри приложение 1	

3.4. Габаритные и установочные размеры станции приведены в приложении 1.

3.5. Станция обеспечивает следующие защиты и регулирование их уставок:

#### 3.5.1. Защита от перегрузки

Отключение электродвигателя при перегрузке любой из фаз с выбором максимального тока фазы, в том числе быстродействующую защиту при заблокированном контроле сопротивления изоляции системы «кабель – ПЭД». Порог срабатывания защиты имеет регулировку в диапазоне от 50% до 150% от номинального тока двигателя с дискретностью уставки 1%. Время срабатывания защиты, в зависимости от кратности перегрузки, имеет обратозависимую ампер-секундную характеристику (в таблице указаны значения времени отключения от кратности превышения тока при номинальном значении задержки 120с).

Таблица 2. Время срабатывания защиты, в зависимости от кратности перегрузки.

Кратность перегрузки $I_p/I_{ном}$	1,2	1,3	1,4	1,5	2	2,5	3	4
Максимальное время отключения с контролем сопротивления изоляции, сек	83,3	71	61,2	53,3	30	19,2	13,3	7,5
Максимальное время отключения без контроля сопротивления изоляции, сек	69,4	54,6	43,7	35,6	15	7,7	4,4	1,9

Во время работы функции «специальные алгоритмы работы СУ ЧР» время срабатывания защиты от перегрузки соответствует таблице 3.

Таблица 3.

Допустимое время работы ПЭД при превышении номинальных показателей тока.

Перегрузка ПЭД от номинальной $I_p/I_{н}$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Допустимое время работы (мин.)	60	10	5	2	1

Временная задержка АПВ после останова защиты по перегрузке находится в пределах от 1 до 3000 минут;

Разрешенное количество АПВ после останова защитой по перегрузке находится в пределах от 1 до 5.

Задержка контроля защиты перегрузки сразу после пуска находится в интервале от 0 до 300 секунд.

Задержка срабатывания защиты перегрузки при работе находится в интервале от 0 до 3600 секунд.

#### 3.5.2. Защита от недогрузки.

Отключение ПЭД при недогрузке с выбором минимального активного тока фазы с выдержкой времени срабатывания защиты до 600 секунд.

Порог срабатывания защиты имеет регулировку в диапазоне активного потребляемого тока от 50% до 100% от номинального активного тока двигателя с дискретностью уставки – 1%.

Временная задержка АПВ после останова защитой по недогрузке до 3000 минут;

Разрешенное количество АПВ после останова защитой по недогрузке до 21;

Задержка контроля защиты недогрузки сразу после пуска находится в интервале от 0 до 600 секунд.

Задержка срабатывания защиты недогрузки при работе находится в интервале от 1 до 600 секунд.

### 3.5.3. Защита от дисбаланса тока.

Отключение ПЭД при превышении дисбаланса тока выше заданного значения с выдержкой времени срабатывания защиты до 600 секунд.

Диапазон регулирования уставки по дисбалансу имеет регулировку от 0 до 30%;

Задержка АПВ после останова защитой от дисбаланса тока находится в пределах от 1 до 300 минут;

Разрешенное количество АПВ после останова защитой от дисбаланса тока находится в пределах от 1 до 21.

Задержка контроля защиты дисбаланса тока сразу после пуска находится в интервале от 0 до 300 секунд.

Задержка срабатывания защиты дисбаланса тока при работе находится в интервале от 0 до 600 секунд.

### 3.5.4. Защита от отклонения напряжения питающей сети от нормы.

Запрещение включения ПЭД при напряжении питающей сети выше или ниже задаваемых значений с задержкой контроля после пуска до 600 секунд;

Запрещение включения ПЭД при напряжении питающей сети выше или ниже задаваемых значений при работе с выдержкой времени отключения до 600 секунд;

Отключение ПЭД происходит при выходе напряжения питающей сети из рабочей зоны, либо при выходе напряжения питающей сети из рабочей зоны, если это отклонение приводит к недопустимой перегрузке по току, с автоматическим повторным включением ПЭД после восстановления напряжения питающей сети в заданных пределах;

Выдержка времени при автоматическом включении ПЭД после восстановления напряжения питания в заданных пределах в диапазоне от 1 секунды до 999 мин;

### 3.5.4. Защита от дисбаланса напряжений.

Отключение ПЭД при превышении дисбаланса напряжения выше заданного значения с выдержкой времени срабатывания защиты до 600 секунд.

Диапазон регулирования уставки по дисбалансу имеет регулировку от 0 до 30%;

Задержка АПВ после останова защитой от дисбаланса напряжения находится в пределах от 1 секунды до 999 мин;

Разрешенное количество АПВ после останова защитой от дисбаланса напряжения находится в пределах от 1 до 99.

Задержка контроля защиты дисбаланса напряжения сразу после пуска находится в интервале от 0 до 600 секунд.

### 3.5.5. Защита от снижения сопротивления изоляции системы «ТМПН – ПЭД»

Запрещение включения или немедленное отключение ПЭД при снижении сопротивления изоляции системы «ТМПН – ПЭД» ниже заданного значения;

Порог срабатывания защиты от снижения изоляции системы «ТМПН – ПЭД» имеет регулировку в диапазоне от 30 до 500 кОм с дискретностью 1 кОм;

Значение по умолчанию защиты по снижению изоляции составляет 30 кОм;

### 3.5.6. Защита от снижения давления на приёме насоса (при работе с ТМС).

Запрещение включения или отключение ПЭД при снижении давления на приёме насоса ниже уставки с выдержкой времени срабатывания защиты до 600с, с возможностью автоматического повторного включения при достижении давления номинального значения, либо без автоматического повторного включения.

Задержка АПВ после останова защитой по давлению находится в пределах от 1 до 3000 минут;

Разрешенное количество АПВ после останова защитой по давлению находится в пределах от 1 до 21.

Задержка контроля защиты по низкому давлению сразу после пуска находится в интервале от 0 до 9999 секунд.

#### 3.5.7. Защита от перегрева двигателя.

Запрещение включения или отключение ПЭД при перегреве двигателя с выдержкой времени срабатывания защиты до 600с, с возможностью автоматического повторного включения при остывании двигателя, либо без автоматического повторного включения (при работе с ТМС).

Задержка АПВ после останова защитой по температуре находится в пределах от 1 до 3000 минут;

Разрешенное количество АПВ после останова защитой по температуре находится в пределах от 1 до 21.

Задержка контроля защиты по температуре сразу после пуска находится в интервале от 0 до 9999 секунд.

#### 3.5.7. Защита от превышения вибрации установки.

Запрещение включения или отключение ПЭД при превышении вибрации установки по трем осям X, Y, Z с выдержкой времени срабатывания защиты до 600с, с возможностью автоматического повторного включения при остывании двигателя, либо без автоматического повторного включения (при работе с ТМС).

Задержка АПВ после останова защитой по вибрации находится в пределах от 1 до 300 минут;

Разрешенное количество АПВ после останова защитой по вибрации находится в пределах от 1 до 21.

Задержка контроля защиты по вибрации сразу после пуска находится в интервале от 0 до 600 секунд.

#### 3.5.8. Защита по сигналу электроконтактного манометра в зависимости от давления в трубопроводе.

Запрещение включения или отключение ПЭД при недопустимом снижении или превышении давления в нефтепроводе по сигналам контактного манометра, с запоминанием отклонения и запрещением повторного включения с выдержкой времени отключения до 600 секунд;

Задержка контроля защиты по сигналам контактного манометра сразу после пуска находится в интервале от 0 до 9999 секунд;

#### 3.5.9. Защита при неверном чередовании фаз.

Запрещение включения ПЭД при восстановлении напряжения питающей сети с измененным порядком чередования фаз.

Чередование фаз задаётся либо ABC, либо CBA;

#### 3.5.10. Защита при превышении максимального количества пусков и АПВ.

Запрещение включения ПЭД после превышения заданного количества пусков и АПВ за установленное время.

#### 3.5.11. Защита при открывании дверей силового отсека или отсеков силовых подключений.

Запрещение включения или отключение ПЭД при открытых дверях силового отсека.

#### 3.5.12. Аппаратная защита силовых ключей инвертора от перегрузки.

Отключение ПЭД при перегрузке силовых ключей инвертора. Данная защита может иметь автоматическое повторное включение с разрешенным количеством АПВ до 5 раз. При попытке повторного включения производится тестирование элементов силовой части и при отсутствии неисправностей производится пуск СУ, в противном случае контроллер блокирует дальнейшие пуски.

## 3.5.13. Защита от отклонения напряжения в звене DC.

Отключение ПЭД при недопустимо высоком, либо недопустимо низком значении напряжения в звене DC.

## 3.5.14. Защита от перегрева выходного фильтра СУ.

Отключение ПЭД при перегреве выходного фильтра СУ.

## 3.5.15. Защита от перегрева IGBT СУ.

Отключение ПЭД при перегреве охладителя инвертора, авария “перегрев IGBT”.

## 3.5.16. Защита от турбинного вращения.

Запрещение включения ПЭД при наличии сигнала «турбинное вращение» с автоматическим пуском ПЭД после окончания турбинного вращения, если СУ находится в автоматическом режиме, либо с блокировкой автоматического пуска;

Определение направления вращения вала ПЭД и автоподхват вращения ПЭД при наличии турбинного вращения, в случае задания для уставки «Контроль турбинного вращения» значения «Подхват».

Значение частоты контроля турбинного вращения задаётся в пределах от 1 до 50 Гц;

Значение верхней частоты подхвата турбинного вращения задаётся в пределах от 1 до 35 Гц;

Возможна программная блокировка защиты;

## 3.5.17. Защита от превышения сигналом на «аналоговом входе 0» допустимого значения.

Отключение ПЭД при превышения сигналом на «аналоговом входе 0» заданного значения с выдержкой времени срабатывания защиты до 600 секунд.

Диапазон задания предельного значения для сигнала на «аналоговом входе 0» находится в пределах от 0,0 до 999,9 ед.;

Задержка АПВ после останова защитой от превышения сигналом на «аналоговом входе 0» допустимого значения находится в пределах от 1 до 300 мин;

Разрешенное количество АПВ после останова защитой от превышения сигналом на «аналоговом входе 0» допустимого значения находится в пределах от 1 до 99.

Задержка контроля защиты для «аналогового входа 0» находится в интервале от 0 до 600 секунд.

## 3.5.18. Защита от потери связи с ТМС.

Отключение ПЭД при прекращении обмена данными между КСУ и ТМСН, либо при обрыве связи между ТМСН и ТМСП с выдержкой времени срабатывания защиты до 600 мин.

Задержка АПВ после останова защитой от потери связи с ТМС находится в пределах от 1 до 3000 мин.

## 3.5.19. Защита от выхода рабочей частоты СУ из интервала разрешенных частот.

Отключение ПЭД при выхода рабочей частоты СУ из интервала разрешенных частот между  $F_{min}$  и  $F_{max}$  с выдержкой времени срабатывания защиты до 600 секунд.

Задержка АПВ после останова защитой от выхода рабочей частоты СУ из интервала разрешенных частот находится в пределах от 1 до 300 мин;

Разрешенное количество АПВ после останова защитой от выхода рабочей частоты СУ из интервала разрешенных частот находится в пределах от 1 до 3.

Задержка контроля защиты находится в интервале от 0 до 300 секунд.

## 3.5.20. Защита от повышенного тока утечки системы «ТМПН – ПЭД» (только при наличии систем ТМС, измеряющих ток утечки).

Запрещение включения или немедленное отключение ПЭД при повышении тока утечки системы «ТМПН – ПЭД» выше заданного значения;

Порог срабатывания защиты от повышения тока утечки системы «ТМПН – ПЭД» имеет регулировку в диапазоне от 1 до 100 мА с дискретностью 0,1 мА;

Значение по умолчанию защиты по снижению изоляции составляет 25 мА;

Изменение параметров уставок защит, достижимо при вводе пароля доступа. Причем доступно два уровня доступа, пароль оператора и пароль электрика. При установленном пароле электрика параметры, относящиеся к группе технологических параметров, недоступны для редактирования до введения пароля электрика.

3.6. Станция обеспечивает следующие функции:

- включение и отключение ПЭД в «ручном» режиме непосредственно оператором, либо в «автоматическом» режиме;
- изменение выходной частоты в ручном режиме, либо автоматически;
- работу в режиме автоматического поддержания динамического уровня при работе с ТМС.
- работу в режиме стабилизации выходного тока, либо другого технологического параметра;
- работу в режиме ослабления поля;
- работа в режиме автоматического расклинивания насосной установки с использованием режимов «Толчок» и «Раскачка»;
- работу в режиме встряхивания;
- автоматический подхват и останов при пуске турбинного вращения ПЭД;
- изменение U/F характеристики без останова СУ;
- автоматическую оптимизацию по току с заданным интервалом времени;
- работа по программе с отдельно задаваемыми временами работы и останова;
- запуск по расписанию во время работы по программе, с возможностью задания времени гарантированного запуска как вручную оператором, так и дистанционно.
- возможность перехода в режим низкой выходной частоты вместо паузы при работе по программе, позволяющий исключить останов ПЭД и дальнейшие возможные проблемы с его пуском;
- дистанционный контроль и управление ПЭД с диспетчерского пункта по дискретным каналам (+24В) или интерфейсу RS-485;
- дистанционный контроль и управление ПЭД с диспетчерского пункта по интерфейсу Ethernet 10/100 Base-T при комплектации СУ панелью оператора с интерфейсом Ethernet или при комплектации СУ преобразователем интерфейсов RS-485/Ethernet;
- дистанционный контроль и управление ПЭД с диспетчерского пункта по интерфейсу сотовой связи GSM при комплектации СУ GSM-модемом;
- автоматический ПИД-регулятор для стабилизации технологического параметра;
- сбор и обработка и хранение полученной информации о состоянии ПЭД;
- автоматическое включение ПЭД с регулируемой выдержкой времени при подаче напряжения питания, либо при восстановлении напряжения питания;
- применение «специальных алгоритмов работы СУ ЧР АВ» для минимизации вероятности неудачных АПВ из-за подклинивания ЭЦН, после останова по авариям или во время работы по программе;
- регулируемая задержка отключения ПЭД отдельно для каждой защиты (кроме защиты по низкому сопротивлению изоляции, защиты при открывании дверей, защиты при повышенном токе утечки и защит по напряжению звена постоянного тока, аппаратных аварий драйвера IGBT);
- регулируемая задержка активации защит сразу после пуска для каждой защиты (кроме защиты по низкому сопротивлению изоляции, защиты при открывании дверей, аппаратных аварий драйвера IGBT);
- запрещение включения ПЭД при восстановлении напряжения питающей сети с нарушением порядка чередования фаз;

- регулируемая задержка АПВ отдельно после защит по перегрузке, недогрузке и дисбалансу тока;
- выбор режима работы с АПВ или без АПВ после срабатывания защит (кроме защит по низкому сопротивлению изоляции, по сигналу ЭКМ, при открывании дверей, защит инвертора);
- блокировка АПВ после отключения по защите при превышении заданного количества разрешенных повторных пусков;
- блокировка АПВ после отключения по защите от дисбаланса тока при превышении заданного количества разрешенных повторных пусков;
- блокировка любых пусков при превышении заданного количества разрешенных пусков за заданный интервал времени;
- выбор режима работы с защитой от турбинного вращения двигателя или без таковой;
- автоматическое изменение частоты на выходе станции за установленный промежуток времени;
- автоматическое изменение частоты на выходе в зависимости от давления на приёме насоса (при подключенной ТМС);
- автоматическое изменение частоты на выходе в зависимости от значения дополнительного аналогового входа;
- автоматическое изменение частоты на выходе в зависимости от выходного тока СУ;
- выбор режима работы с АПВ после отключения защитой по низкому давлению на приёме насоса при достижении давлением номинального значения, либо без АПВ (при подключенной ТМС).
- выбор режима работы с АПВ после отключения защитой по высокой температуре ПЭД при достижении температурой номинального значения, либо без АПВ (при подключенной ТМС).
- выбор режима работы с АПВ после отключения защитой по высокой вибрации ПЭД, либо без АПВ (при подключенной ТМС).
- непрерывный контроль сопротивления изоляции системы «вторичная обмотка ТМПН – погружной кабель – ПЭД» в диапазоне 10 – 9999 кОм с отключением ПЭД при снижении сопротивления изоляции.
- сигнализацию о режиме работы и причине отключения;
- световая индикация о состоянии станции ("АВАРИЯ", "ОЖИДАНИЕ", "РАБОТА") а также «Подогрев» контроллера. Опционально устанавливается индикатор «Подогрев СУ» ;
- дополнительная световая индикация при отклонении параметров работы СУ от нормы, для облегчения задачи контроля за состоянием СУ. При фиксации отклонения параметра начинает мигать красный светодиод «Авария», а в журнале отклонений прописывается дата, время и название зафиксированного отклонения (например, снижения загрузки). Если авария пропадает, то красный светодиод «Авария» будет продолжать мигать до тех пор, пока оператор СУ не нажмет кнопку «Ввод». При этом на экране панели оператора отобразится журнал отклонений. По умолчанию дополнительная индикация отключена. Оператор может включить дополнительную индикацию для каждого параметра отдельно.
- запись в реальном времени в блок памяти информации с регистрацией текущих линейных значений питающего напряжения, токов фаз ПЭД, сопротивления изоляции, давления на приёме насоса, температуры ПЭД, коэффициент мощности, активной мощности, выходной частоты, аналогового входа с регулируемым периодом записи до 60 минут. Запись параметров в архив при выходе тока (перегруз, недогруз, дисбаланс) за пределы допустимых значений происходит с периодичностью до 1 секунды (ускоренный период записи архива событий). Время заполнения смешанного архива основных и дополнительных измерений не менее 30 дней при минимальной периодичности записи;
- запись и индикацию на ЖК-дисплее в хронологическом порядке последних изменений состояния УЭЦН с указанием даты, времени, причины, а также даты и времени отключения и

включения питающего напряжения с регистрацией параметров напряжения сразу после его подачи;

– запись в архив выборок мгновенных значений измеряемых сигналов выходных токов, входных напряжений, тока и напряжения в звене постоянного тока и сохранение этого архива на момент аварийного отключения с последующим восстановлением форм и амплитуд токов и напряжений в программе Etalon\_AV.

– запись в хронологическом порядке последних изменений уставок параметров и защит УЭЦН с указанием даты, времени изменения, номера параметра, старого и нового значения.

– перенос архива событий на персональный компьютер с помощью стандартного промышленного накопителя USB flash drive USB2.0 или USB 1.0 совместимого с объемом до 32Гб. Реализация USB MASS STORAGE с поддержкой файловой системы накопителя FAT 16 и FAT 32.

– дистанционное считывание архива событий по интерфейсам RS-485, Ethernet 10/100 Base-T и GSM.

– сохранение заданных параметров работы и накопленной информации при отсутствии напряжения питания в течение 2 месяца;

– опционально при наличии в СУ счетчика коммерческого учета электроэнергии типа СЭТ4-ТМ или аналогичного, позволяет организовать систему автоматизированного учета электроэнергии с накоплением профилей потребленной активной и реактивной энергии. Выдачу в реальном режиме времени информации о потребляемой энергии в систему верхнего уровня по протоколу Modbus RTU.

– подключение к станции геофизических и наладочных приборов с помощью розетки 220В.

3.7. Станция обеспечивает измерения и вычисления с отображением на жидкокристаллическом алфавитно-цифровом дисплее панели оператора следующих параметров:

– Измерение значения среднего линейного напряжения каждой фазы в диапазоне 200 – 500В с относительной приведенной погрешностью измерения на всём диапазоне не более 2%;

– Измерение действующего тока каждой фазы в диапазоне 1,0 – 1999,9 А с относительной приведенной погрешностью измерения на всём диапазоне не более 2%;

– Перерасчёт рабочего тока во вторичной цепи трансформатора ТМПН;

– Измерение значения сопротивления изоляции системы «ТМПН – ПЭД» в диапазоне от 10 до 9999 кОм с относительной приведенной погрешностью измерения на всём диапазоне не более 10%;

– Измерение значения текущего коэффициента мощности в диапазоне от 0,1 до 0,99 с относительной приведенной погрешностью измерения на всём диапазоне не более 3%;

– Измерение значения дополнительного аналогового входа 0 в диапазоне 0 – 10В с относительной приведенной погрешностью измерения на всём диапазоне не более 2%;

– Измерение значений семи дополнительных аналоговых входов для подключения ТМС в диапазоне 0 – 10В, 0 – 20 мА, 4 – 20мА с относительной приведенной погрешностью измерения на всём диапазоне не более 2%;

– Пересчёт измеренного значения аналогового входа в реальную величину в установленном масштабе;

– Измерение температуры головки ПЭД в диапазоне от 0 до 200°С с относительной приведенной погрешностью измерения на всём диапазоне не более 2% (при подключенной ТМС);

– Измерение температуры жидкости на приеме насоса в диапазоне от 0 до 200°С с относительной приведенной погрешностью измерения на всём диапазоне не более 2% (при подключенной ТМС);

- Измерение гидростатического давления столба жидкости на приёме насоса в диапазоне от 0 до 300 ат. с приведённой погрешностью измерения на всём диапазоне не более 2% (при подключенной ТМС);
- Измерение вибрации насосной установки по трем осям в диапазоне от 0 до 10 о.е. с приведённой погрешностью измерения на всём диапазоне не более 2% (при подключенной ТМС);
- Измерение расхода жидкости (при подключенной ТМС, оснащенной расходомером);
- Измерение тока утечки системы «ТМПН – ПЭД» (при подключенной ТМС и наличии у ТМС технической возможности измерения тока утечки);
- Работу с ТМС стороннего производителя по цифровому интерфейсу RS-485 (RS-232) с питанием 220В или 380В. Интерфейс связи с наземным блоком можно выбрать в меню контроллера. Поддерживаемые типы наземных блоков данной версией ПО:

- 1) ИРЗ (RS-232);
- 2) Электон-2 (RS-485);
- 3) СПТ-1 (RS-232/RS-485);
- 4) Эталон (RS-485);
- 5) Шлюмберже (RS-485);
- 6) Новомет БН-03 (RS-485);
- 7) Склад-2002 (RS-232);
- 8) Phoenix ESP (RS-485);
- 9) Орион (RS-485/RS-232);
- 10) WoodGroup (RS-485);
- 11) Centrilift (RS-485);
- 12) Centinel (RS-485)
- 13) АЛНАС (RS-485/RS-232);
- 14) PICr v2 (RS-485)
- 15) Триол (RS-485)
- 16) СПТ v2 (RS-485)
- 17) Алмаз (RS-485)
- 18) Орион (RS-485)
- 19) Электон -3 (RS-485)
- 20) TRANSFER (RS-485) – универсальный протокол для ТМС
- 21) WellLift (RS-485)
- 22) Zenith (RS-485)

Перечень отображаемых параметров ТМС\*:

- давление на приеме насоса;
- температура масла ПЭД;
- температура окружающей среды ПЭД;
- температура обмотки ПЭД;
- давление масла ПЭД;
- вибрация по осям ХУ;
- вибрация по оси Z;
- расход жидкости на выкиде насоса;
- температура жидкости на выкиде насоса;
- давление на выкиде насоса;
- ток утечки.

\*разрешающая способность до 0,01атм и 0,01°С

- Индикация выходной частоты;
- Индикация выходного напряжения и тока;
- Направления чередования фаз;
- Вычисление текущей потребляемой ПЭД полной и активной составляющей мощности;

- Вычисление дисбаланса напряжений и токов;
- Вычисление текущей загрузки двигателя в % от заданного активного номинального тока;
- Индикацию потребляемой активной и реактивной энергии за текущие сутки, а так же за весь период работы СУ (при установленном счетчике электроэнергии СЭТ4-ТМ)
- Измерение температуры плиты охладителей силовых ключей СУ и температуры выходного фильтра приведенной погрешностью во всем диапазоне не более 5%;

Станция позволяет оператору формировать на жидкокристаллическом алфавитно-цифровом дисплее пользовательское меню – «меню технолога». В меню технолога может быть добавлен любой параметр из основного меню панели оператора. Меню технолога может отображаться взамен основного экрана СУ, если оператор не работает с клавиатурой панели более 10 минут.

3.8. Станция обеспечивает подсчёт и отображение на алфавитно-цифровом дисплее следующей информации:

- состояние установки с индикацией причины останова;
- значения всех установленных параметров и текущих режимов работы;
- времени наработки с момента последнего пуска до 99 часов 59 минут;
- времени оставшегося до автоматического пуска до 99 часов 59 минут;
- просмотр в обратном хронологическом порядке последних изменений в состоянии УЭЦН;
- общая наработка УЭЦН в часах – до 9999 часов;
- общее время простоя УЭЦН в часах – до 9999 часов;
- общее количество полных пусков установки – до 9999 циклов ВКЛ./ОТКЛ.;
- полное потребление электроэнергии в кВт (счётчик кВт-часов) – до 9999 МВт;
- отображение текущих значений времени и даты;
- количества общих включений ПЭД;
- количества отключений ПЭД по недогрузке;
- количества отключений ПЭД по перегрузке;
- автоматический расчет параметров отпайки ТМПН;

3.9. Станция обеспечивает возможность установки следующих параметров:

- всех уставок и защит;
- номер нефтяного месторождения, номер куста, номер скважины на кусте;
- значений серийного номера СУ;
- дату изготовления СУ;
- номер фидера питания;
- номинальная мощность ПЭД в кВт (из паспорта ПЭД);
- номинальный ток ПЭД в А (из паспорта ПЭД);
- производительность ЭЦН;
- напор ЭЦН;
- глубины подвеса ЭЦН;
- номинальный коэффициент мощности ПЭД;
- напряжение на вторичных обмотках ТМПН;
- пароль для изменения уставок первого уровня (пароль оператора) и пароль второго уровня (пароль электрика);
- скорость передачи данных по RS – 485 в диапазоне от 2400 до 115200 бод для Modbus-slave (с поддержкой протокола Регион-2000, Регион-3000 и универсального протокола ООО «РН-Юганскнефтегаз» с поддержкой счетчика электроэнергии, стандарт компании «Газпромнефть-Хантос»);
- адреса СУ в системе телеметрии;

–установку всех уставок и защит на заводские значения с обнулением всех счётчиков (моточасы, электроэнергия, количества пусков).

### 3.10 Показатели надежности СУ

3.10.1 Средняя наработка на отказ СУ в режимах работы, предусмотренных настоящим руководством по эксплуатации – не менее 8000 часов;

3.10.2 Средний ресурс СУ – не менее 20000 часов;

3.10.3 Средний срок службы СУ – не менее 8 лет;

3.10.4 Среднее время восстановления – не более 2х часов.

3.11 Коэффициент несинусоидальности наведенного напряжения на вводных контактах СУ соответствует ГОСТ 13109-97.

## 4. СОСТАВ СТАНЦИИ

4.1. В состав станции входят:

– вводной автоматический выключатель QF1	- 1 шт.;
– блок преобразователя частоты	- 1 шт.;
– питающий трансформатор TV1	- 1 шт.;
– панель управления с платами А1-А3,А5,А7	- 1 шт.;
– панель оператора А12	- 1 шт.;
– плата измерительных трансформаторов А3	- 1 шт.;
– плата клеммника внешних подключений А13	- 1 шт.;
– плата индикации А9	- 1 шт.;
– плата гасящих резисторов А8	- 1 шт.;
– плата конденсаторов А4	- 1 шт.;
– дроссель выходного фильтра L1-L3	- 1 шт.;
– дроссель звена постоянного тока L4	- 2 шт.;
– конденсатор выходного фильтра С1	- 1 шт.;
– автоматический выключатель цепей управления и измерения SF3	- 1 шт.;
– автоматический выключатель SF1 розетки 220 В	- 1 шт.;
– путевой выключатель SB2-SB4	- 3 шт.;
– вентиляторы М1..Мn (количество зависит от варианта СУ	- 1+n шт.;
– блок ограничителей перенапряжения RU1-RU3	- 1 шт.;
– лампа внутреннего освещения EL1	- 1 шт.;
– розетка 220В Х1	- 1 шт.;
– трансформаторы тока ТА1-ТА5	- 5 шт.;
– сетевой фильтр А6	- 1 шт.;
– опционально розетка типа ШЩ с блокировкой.	- 1 шт.

## 5. УСТРОЙСТВО СТАНЦИИ

5.1. Устройство и конструкция станции.

5.1.1. Станции с номинальным током до 1800А выполнена в металлическом шкафу трехстороннего обслуживания. СУ ЧР АВ 2500 состоит из двух станций СУ ЧР АВ1400 (master-ведущий и slave – ведомый) включенных параллельно и размещенных на платформе. Далее приводится описание одиночной СУ.

Шкаф имеет шесть отдельных отсеков: отсек управления, расположен на передней дверце СУ, средний - силовой отсек. На задней стенке в верхней части расположены два отсека для подключения силовых кабелей, приходящих от трансформаторной подстанции (слева если

смотреть сзади СУ), и, отходящих к повышающему трансформатору ТМПН (справа если смотреть сзади СУ). Конструкция отсеков силовых подключений совмещена с системой вентиляции, что создает избыточное давление и совместно с низкими дверями отсека защищает его от попадания осадков и пыли. На боковой стенке имеется отсек подключения телемеханики и контактного манометра, а также отсек для подключения ТМС, где, кроме того расположена клемма подключения «0» ТМПН. При наличии счетчика электроэнергии – он также устанавливается в отдельный отсек. Каждый отсек закрывается отдельной дверью на специальные замки. Двери имеют герметичные уплотнения. Двери силовых отсеков станции имеют электрическую блокировку, отключающую УЭЦН при ее отпирании. Передние двери имеют ограничители, фиксирующие их в открытом положении. На задней стенке станции находятся планки крепления силовых кабелей, на которых установлены универсальные зажимы под шестигранный ключ, обеспечивающие применение кабеля от 16 до 350 мм<sup>2</sup>.

На двери отсека управления расположен карман для хранения информационного листа.

На двери силового отсека установлен предупреждающий знак «Осторожно! Напряжение» и установлена табличка с надписью «Осторожно! Пуск автоматический».

На двери вводного отсека установлена табличка «Открывать, отключив от сети».

Опционально на внешней стенке СУ устанавливается розетка типа ШЩ на 63 А с блокировкой во включенном состоянии от привода автоматического выключателя.

5.1.2. В верхней части шкафа расположены светодиодные индикаторы состояния станции «Работа», «Ожидание», «Авария».

5.1.3. На передней панели установлены следующие элементы:

- панель оператора контроллера СУ;
- вводной автоматический выключатель, выключатель цепей розетки и обогрева;
- герметичный разъем для USB накопителя, закрытый крышкой;
- кнопка «ПУСК»;
- переключатель «РАБОТА/СТОП»;
- розетка 220В;

Доступ к передней панели закрыт дверью отсека управления. На внутренней стороне двери отсека управления расположен шильдик с параметрами контроллера, схема электрическая принципиальная СУ.

Вид приборной двери (одного из вариантов СУ) приведен в приложении 2.

5.1.4. В силовом отсеке расположены:

- входной автоматический выключатель QF1;
- автоматический выключатель розетки 220В SF1;
- автоматический выключатель цепей управления SF3;
- блок ограничителей перенапряжения RU1-RU3;
- блок преобразователя частоты;
- трансформатор питания TV1;
- плата измерительных трансформаторов А3;
- концевой выключатель электрической блокировки двери силового отсека SB2,SB3;
- плафоны освещения отсека;
- вентиляторы М1-Мn общей системы охлаждения (количество зависит от варианта СУ);
- блок управления с расположенными на нем платами;

Элементы, которые могут находиться под напряжением, закрыты предохранительными изоляционными щитками с предупреждающими знаками. Щитки так же обеспечивают защиту силовой электроники от попадания атмосферных осадков при проведении профилактических или ремонтных работ при открытых дверях силового отсека.

***Вентиляционные решетки силового отсека СУ могут быть оборудованы воздушными фильтрами, препятствующими попаданию пыли внутрь СУ. При наличии таких фильтров необходимо производить их периодическую очистку по мере загрязнения!***

5.1.5. На верхней крышке шкафа установлены петли для строповки станции.

5.2. Описание схемы станции.

Схема электрическая принципиальная станции приведена в приложении 3.

5.2.1. Силовая часть станции.

Силовая часть состоит из вводного автоматического выключателя QF1, блока преобразователя частоты; выходной синусный фильтр LC состоит из трех дросселей L1-L3, конденсаторной сборки C1, автоматического выключателя SF8.

Назначение элементов силовой цепи:

- 1) автоматический выключатель QF1 предназначен для защиты силовой цепи от токов короткого замыкания;
- 2) блок преобразователя частоты предназначен для регулирования выходного напряжения и частоты.
- 3) выходной синусный LC фильтр ограничивает уровень высших гармоник, формируя синусоидальную форму выходного напряжения и тока, для защиты от перегрева трансформатора ТМПН а также защиты ПЭД от перенапряжений;
- 4) автоматический выключатель SF8 предназначен для переключения режима работы Асинхронной или Вентильный.
- 5) Блок ограничителей перенапряжения RU1-RU3 защищают цепи питания станции управления от импульсных перенапряжений при грозовых разрядах до 4 кВ и допускают длительную работу при напряжении до 520В.

5.2.2. Плата гасящих резисторов.

Плата гасящих резисторов А8 предназначена для получения сигнала пропорционального сопротивлению изоляции системы "вторичная обмотка трансформатора ТМПН - погружной кабель – ПЭД".

5.2.3. Блок управления.

Блок управления состоит из контроллера измерительного и блока платы сопряжения, а также платы конденсаторов А18 которая обеспечивает работоспособность контроллера, не менее 2-3 секунд, при кратковременных просадках и отключениях напряжения.

5.2.4. Плата клеммника внешних подключений А13 предназначена для организации связи станции с внешними устройствами.

5.2.5. Реле К1, К2 предназначено для управления вентиляторами М1-Мn системы охлаждения отсека синусного фильтра и общей системы охлаждения СУ;

5.2.6. На плате индикации А9 расположены светодиоды, индицирующие состояние станции управления.

5.2.7. Розетка Х1 220В, 50Гц предназначена для подключения наладочных и геофизических приборов.

5.2.8. Автоматический выключатель SF2 предназначен для защиты цепей управления и измерений от токов короткого замыкания.

5.2.9. Автоматический выключатель SF1 предназначен для защиты цепей розетки X1 220В, 50Гц от токов короткого замыкания

5.2.10. Органы управления передней панели станции и их назначение. Расположение органов управления передней панели приведено в приложении 2.

5.2.11.1. Переключатель «РАБОТА/СТОП» SA1 предназначен для перевода станции в режим «Работа», отключения ПЭД и деблокировки защит. Переключатель имеет два положения: «РАБОТА» (верхнее положение) и «СТОП» (нижнее положение).

5.2.11.2. Кнопка «Пуск» SB1 предназначена для включения ПЭД.

5.2.11.4. Сигнальный светодиод «АВАРИЯ» красного цвета предназначен для индикации аварийного отключения ПЭД.

5.2.11.5. Сигнальный светодиод «ОЖИДАНИЕ» желтого цвета предназначен для индикации ожидания пуска при работе СУ в автоматическом режиме.

5.2.11.6. Сигнальный светодиод «РАБОТА» зеленого цвета предназначен для индикации включенного состояния ПЭД.

5.2.12. Сетевой фильтр А6 предназначен для защиты блока управления от помех вызываемых ЧРП.

5.2.13. Все межблочные соединения выполнены при помощи разъемов, что позволяет выполнить быструю замену блока без применения пайки.

### 5.3. Описание контроллера.

В СУ используется универсальный двигательный контроллер. Функционально контроллер имеет разделение на измерительный контроллер и панель оператора. Измерительный контроллер обеспечивает полное функционирование алгоритма и защит станции управления.

5.3.1. Состоит из четырех печатных плат:

1) Плата процессора. Основой измерительного контроллера является специализированный для управления двигателем мощный 32-разрядный DSP микроконтроллер с фиксированной запятой TMS320F28335 Texas Instruments с временем выполнения одной операции 7 нс. В качестве интегрированной периферии в микроконтроллере встроены:

- 16-канальный 12-разрядный быстродействующий аналогово-цифровой преобразователь с временем преобразования одного канала 90 нс, позволяющий в реальном времени проводить DSP обработку трехфазных сигналов тока и напряжения для вычисления их среднеквадратического значения.

- два независимых аппаратных модуля формирования ШИМ-сигналов для управления силовой частью, позволяющих получить 12 конфигурируемых линий шим, что в свою очередь позволяет для СУ с ЧРП управлять одновременно инвертором напряжения и регулируемым выпрямителем (опционально), либо для СУ с МП шестью тиристорными модулями.

- модуль интерфейсов, включающих в себя два независимых UART-интерфейса для организации внешней связи, один интерфейс CAN 2.0b для связи с панелью оператора и SPI интерфейс для организации обмена внутри измерительного контроллера между его составными частями.

Кроме того, в состав платы процессора входят:

- стабилизатор напряжения для микроконтроллера с супервизором напряжения питания;

- источник опорного напряжения для аналогово-цифрового преобразователя;

- DataFlash для сохранения архива событий, Еeprom для хранения уставок;

- часы реального времени с источником резервного питания для организации календаря и возможностью коррекции времени по протоколу Modbus или через Ethernet по протоколу NTP.

2) Плата аналогового преобразования. Служит для преобразования и нормализации 14 сигналов переменного напряжения с датчиков тока и напряжения в силовой части к виду, удобному для

обработки аналогово-цифровым преобразователем. А также для гальванической развязки некоторых аналоговых сигналов.

3) Плата USB интерфейса (опция). Имеет свой собственный специализированный микроконтроллер для реализации USB-host. На базе этого микроконтроллера реализована программа USB Mass Storage для поддержки USB flash накопителей промышленного производства, совместимых с персональными компьютерами для переноса архива событий и измерений. Поддерживается файловая система FAT 16 и FAT 32. Опционально поставляется интерфейс USB2.0, который устанавливается панели оператора и имеет режим High-speed (25—480 Мбит/с).

4) Плата соединений предназначена для организации связей всех вышеприведенных плат и организации внешних связей контроллера измерительного. Кроме того, на этой плате расположены:

- изолированный преобразователь питания 24В в 5В;
- два драйвера интерфейса RS-485 с гальванической развязкой. Один для реализации Modbus-master для связи с периферией. Второй для реализации Modbus-slave (Сургутнефтегаз; Регион - 2, Регион-3 и пр.) для связи с телемеханикой;
- драйвер интерфейса CAN с гальванической развязкой для организации связи с панелью оператора;
- драйвер интерфейса RS-232 с гальванической развязкой. Для реализации Modbus-master для связи с периферией;
- 16 дискретных входов. Тип 24В.
- 12 дискретных выходов. Тип 24В, открытый коллектор.
- 5 дополнительных программируемых гальванически развязанных аналоговых выходов 0-10В на базе ШИМ-выходов.
- 7 дополнительных конфигурируемых аналоговых входов 0-10В, 0-20мА или 4-20мА для подключения ТМС сторонних производителей.

#### 5.3.2. Программное обеспечение контроллера измерительного.

Для написания программного обеспечения контроллера измерительного применена специальная операционная система реального времени Salvo PRO для микроконтроллеров серии TMS2000, позволяющая ввести в программу многозадачность, а также имеющая специальную систему семафоров и событий, постановки их в очередь с последующей обработкой, исключающих пропуск какого-либо события при сильной загрузке центрального процессора. Также исключает возможность наложения задач и прерываний друг на друга, что повышает общую стабильность работы программы.

#### 5.3.3. Панель оператора.

5.3.3.1. Панель оператора предназначена для работы совместно с контроллером измерительным станции управления.

5.3.3.2. Основные параметры панели управления:

- допустимое напряжение питания 9-36В при номинальном значении 24В;
- потребляемая мощность, не более, 25Вт;
- внешние интерфейсы панели – CAN 2.0b, RS-232, RS-485;
- опционально - интерфейс Ethernet 10/100 Base-T – только в панели оператора -03 (Рис 1а).

5.3.3.3. Панель управления состоит из платы клавиатуры, основной платы процессора и ЖК индикатора.

1) плата клавиатуры. На ней расположены печатным монтажом шесть кнопок и светодиодные единичные индикаторы;

2) плата процессора. Панель выполнена на базе 32-разрядного микроконтроллера STM32F105 фирмы ST Microelectronics. Печатная плата, равно как и схемотехника выполнена универсальной, с возможностью установки как графического индикатора, так и символического.

На плате установлен преобразователь питания 24В в 5В, супервизор питания процессора, управляемый источник отрицательного напряжения для коррекции контрастности индикатора, датчик температуры, ключ включения подогрева, NAND для хранения архива и гальванически развязанные драйверы интерфейсов RS-485, RS-232 и CAN.

3) штатно в панель управления устанавливается символьный ЖК индикатор 4 строки 20 символов. Размер видимой области дисплея 123,5 x 43мм. Для организации подогрева на индикатор устанавливается специальное стекло с напылением прозрачного резистивного материала, обеспечивающее нагрев только прилегающей части экрана с жидкими кристаллами. Опционально может быть установлен графический ЖК индикатор 320x240 точек с размером видимой области 122x92мм. Подогрев осуществляется аналогично.

5.3.3.4. Применяется управляемый подогрев ЖК индикатора с автоматической коррекцией контрастности по температуре.

5.3.3.5. Перепрограммирование панели оператора (контроллера верхнего уровня) может производиться без останова СУ.

Для этого необходимо вывернуть предохранитель, установленный в задней стенке панели оператора, установить флэш-накопитель с прошивкой в USB разъем панели оператора, включить питание установкой предохранителя на место и перепрограммировать панель.



Рис. 1а Панель оператора-03.



Рис. 1б Панель оператора-USB

#### 5.3.4. Клавиатура

Используется пленочная клавиатура с интегрированными кнопками и элементами индикации. Количество клавиш – 6.

Функциональное назначение:

Курсорные клавиши «Вверх», «Вниз», «Вправо», «Влево» – предназначены для перехода между уровнями меню, выбора и изменения уставок.

«Ввод» – предназначена для ввода уставок.

«Отмена» – предназначена для отмены каких-либо действий. В режиме отображения окон «Останов» или «Работа» предназначена для перехода в главное меню и обратно.

#### 5.3.5. Индикаторы:

- «Подогрев» Свечение красного индикатора означает включение подогрева ЖК индикатора при температуре ниже минус 2°C. Подогрев включается и отключается автоматически, температура отключения +5°C.

- «Работа, Ожидание, Авария» - отображают текущее состояние СУ.

### 5.3.6. Пользовательский интерфейс

Все уставки и параметры сгруппированы по функциональному назначению и располагаются в виде многоуровневого меню (Рис 2).

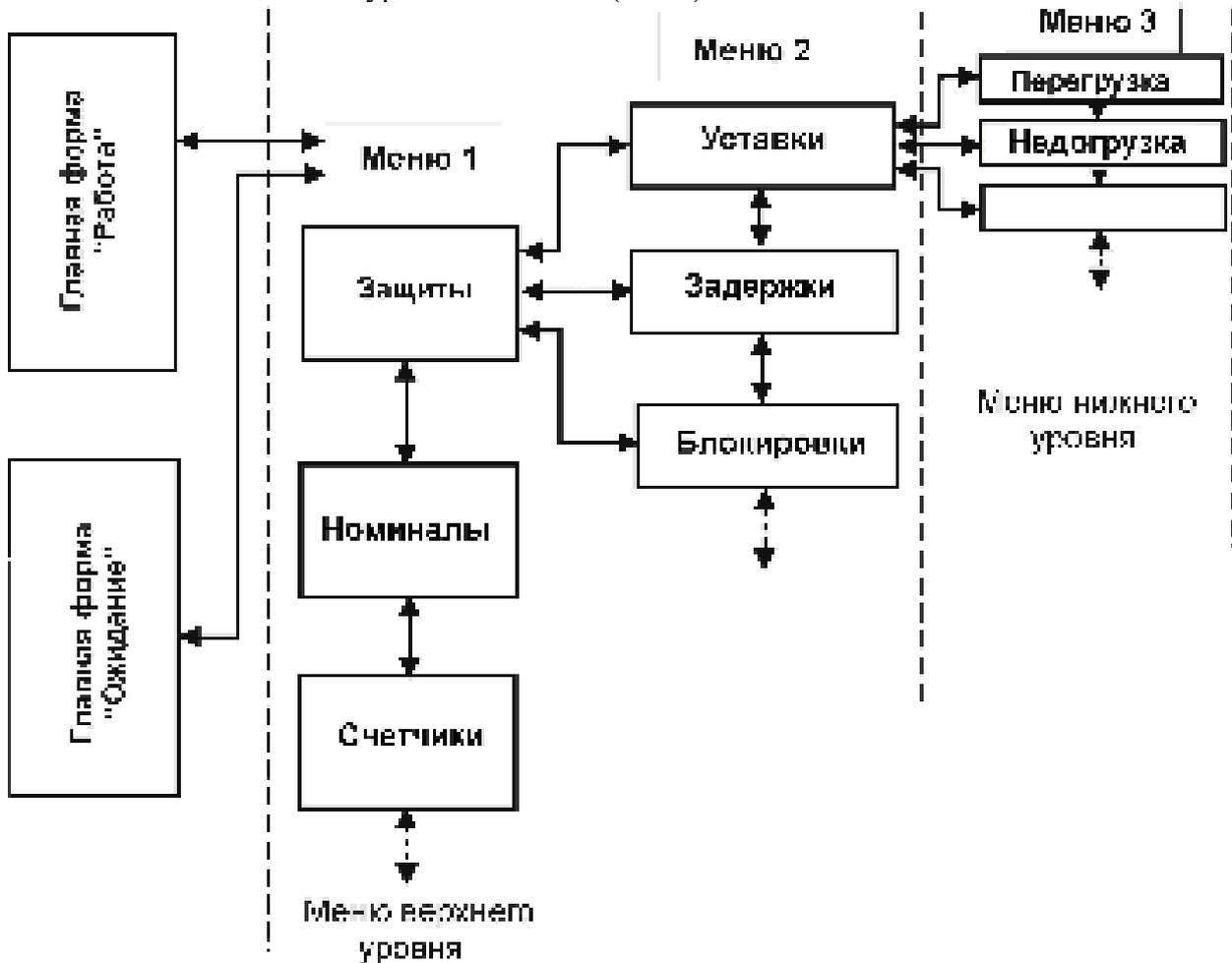


Рис. 2. Структура меню

#### 5.3.6.1 Меню верхнего уровня

Меню верхнего уровня включает в себя 2 уровня, каждый уровень представляет собой список наименований подгрупп, на дисплей список выводится построчно. Прокрутка списка осуществляется нажатием клавиш «Вверх» или «Вниз». Для перехода в меню нижнего уровня используется клавиша «Вправо», для возврата «Влево». Для быстрого возврата в главное меню из подменю любого уровня необходимо нажать и удерживать кнопку «Влево».

#### 5.3.6.2 Меню нижнего уровня (меню параметров)

**Примечание.** Контроллер имеет режим скрытия группы уставок, относящейся к второму уровню доступа, при установленном пароле второго уровня. Для возможности просмотра и редактирования этой группы необходимо ввести корректный пароль доступа второго уровня. Подробнее смотрите работу при установленном пароле.

Для быстрого возврата из меню к окну «Работа» или «Останов» необходимо нажать кнопку «Отмена», при повторном нажатии кнопки «Отмена» вы вернетесь обратно в меню, к тому же пункту, на котором находились до нажатия кнопки «Отмена».

Меню нижнего уровня представляет собой упорядоченный список параметров и уставок с их значениями. Параметры на дисплей выводятся в следующей сокращенной форме (Рис 3).

К	Номер		Наименование параметра														
>	0	1	Ф	в	ы	х	о	д	н	а	я		н	о	м		
*			5	0	.	0									Г	ц	
С	Значение параметра													Ед. изм.			

Рис. 3. Вывод параметра на дисплей (сокращенная форма)

где К – столбец зарезервированный под курсор; С – столбец статуса параметра. Статус параметра показывает, возможно ли редактирование параметра пользователем или нет. Если статус параметра «\*», это означает, что параметр доступен для изменения пользователю. Если статус параметра «!», то это означает, что данный параметр не доступен пользователю и изменяется только контроллером, либо установлен пароль первого или второго уровня для защиты от несанкционированного редактирования.

>	Р	а	б	о	ч	а	я										
	ч	а	с	т	о	т	а										
	0	1	Ф	в	ы	х	о	д	н	а	я	р	а	б	.		
*			5	0	.	0									Г	ц	

Рис. 4. Вывод параметра на дисплей (полное наименование)

Наименования параметров на дисплей могут выводиться в 2-х видах: полное наименование (рис 4), сокращенная форма. В сокращенной форме имя параметра выводится и в статическом режиме, когда пользователь не нажимает клавиши. Полное наименование параметра выводится в режиме редактирования параметра, после нажатия клавиши «Ввод» на сокращенной форме имени параметра.

### 5.3.6.3 Работа в режиме редактирования и просмотра параметров\*

Для просмотра параметра необходимо выбрать из меню1 нужную группу, используя клавиши «Вверх» и «Вниз», клавишей «Вправо» перейти на другой уровень – меню2. Одновременно на дисплей возможно вывести только 4 пункта меню, для просмотра остальных пунктов меню в списке используются клавиши «Вверх» или «Вниз», при этом происходит прокрутка списка. Далее необходимо выбрать нужную подгруппу и, нажатием клавиши «Вправо», перейти в меню3. В меню3 найти требуемый параметр. Одновременно на дисплей возможно вывести только 2 параметра, для просмотра остальных параметров в списке используются клавиши «Вверх» или «Вниз», при этом происходит прокрутка списка. После выбора требуемого параметра и нажатия клавиши «Вправо» на кратком наименовании параметра, осуществляется переход в режим отображения полного наименования параметра. Режим отображения полного наименования параметра является также режимом редактирования параметра, если редактирование параметра разрешено. Редактируемый параметр может быть как числовым, так и иметь тип «выбор»:

>	Р	а	б	о	ч	а	я										
	Ч	а	с	т	о	т	а										
	0	1	Ф	в	ы	х	о	д	н	а	я	р	а	б	.		
*			5	0	.	0									Г	ц	

Рис. 5. Режим редактирования числового параметра

\*Для корректирования параметров во время работы СУ не требуется ее остановка

В режиме редактирования редактируемый разряд числового параметра выделяется с помощью мигающего курсора. Кнопками «Вверх» или «Вниз» редактируется значение выбранного разряда числа. Для выбора желаемого для редактирования разряда числа используются клавиши «Вправо» или «Влево». Причем незначащие нули слева откидываются и при редактировании для увеличения разряда числа необходимо сдвинуть курсор влево, тогда появится редактируемый разряд. Вводимое значение проверяется на допустимые границы уже при редактировании. При выходе числа за допустимый диапазон вниз отображается минимальное значение, вверх – максимальное. После ввода значение проверяется на корректность по отношению к другим установленным параметрам. Если значение корректное, то оно сохраняется. Если нет, то устанавливается либо старое значение, либо допустимое в данном случае. Например, при установленном значении параметра «Минимальная частота» равным 40.0 Гц и при попытке установить параметр «Номинальная частота» равным 35.0 Гц контроллер установит значение редактируемого параметра 40.0 Гц в соответствии с ограничением.

Для редактирования значения параметра типа «выбор» необходимо клавишами «Вправо» и «Влево» выбрать нужное значение из списка предложенных.

>	З	а	щ	и	т	а	/	б	л	о	к	и	р	о	в	к	а	
	о	т	н	е	д	о	г	р	у	з	к	и		(	З	С	П	)
	<b>0</b>	<b>1</b>		З	а	щ	и	т	а		З	С	П					
	*			А	П	В												

Рис. 6. Режим редактирования параметра типа «Выбор»

После установки желаемого значения для его запоминания необходимо нажать клавишу «Ввод», после чего значение будет прописано в энергонезависимую память контроллера. Нажатие клавиши «Отмена» отменяет режим редактирования параметра и возвращает параметру его старое значение.

#### 5.3.6.4 Режим «Работа»

Отображение содержимого данного окна характеризуется типом станции управления. Контроллер выводит данную форму при подтверждении успешного запуска после нажатия кнопки «Пуск».

В этом режиме на экране отображаются следующие параметры:

1) Значение загрузки ПЭД (Загр), вычисляемой по среднему текущему активному току ПЭД относительно активного номинального тока ПЭД, устанавливаемого во вкладке меню «Номиналы»;

2) Среднее арифметическое трех фаз выходного тока ПЭД (Icp);

3) Значение текущей выходной частоты инвертора (F);

4) Нарботка с момента последнего запуска. А так же, при работе в режиме программы, отображения времени до смены режима (до отключения СУ);

5) Активная мощность, потребляемая ПЭД (P);

5) \* Давление на приеме насоса (P);

6) Среднее значение линейного выходного напряжения станции управления (Uвых);

6) \* Температура обмотки ПЭД (t);

7) Режима работы СУ (в нижней строке индикатора). Кроме того, при наличии аварийной ситуации, а так же отсчете времени до отключения, в нижней строке отображается наименование аварии и время до отключения СУ.

\* при подключенной системе ТМС, когда установлены уставки, разрешающие чтение данных из ТМСН (параметр 2.4.01)

З а г р = 9 8 %	И с р = 1 0 3 . 0 А
Ф в ы х = 5 0 . 0 Г ц	0 0 . 3 4
Р = 5 6 к В т	У в ы х = 3 8 6 В
Р у ч н о й	

Рис. 7. Главная форма «Работа»

Кроме того, в станции с ЧРП в режиме индикации формы «Работа» можно изменять значение выходной частоты кнопками «Вверх» и «Вниз» после однократного нажатия на кнопку «Ввод». Клавиши «Вправо» и «Влево» позволяют изменять значение выходного напряжения при 50Гц. Данный режим используется для ручной оптимизации по току. Повторное нажатие кнопки «Ввод» отменяет режим редактирования выходной частоты и базового напряжения. Измененное значение частоты сохраняется в параметре «Номинальная частота», напряжения в параметре «Базовое напряжение». Условие изменения частоты и напряжения выполняется только при наличии доступа к изменению соответствующих уставок, т.е. введен корректный пароль доступа и не истек срок его действия, либо пароли нулевые. В противном случае доступ к изменению частоты и напряжения запрещен. Кроме того, нажатие кнопки «Вниз» или «Вверх» в режиме главной формы «Работа» вызываются окна с дополнительными параметрами, в которых отображаются:

При нажатии кнопки «Вниз»

- Сопротивление изоляции, коэффициент мощности;
- Дисбаланс токов и напряжений;
- Выходное вращение;
- Выходное напряжение.

При нажатии кнопки «Вверх» можно увидеть окно с отображением состояния режимов работы включенных алгоритмов для ЧРП:

- Автооптимизация вкл.\откл.;
- Пид-регулятор вкл.\откл.;
- Встряхивание вкл.\откл.;
- Вывод на режим вкл.\откл.;
- Толчковый режим вкл.\откл..

Возврат в режим отображения главной формы «Работа» происходит по нажатию кнопки «Esc».

Ф в ы х о д н а я	=	5 0 . 0 Г Ц
У б а з о в о е	=	3 8 0 В
У в ы х о д н о е	=	3 1 7 В
И с р е д н и й	=	1 0 0 А

Рис. 8. Дополнительная форма «Работа» для регулирования частоты и напряжения в режиме ручной оптимизации по току

При нажатии кнопки «Влево» в режиме индикации формы «Работа», при наличии аварийной ситуации, происходит автоматический переход в меню «Уставки и защиты» к группе уставок, относящейся к фиксируемой аварии.

### 5.3.6.5 Режим «Ожидание»

В режиме останова контроллер выводит на экран главную форму «Ожидание»

Данная форма представляет собой экран, на котором размещается информация о последней причине и времени отключения, а также содержит информацию об аварии, если таковая произошла. Форма, представленная ниже, говорит об отключении 11 октября в 21:35 оператором, с момента пуска СУ проработала 0 ч 15 мин, ожидания АПВ нет.

О	т	к	л	-	1	1	:	1	0	в	2	1	:	3	5				
Р	у	ч	н	о	й			о	с	т	а	н	о	в					
Р	а	б	-	0	0	:	1	5		П	у	с	к	-	0	0	:	0	0

Рис. 9. Главная форма «ОЖИДАНИЕ»

При включении питания автоматически выводится главная форма «ожидание». При переводе переключателя «Работа/Стоп» в положение «Работа» контроллер проверяет все измеряемые параметры на допустимые пределы и выводит сообщение о готовности, либо индицирует соответствующее сообщение об аварии, если таковая имеется. После устранения неисправности можно производить пуск СУ.

При нажатии кнопки «Влево» в режиме индикации формы «Ожидание», при наличии аварийной ситуации, происходит автоматический переход в меню «Уставки и защиты» к группе уставок, относящейся к фиксируемой аварии.

### 5.3.6.6 Режим индикации при нажатии на кнопку «Пуск»

При нажатии на кнопку «Пуск» подается команда контроллеру о необходимости включения. В случае успешного запуска пульт выводит на экран главную форму «Работа», в противном случае выводит форму «Ожидание» с индикацией аварии. Если статус – авария, то пуск не возможен без предварительного сброса аварии. Сброс аварии осуществляется переводом переключателя «Работа/Стоп» в положение «Стоп».

### 5.3.6.7 Режим индикации при нажатии на кнопку «Стоп»

Если установка находится в режиме «Работа», то, нажав на кнопку «Стоп», контроллеру посылается команда на выключение, при этом на экране продолжает выводиться главная форма «Работа». После того как контроллер перейдет в режим останова, на экране выведется форма «Ожидание».

### 5.3.6.8 Возврат в меню

Переключение между формами «Работа» или «Ожидание» и главным меню осуществляется нажатием клавиш «Esc».

Через 5 минут после последнего нажатия кнопок происходит автоматический возврат из меню на форму «Работа» или «Ожидание» в случае, если в пункте меню «Настройки» разрешен авто переход на основной экран. Через 5 минут после последнего нажатия кнопок происходит автоматический переход из меню в меню технолога в случае, если в пункте меню «Настройки» разрешен авто переход в меню технолога.

### 5.3.6.9 Режим переноса архива или файла с текущими уставками СУ на USB-flash.

После установки в разъем лицевой панели USB-flash накопителя и корректного определения его программой контроллера на дисплее контроллера отображается меню работы с USB накопителем:

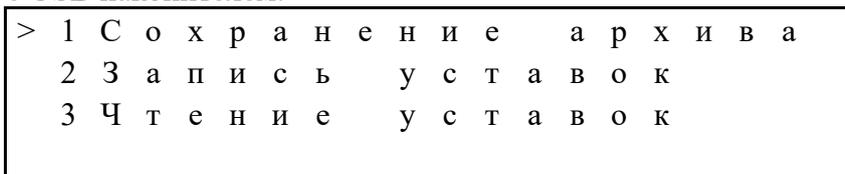


Рис. 10. Меню работы с USB-flash

Кнопками «Вверх» и «Вниз» осуществляется выбор требуемого пункта меню. Для запуска процесса необходимо нажать кнопку «Вправо», либо кнопку «Ввод». Для выхода из меню кнопку «Отмена».

#### Сохранение архива.

Во время переноса архива событий на дисплее контроллера отображается следующее окно:

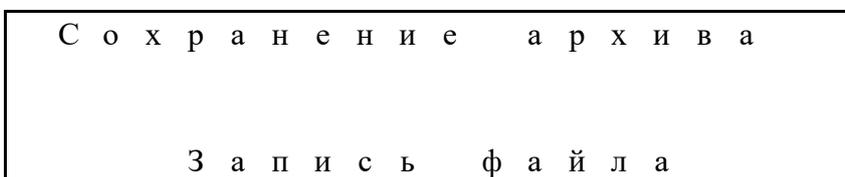


Рис. 11. Процесс переноса архива на USB-flash

После передачи 100% архива окно автоматически пропадает, после чего можно будет извлечь накопитель.

**Внимание!!! Категорически запрещается извлекать накопитель во время переноса архива, когда светится индикатор активности на накопителе. При этом возможно повреждение структуры данных и потеря, как переносимых данных, так и данных на самом накопителе. Извлечение настоятельно рекомендуется при отсутствии окна переноса архива на дисплее, либо отсутствии свечения индикатора активности накопителя более 10 с.**

Контроллер поддерживает накопители стандартного форматирования объемом до 32Гб, с размером сектора 512 байт с файловой системой FAT и поддержкой интерфейса USB 1.0, либо USB 2.0. Накопители с иным размером сектора, иной файловой системой, а также разбитые на несколько томов не поддерживаются и запрещаются к установке в разъем контроллера. Скорость передачи архива напрямую зависит от скорости записи данных на накопитель. При переносе архива на накопителе в корневом каталоге создается каталог «Etalon», в который помещаются все архивы. Внутри папки «Etalon» создается файл с именем, имеющим структуру:

СУ03456\_Мест00006\_Куст00006\_Скв00006\_2014\_07\_21\_\_14\_11.arh

В имени файла содержится информация о номере СУ, номере месторождения, куста, скважины и дате съема архива.

Данный файл архива позднее может быть открыт программой «Etalon-AV» на персональном компьютере для просмотра содержимого архива.

#### Запись уставок.

Во время создания на USB накопителе файла с текущими уставками СУ (файла настроек), на дисплее контроллера отображается следующее окно:

З а п и с ь    у с т а в о к

Рис. 12. Процесс переноса файла настроек на USB-flash

После создания на USB накопителе файла настроек окно автоматически пропадает, после чего можно извлечь накопитель.

При записи файла настроек, на накопителе в корневом каталоге, создается каталог «Etalon», в который помещаются все файлы настроек. Внутри папки «Etalon» создается файл с именем, имеющим структуру:

СУ03456\_Мест00006\_Куст00006\_Скв00006\_2014\_07\_21\_\_14\_11.set

В имени файла содержится информация о номере СУ, номере месторождения, куста, скважины и дате создания файла настроек.

Файл настроек позднее может быть считан контроллером СУ, для восстановления прежней конфигурации или при настройке другой СУ.

### Чтение уставок.

После выбора пункта меню «3 Чтение уставок» на дисплее контроллера отображается список файлов настроек из папки «Etalon» на USB накопителе:

```
> К у с т 0 0 0 0 6 _ С к в 0 0 0 0 6
  К у с т 0 0 0 0 6 _ С к в 0 0 0 1 0
  К у с т 0 0 1 0 1 _ С к в 0 0 0 2 6
  К у с т 0 0 0 0 7 _ С к в 0 0 0 2 0
```

Рис. 13. Выбор файла настроек на USB-flash для записи настроек в СУ

Кнопками «Вверх» и «Вниз» осуществляется выбор требуемого файла. Для запуска процесса настройки СУ необходимо нажать кнопку «Вправо», либо кнопку «Ввод». Для выхода из меню кнопку «Отмена».

### 5.3.6.9 Меню технолога

Меню технолога – произвольно настраиваемое пользователем меню контроллера. Позволяет по усмотрению пользователя конфигурировать состав и порядок необходимых для него элементов меню (текущих параметров и уставок). Для входа в меню необходимо из режима отображения окон «Ожидание» или «Работа» нажать кнопку «Вправо», а для выхода из меню технолога нажать кнопку «Отмена».

При первом входе будет отображено пустое меню с приглашением добавить параметр:

```
>
   Д о б а в и т ь
   п а р а м е т р
```

Рис. 14. Меню технолога без параметров

Для добавления параметра необходимо установить курсор на элементе меню «Добавить параметр» и нажать кнопку «Влево» или «Вправо» до появления первого элемента предлагаемого меню. Далее однократным или длительным нажатием кнопок «Влево» или «Вправо» выбрать нужный пункт и зафиксировать его переводом курсора вниз на элемент меню «Добавить параметр».



Рис. 15. Меню технолога с добавленным параметром

После чего процедуру можно повторить для добавления нового параметра. При необходимости любой параметр в меню технолога можно заменить. Переход к выбору нового параметра осуществляется длительным нажатием кнопки «Влево» или «Вправо». Для удаления параметра необходимо нажать на кнопки «Влево» и «Вправо» одновременно и удерживать их до исчезновения параметра.

Меню технолога позволяет редактировать параметры, являющиеся уставками. Переход к редактированию уставки осуществляется коротким однократным нажатием кнопки «Вправо». Окно редактирования параметра в меню технолога совпадает с окном редактирования параметра в основном меню (Рис. 5). После окончания редактирования (кнопка «Ввод») или отказа от редактирования (кнопка «Отмена») пользователь возвращается в меню технолога.

Если для параметра «Авто переход» в меню «Настройки» задано значение «Меню технолога», то через 5 минут после последнего нажатия кнопок происходит автоматический переход из любого окна панели оператора в меню технолога. При этом каждые 10 секунд происходит автоматическая смена отображаемых на экране параметров из списка параметров меню технолога, что позволяет оператору просматривать все параметры без открытия двери отсека управления.

#### 5.4. Описание частотного преобразователя.

5.4.1. В СУ применяется типовой универсальный частотный преобразователь номинальными мощностями от 18,5 до 1000кВт. Частотный преобразователь работает под управлением контроллера СУ. В составе станции управления частотный преобразователь работает как управляемый инвертор напряжения со встроенными дополнительными защитами. Основные защиты и алгоритм работы осуществляет контроллер СУ. Для предотвращения работы преобразователя при обрыве связи контроллера с преобразователем служит дополнительный сухой контакт, аппаратно блокирующий работу инвертора. В СУ ЧР АВ 2500 установлено 2 преобразователя 1400А параллельно, управление Slave производится с Master через оптический кабель.

5.4.2. При возникновении аварийного отключения инвертора по его встроенной защите также происходит переход в состояние аварии и контроллер СУ с индикацией на дисплее причины и времени останова. При срабатывании встроенной защиты инвертора контроллер СУ не допускает автоматического повторного включения, последующий запуск возможен только после деблокировки аварии и пуска оператором.

5.4.3. Следует помнить, что часть аварий инвертора сбрасываются только по истечении некоторого времени после срабатывания самой аварии, необходимого для восстановления работоспособности преобразователя. Поэтому при переключении переключателя «Работа/Стоп» в положение «Стоп» для деблокировки аварии необходимо выждать время для сброса аварии. При этом на дисплее контроллера в положении переключателя «Работа» будет индицироваться сработавшая авария, после сброса которой контроллер будет индицировать сообщение «Готов».

**5.5. ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ.** *Примечание: Нумерация пунктов в данном разделе соответствует нумерации параметров контроллера.*

➤ **1. Измеряемые параметры**

➤ **1.1. Основные параметры**

1.1.01.

```
> А к т и в н а я м о щ н о с т ь
  П Э Д ( н а г р у з к и )
    0 1 А к т и в н а я м о щ н .
    !   1 0 0                               к В т
```

Измеренная активная мощность, потребляемая нагрузкой СУ.

1.1.02.

```
> Т о к ф а з ы I u П Э Д ( С У )
    0 2 Т о к ф а з ы I u
    !   1 0 0 , 0                               А
```

Измеренное среднеквадратическое значение тока фазы  $I_u$  СУ (либо ПЭД). При использовании пересчета тока во вторичную цепь ТМПН является током ПЭД. Для использования в режиме индикации выходного тока СУ установить параметр «Напряжение отпайки ТМПН» равным 380. В противном случае установить реальное значение отпайки ТМПН. Для фаз  $v$  и  $w$  аналогично.

1.1.05.

```
> Д и с б а л а н с в ы х о д н ы х
  т о к о в С У
    0 5 Д и с б а л а н с т о к о в
    !   3                                       %
```

Дисбаланс значений рабочих выходных токов  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$ .

1.1.06.

```
> С о п р о т и в л е н и е
  и з о л я ц и и
    0 6 Р и з о л я ц и и
    !   9 9 9 9                               к О м
```

Измеренное сопротивление изоляции системы трансформатор ТМПН-погружной кабель-ПЭД.

1.1.07.

```
> К о э ф ф и ц и е н т
  м о щ н о с т и
    0 7 К м о щ н о с т и
    !   0 , 9 9
```

Коэффициент мощности нагрузки на выходе СУ. Определяется отношением активной к полной мощности на выходе СУ.

1.1.08.

```
> Н а п р я ж е н и е в х о д н о е
  л и н е й н о е U a b
    0 8 Н а п р я ж е н и е U a b
    !   3 8 0                               В
```

Измеренное среднеквадратическое значение входного линейного напряжения  $U_{ab}$  питания СУ. Для напряжений  $U_{bc}$  и  $U_{ca}$  аналогично.

## 1.1.11.

```
> Д и с б а л а н с   в х о д н ы х
   н а п р я ж е н и й
   1 1   Д и с б а л .   н а п р я ж
   !     0                                     %
```

Дисбаланс значений входных напряжений Uab, Ubc, Uca питания СУ.

## 1.1.12.

```
> З а г р у з к а   П Э Д
   1 2   З а г р у з к а   П Э Д
   !     1 0 0                                     %
```

Определяет загрузку АД, подключенного к СУ, по активной составляющей выходного тока СУ. Для корректных показаний необходимо установить действительное значение номинального тока подключенного АД, а также его номинального коэффициента мощности. Загрузка определяется как отношение реального выходного активного тока к номинальному активному току.

## 1.1.13.

```
> П о л н а я   м о щ н о с т ь
   1 3   П о л н а я   м о щ н о с т ь
   !     2 0 0                                     к В а
```

Измеряемый параметр, индицирует полную мощность, потребляемой ПЭД (нагрузкой СУ).

## 1.1.14.

```
> П о л н ы й   т о к
   С У
   1 4   П о л . т о к   С У
   !     1 0 0 . 0                               А
```

Измеряемый (расчетный) параметр, индицирует активный ток СУ.

## 1.1.15.

```
> А к т и в н ы й   т о к
   С У
   1 5   А к т . т о к   С У
   !     1 0 0 . 0                               А
```

Измеряемый (расчетный) параметр, индицирует активный ток СУ.

## 1.1.16.

```
> Р е а к т и в н ы й   т о к
   С У
   1 6   Р е а к т . т о к   С У
   !     3 6 . 0                               А
```

Измеряемый (расчетный) параметр, индицирует реактивный ток СУ

## 1.1.17.

```
> Т о к   ф а з ы   I А   В х о д С У
   1 7   Т о к   ф а з ы   I А
   !     1 0 0 , 0                               А
```

Измеренное среднеквадратическое значение тока фазы IA по входу СУ. Для фаз В и С пар. 1.1.18, 1.1.19 - аналогично.

## 1.1.20.

```
> В ы  х  о  д  н  о  е
   н  а  п  р  я  ж  е  н  и  е   Т  М  П  Н
     2  0   В ы  х  .  Н  а  п  р  .  Т  М  П  Н
   !       3  1  0  3                               В
```

Измеряемый (расчетный) параметр, индицирует напряжение на выходе ТМПН АВ, ВС, СА.

## ➤ 1.2. Параметры ТМС

## 1.2.01.

```
> Д  а  в  л  е  н  и  е   н  а
   п  р  и  е  м  е   н  а  с  о  с  а
     0  1   Р  н  а   п  р  и  е  м  е
   !       3  0  0  ,  0                               а  т
```

Измеренное значение давления на приеме насоса. Значения валидны при подключенной цифровой или аналоговой ТМС. При работе с аналоговой ТМС используется дополнительный аналоговый вход 1. Для настройки аналогового входа необходимо установить тип аналогового входа 0-10В, 0-20мА или 4-20мА, и масштаб аналогового входа, который должен соответствовать максимальному значению шкалы аналогового входа. Например, если выходной стандарт аналогового сигнала ТМС – ток 4-20мА и 20мА сигнала соответствует значению 300 атмосфер, то масштаб аналогового входа необходимо установить в 300.0.

При использовании ТМС с разрешающей способностью 0,01 ед необходимо установить для параметра 2.4.11 «Точная ТМС» в значение «ДА».

В зависимости от значения параметра 2.4.12 давление на приеме насоса может отображаться в следующих единицах измерения: физических атмосферах – «атм», технических атмосферах – «ат» (кгс/см<sup>2</sup>), мегапаскалях – «МПа», фунтах-силы на квадратный дюйм – «psi». В архиве измерений значение давления на приеме насоса всегда сохраняется в технических атмосферах.

## 1.2.02

```
> Т  е  м  п  е  р  а  т  у  р  а   ж  и  д  к  .
   н  а  п  р  и  е  м  е   н  а  с  о  с  а
     0  2   t   ж  и  д  к  о  с  т  и
   !       1  2  5                               °  С
```

Измеренное значение температуры жидкости на приеме насоса. Значения валидны при подключенной цифровой или аналоговой ТМС. При работе с аналоговой ТМС используется дополнительный аналоговый вход 2. Для настройки аналогового входа необходимо установить тип аналогового входа 0-10В, 0-20мА или 4-20мА, и масштаб аналогового входа, который должен соответствовать максимальному значению шкалы аналогового входа. Например, если выходной стандарт аналогового сигнала ТМС – напряжение 0-10В и 10В сигнала соответствует значению 200 градусов, то масштаб аналогового входа необходимо установить в 200.0.

При использовании ТМС с разрешающей способностью 0,01 ед необходимо установить для параметра 2.4.11 «Точная ТМС» в значение «ДА».

## 1.2.03.

```
> Т  е  м  п  е  р  а  т  у  р  а
   о  б  м  о  т  к  и   П  Э  Д
     0  3   t   о  б  м  о  т  к  и
   !       1  2  5                               °  С
```

Измеренное значение температуры обмотки ПЭД. Значения валидны при подключенной цифровой или аналоговой ТМС. При работе с аналоговой ТМС используется дополнительный аналоговый вход 3. Для настройки аналогового входа необходимо установить тип аналогового входа 0-10В, 0-20мА или 4-20мА, и масштаб аналогового входа, который должен соответствовать максимальному значению шкалы аналогового входа. Например, если выходной стандарт аналогового сигнала ТМС – ток 0-20мА и 20мА сигнала соответствует значению 150 градусов, то масштаб аналогового входа необходимо установить в 150.0.

При использовании ТМС с разрешающей способностью 0,01 ед необходимо установить для параметра 2.4.11 «Точная ТМС» в значение «ДА».

1.2.04.

```
> Т е м п е р а т у р а
   м а с л а           П Э Д
   0 4 t м а с л а
   !      1 2 5                ° С
```

Измеренное значение температуры обмотки ПЭД. Значения валидны при подключенной цифровой или аналоговой ТМС. При работе с аналоговой ТМС используется дополнительный аналоговый вход 3. Для настройки аналогового входа необходимо установить тип аналогового входа 0-10В, 0-20мА или 4-20мА, и масштаб аналогового входа, который должен соответствовать максимальному значению шкалы аналогового входа. Например, если выходной стандарт аналогового сигнала ТМС – ток 0-20мА и 20мА сигнала соответствует значению 150 градусов, то масштаб аналогового входа необходимо установить в 150.0.

1.2.05.

```
> В и б р а ц и я   п о   о с и   X
   0 5 В и б р а ц и я   X
   !      0 , 1                g
```

Измеренное значение вибрации по оси X. Значения валидны при подключенной цифровой или аналоговой ТМС. При работе с аналоговой ТМС используется дополнительный аналоговый вход 4. Для настройки аналогового входа необходимо установить тип аналогового входа 0-10В, 0-20мА или 4-20мА, и масштаб аналогового входа, который должен соответствовать максимальному значению шкалы аналогового входа.

В зависимости от значения параметра 2.4.13 вибрация может отображаться в следующих единицах измерения: «мм/с», «м/с<sup>2</sup>», «g». В архиве измерений значение вибрации всегда сохраняется в «м/с<sup>2</sup>».

1.2.06.

```
> В и б р а ц и я   п о   о с и   Y
   0 6 В и б р а ц и я   Y
   !      0 , 1                g
```

Измеренное значение вибрации по оси Y. Значения валидны при подключенной цифровой или аналоговой ТМС. При работе с аналоговой ТМС используется дополнительный аналоговый вход 5. Для настройки аналогового входа необходимо установить тип аналогового входа 0-10В, 0-20мА или 4-20мА, и масштаб аналогового входа, который должен соответствовать максимальному значению шкалы аналогового входа.

В зависимости от значения параметра 2.4.13 вибрация может отображаться в следующих единицах измерения: «мм/с», «м/с<sup>2</sup>», «g». В архиве измерений значение вибрации всегда сохраняется в «м/с<sup>2</sup>».

## 1.2.07.

```

> В и б р а ц и я   п о   о с и   Z
      0 7   В и б р а ц и я   Z
      !     0 , 1                               g

```

Измеренное значение вибрации по оси Z. Значения валидны при подключенной цифровой или аналоговой ТМС. При работе с аналоговой ТМС используется дополнительный аналоговый вход 6. Для настройки аналогового входа необходимо установить тип аналогового входа 0-10В, 0-20мА или 4-20мА, и масштаб аналогового входа, который должен соответствовать максимальному значению шкалы аналогового входа.

В зависимости от значения параметра 2.4.13 вибрация может отображаться в следующих единицах измерения: «мм/с», «м/с<sup>2</sup>», «g». В архиве измерений значение вибрации всегда сохраняется в «м/с<sup>2</sup>».

## 1.2.08.

```

> П о к а з а н и я
   р а с х о д о м е р а   м 3 / с у т
      0 8   Р а с х о д
      !           1 1

```

Измеренное значение расхода жидкости в м<sup>3</sup>/сут при наличии подключенной ТМС с измерением расхода.

## 1.2.09.

```

> О б в о д н е н н о с т ь
      0 9   О б в о д н е н н о с т ь
      !           8 5 . 4           %

```

Измеренное значение обводненности при наличии подключенной цифровой ТМС с соответствующим датчиком.

## 1.2.10.

```

> Д а в л е н и е   м а с л а
   П Э Д
      1 0   Р м а с л а
      !           0 . 0 0           а т

```

Измеренное значение давления масла в полости ПЭД при наличии подключенной цифровой ТМС с соответствующим датчиком.

В зависимости от значения параметра 2.4.12 давление масла ПЭД может отображаться в следующих единицах измерения: физических атмосферах – «атм», технических атмосферах – «ат» (кгс/см<sup>2</sup>), мегапаскалях – «МПа», фунтах-силы на квадратный дюйм – «psi». В архиве измерений значение давления на приеме насоса всегда сохраняется в технических атмосферах.

## 1.2.11.

```

> Д а в л е н и е
   н а   в ы к и д е
      1 1   Р   н а   в ы к и д е
      !           1 0 0           а т м

```

Измеренное значение давления на выкиде при наличии подключенной цифровой ТМС с соответствующим датчиком.

В зависимости от значения параметра 2.4.12 давление на выкиде насоса может отображаться в следующих единицах измерения: физических атмосферах – «атм», технических атмосферах – «ат» (кгс/см<sup>2</sup>), мегапаскалях – «МПа», фунтах-силы на квадратный дюйм – «psi». В архиве измерений значение давления на приеме насоса всегда сохраняется в технических атмосферах.

## 1.2.12.

```
> Т е м п е р а т у р а
   н а   в ы к и д е
     1 2   Т   н а   в ы к и д е
   !           1 2 0           ° С
```

Измеренное значение температуры на выкиде насоса при наличии подключенной цифровой ТМС с соответствующим датчиком.

## 1.2.13.

```
> С о с т о я н и е   с в я з и
   с   Т М С Н
     1 3   С в я з ь   с   Т М С Н
   !       Н е т
```

Состояние связи с наземным блоком ТМСН .

**Примечание.** При подключении цифрового последовательного канала связи с ТМС и отсутствии данных с ТМС или отсутствии связи с наземным блоком на дисплее в параметрах будет отображаться «#####», при этом защиты ТМС не обрабатываются.

Если включена защита по отказу связи с ТМС (параметр 2.4.32), то при потере связи работа СУ будет остановлена через интервал времени, заданный параметром 2.4.33. Если разрешено АПВ по данной защите, то после восстановления связи и окончания времени ожидания (параметр 2.4.34) будет произведен автоматический повторный запуск СУ в работу.

## 1.2.14.

```
> С о с т о я н и е
   Т М С
     1 4   С о с т о я н и е   Т М С
   !       Р 1 / Т 1
```

Состояние самодиагностики подключенной ТМС (при наличии данных параметров в протоколе обмена). Показывает состояние и работоспособность датчиков погружного блока.

При работе с цифровой ТМС, поддерживающей протокол «Transfer», в меню «ТМС» дополнительно отображаются следующие параметры:

1.2.15 Производитель ТМСП;

1.2.16 Модель ТМСП;

1.2.17 Протокол ТМСП;

1.2.18 Версия ПО ТМСП;

1.2.19 Заводской номер ТМСП;

1.2.20 Состав датчиков ТМСП;

1.2.21 Состояние датчиков ТМСП;

1.2.22 Датчик давления на приеме: «Есть», «Нет»;

1.2.23 Состояние датчика давления на приеме: «В норме», «Отказ»;

1.2.24 Датчик температуры на приеме: «Есть», «Нет»;

1.2.25 Состояние датчика температуры на приеме: «В норме», «Отказ»;

1.2.26 Датчик температуры обмотки ПЭД: «Есть», «Нет»;

1.2.27 Состояние датчика температуры обмотки ПЭД: «В норме», «Отказ»;

1.2.28 Датчик температуры масла ПЭД: «Есть», «Нет»;

1.2.29 Состояние датчика температуры масла ПЭД: «В норме», «Отказ»;

1.2.30 Датчик вибрации по оси Х: «Есть», «Нет»;

1.2.31 Состояние датчика вибрации по оси Х: «В норме», «Отказ»;

1.2.32 Датчик вибрации по оси Y: «Есть», «Нет»;

1.2.33 Состояние датчика вибрации по оси Y: «В норме», «Отказ»;

- 1.2.34 Датчик вибрации по оси Z: «Есть», «Нет»;  
 1.2.35 Состояние датчика вибрации по оси Z: «В норме», «Отказ»;  
 1.2.36 Датчик давления на выкиде насоса: «Есть», «Нет»;  
 1.2.37 Состояние датчика давления на выкиде насоса: «В норме», «Отказ»;  
 1.2.38 Датчик затрубного давления: «Есть», «Нет»;  
 1.2.39 Состояние датчика затрубного давления: «В норме», «Отказ»;  
 1.2.40 Датчик температуры на выкиде насоса: «Есть», «Нет»;  
 1.2.41 Состояние датчика температуры на выкиде насоса: «В норме», «Отказ»;  
 1.2.42 Датчик расхода на выкиде насоса: «Есть», «Нет»;  
 1.2.43 Состояние датчика расхода на выкиде насоса: «В норме», «Отказ»;  
 1.2.44 Датчик обводненности: «Есть», «Нет»;  
 1.2.45 Состояние датчика обводненности: «В норме», «Отказ»;  
 1.2.46 Производитель ТМСН;  
 1.2.47 Модель ТМСН;  
 1.2.48 Номер протокола обмена ТМСН;  
 1.2.49 Номер версии ПО ТМСН;  
 1.2.50 Заводской номер ТМСН;  
 1.2.51 Служебная информация;  
 1.2.52 Тип кадра;  
 1.2.53 Дата изготовления ТМСН;  
 1.2.54 Дата изготовления ТМСН;  
 1.2.55 Длительность передачи бита ТМСН;  
 1.2.56.

```

> Т о к у т е ч к и
      1 2 Т о к у т е ч к и
      !      1 2 0 Г р
  
```

Измеренное значение тока утечки системы «ТМПН – ПЭД».

### ➤ 1.3. Дополнительные

1.3.01.

```

> Ч а с т о т а т у р б и н н о г о
   в р а щ е н и я
      0 1 Ф т у р б . в р а щ .
      !      5 Г ц
  
```

Параметр показывает частоту турбинного вращения на выходе станции при его наличии.

1.3.02.

```

> П о р я д о к
   ч е р е д о в а н и я ф а з
      0 2 Ч е р е д о в а н и е ф а з
      !      А В С
  
```

Реальное направление чередования фаз питающего СУ напряжения.

1.3.03.

```

> С и г н а л к о н т а к т н о г о
   м а н о м е т р а
      0 3 С и г н а л Э К М
      !      Е с т ь
  
```

Наличие сигнала контактного манометра. Дискретный сигнал на клеммнике внешних подключений СУ.

## 1.3.04.

```
> З н а ч е н и е   с   д о п о л н .
  А н а л о г .       в х о д а   0
    0 4   А н а л о г о в . в х о д 0
  !       9 9 9 , 9
```

Величина сигнала дополнительного аналогового входа 0. Тип входа 0-10В. Данный вход расположен на клеммнике внешних подключений СУ. Вход универсальный. В зависимости от режима является либо дополнительным аналоговым входом, либо входом для ПИД-регулятора ЧРП, либо входом для датчика затрубного давления.

Для использования входа в режиме управления частотой ЧРП с использованием ПИД-регулятора необходимо установить значение «аналог» параметра «Автоматический режим регулирования».

## 1.3.05.

```
> Т е м п е р а т у р а
  в ы х о д н о г о   ф и л ь т р а 1
    0 5   Т е м п е р . ф и л ь т р а 1
  !       9 0           ° С
```

Измеренное значение температуры выходного фильтра СУ. Показания данного параметра имеют только положительные значения, причем показания параметра 150°C означают либо обрыв цепи датчика температуры, либо его отказ, при этом вентиляторы охлаждения будут работать в непрерывном режиме. Данные на дисплее появляются с задержкой в 10с после включения питания. Данный вход используется для управления вентиляторами системы охлаждения СУ. Температура включения вентиляторов 50°C, выключения 45°C. При наличии нескольких датчиков температуры параметры отображаются по количеству датчиков.

## ➤ 1.4. Измеряемые параметры преобразователя частоты

## 1.4.01.

```
> Н а п р я ж е н и е   в   з в е н е
  п о с т о я н н о г о   т о к а
    0 1   Н а п р я ж е н и е   U d c
  !       5 2 0                       В
```

Измеренное значение напряжения в звене постоянного тока инвертора.

## 1.4.02.

```
> В ы х о д н а я   ч а с т о т а
    0 2   В ы х .   ч а с т о т а
  !       5 0 . 0                       Г ц
```

Значение текущей выходной частоты инвертора.

## 1.4.03.

```
> В ы х о д н о е
  н а п р я ж е н и е   С У
    0 3   В ы х . Н а п р я ж е н и е
  !       3 8 0                       В
```

Измеренное значение выходного линейного напряжения после синусного LC-фильтра.

## 1.4.04.

```

> Т е м п е р а т у р а   I G B T
   з о н а 1
     0 4   Т е м п е р .   I G B T 1
   !     5 8                               ° C

```

Параметр показывает температуру ключей силового инвертора в зоне фазы U и выпрямителя.

## 1.4.05.

```

> Т е м п е р а т у р а   I G B T
   з о н а 2
     0 5   Т е м п е р .   I G B T 2
   !     5 8                               ° C

```

Параметр показывает температуру ключей силового инвертора в зоне фаз V и W.

## 1.4.06.

```

> Т о к   в   з в е н е
   п о с т о я н н .   т о к а
     0 6   Т о к   I   d   c
   !     4 2 0                               A

```

Измеренное значение величины тока в звене постоянного напряжения инвертора.

## 1.4.7.

```

> Т е к .   у г о л   р о т о р а
     0 7   Т е к .   у г о л
   !     9 6                               Г р

```

Нередактируемый параметр, показывает текущий угол отставания поля ротора для вентильного режима управления СУ. Используется в модели управления ВПЭД.

## 1.4.8.

```

> Т е к .   к о э ф .   р е г у л .
     0 8   Т е к .   к о э ф .   р е г .
   !     0 . 9 6

```

Нередактируемый параметр, показывает текущий коэффициент регулирования алгоритма управления ВПЭД. При нормальной работе текущее значение должно быть около 1.00. Отклонение вниз до 1-НПР, где НПР-нижний предел регулирования, говорит о высокой отпайке. Отклонение вверх до 1+ ВПР, где ВПР –верхний предел регулирования, говорит о недостаточной отпайке.

## ➤ 1.5 Технический учет электроэнергии

## 1.5.01.

```

> Н а л и ч и е   с ч е т ч и к а
   у ч е т а   э л е к т р о э н е р г .
     0 1   Н а л и ч и е   С Т У Э
   *     Н е т

```

0-Нет/1-СЭТ4/2-Меркурий

Параметр включает режим работы со счетчиком учета электроэнергии. При наличии установленного в СУ счетчика электроэнергии данный параметр должен быть в значении «1» или «2» для чтения мощностей в контроллер СУ. При этом, согласно универсального

протокола, принятого в ООО «РН-Юганскнефтегаз» или Регион-2000 (3000) по протоколу MODBUS доступна расширенная информация о мощностях, потребляемой СУ.

Контроллер СУ ЧР раз в сутки или после подачи питания считывает из счетчика электроэнергии текущую дату и время и в случае расхождения времени счетчика и времени контроллера корректирует время и дату счетчика счетчик.

1.5.02.

```
> А к т и в н а я э н е р г и я
  з а с у т к и
    0 2 Р а с у т к В т / ч
  *   1 3 5 . 6
```

Данный параметр отображает потребленную СУ активную энергию за текущие сутки.

1.5.03.

```
> А к т и в н а я э н е р г и я
  з а в е с ь п е р и о д
    0 3 Р а о б щ к В т / ч
  *   4 1 7 5 . 7
```

Данный параметр отображает потребленную СУ активную энергию за весь период работы СУ.

1.5.04.

```
> Р е а к т и в н а я э н е р г и я
  з а с у т к и
    0 4 Р а с у т к В р / ч
  *   1 3 5 . 6
```

Данный параметр отображает потребленную СУ реактивную энергию за текущие сутки.

1.5.05.

```
> Р е а к т и в н а я э н е р г и я
  з а в е с ь п е р и о д
    0 5 Р а о б щ к В р / ч
  *   4 1 7 5 . 7
```

Данный параметр отображает потребленную СУ реактивную энергию за весь период работы СУ.

1.5.06.

```
> К о э ф ф . т р а н с ф о р м .
  т р а н с ф . т о к а с ч е т ч .
    0 5 К т р с ч е т ч и к а
  *   2 0 0
```

Коэффициент трансформации измерительных трансформаторов входных токов СУ. Параметр записывается в счетчик на заводе изготовителе СУ. Параметр не редактируемый.

## ➤ 1.6 Измеряемые параметры преобразователя частоты Slave (только в ЧР 2500)

1.6.01.

```
> Т о к ф а з ы I u С У
    0 1 Т о к ф а з ы I u
  !   1 0 0 , 0 А
```

Измеренное среднеквадратическое значение тока фазы Iu СУ подчиненного шкафа привода. Для фаз v и w аналогично.

## 1.6.04

```

> Р а з б а л а н с т о к о в
М а s t e r - S l a v e
  0 4 Р а з б а л а н с т о к о в
!    1 0 %

```

Разбаланс текущих значений токов между ведущим и подчиненным шкафом привода.

## 1.6.05.

```

> Н а п р я ж е н и е в х о д н о е
л и н е й н о е U a b
  0 5 Н а п р я ж е н и е U a b
!    3 8 0 В

```

Измеренное среднеквадратическое значение входного линейного напряжения  $U_{ab}$  питания подчиненного шкафа привода. Для напряжений  $U_{bc}$  и  $U_{ca}$  аналогично.

## 1.6.08.

```

> Т е м п е р а т у р а I G B T
з о н а 1
  0 8 Т е м п е р . I G B T 1
!    5 8 ° C

```

Параметр показывает температуру ключей силового инвертора в зоне фазы U и выпрямителя подчиненного шкафа привода.

## 1.6.09.

```

> Т е м п е р а т у р а I G B T
з о н а 2
  0 9 Т е м п е р . I G B T 2
!    5 8 ° C

```

Параметр показывает температуру ключей силового инвертора в зоне фаз V и W подчиненного шкафа привода.

## 1.6.10.

```

> Н а п р я ж е н и е в з в е н е
п о с т о я н н о г о т о к а
  1 0 Н а п р я ж е н и е U d c
!    5 2 0 В

```

Измеренное значение напряжения в звене постоянного тока инвертора подчиненного шкафа привода.

## 1.6.11.

```

> Т е м п е р а т у р а
в ы х о д н о г о ф и л ь т р а 1
  0 5 Т е м п е р . ф и л ь т р а 1
!    9 0 ° C

```

Измеренное значение температуры дросселей выходного фильтра подчиненного (slave) шкафа привода. Показания данного параметра имеют только положительные значения, причем показания параметра  $150^{\circ}\text{C}$  означают либо обрыв цепи датчика температуры, либо его отказ, при этом вентиляторы охлаждения будут работать в непрерывном режиме. Данные на дисплее появляются с задержкой в 10с после включения питания. Данный вход используется для управления вентиляторами системы охлаждения СУ. Температура включения вентиляторов  $50^{\circ}\text{C}$ , выключения  $45^{\circ}\text{C}$ . При наличии нескольких датчиков температуры параметры отображаются по количеству датчиков.

## ➤ 2. Защиты

## ➤ 2.1. Уставки

2.1.01.

```

> З а д а н и е   р е ж и м а
   р а б о т ы   С У
   0 1   Р е ж и м   р а б о т ы
   *     Р у ч н о й

```

Режим работы СУ. Возможны два значения параметра: «Ручной» и «Автоматический». В ручном режиме пуск СУ возможен только с передней панели нажатием кнопки «Пуск». После останова в результате срабатывания защит автоматического повторного включения не произойдет. В автоматическом режиме возможен любой пуск, как ручной, дистанционный, автоматический по времени, если это предусмотрено настройками защиты.

2.1.02.

```

> Р а б о т а   п о
   п р о г р а м м е
   0 2   П р о г р а м м а
   *     Д а

```

Параметр определяет задание режима работы по программе. Для включения работы по программе необходимо установить значение параметра «Да». При этом время работы и время паузы определяется значениями параметров «Время работы ПЭД в режиме программы» и «Время останова ПЭД в режиме программы». В случае установки параметра «Время останова ПЭД в режиме программы» в ноль станция отработает в однократном режиме время, указанное в параметре «Время работы ПЭД в режиме таймера» и перейдет в режим «Останов» без дальнейшего повторного включения.

2.1.03.

```

> П е р е х о д   в   р е ж и м
   н и з к о й   ч а с т о т ы
   0 3   П о н и ж . ч а с т о т а
   *     Д а

```

Параметр определяет необходимость перехода на более низкую частоту при работе в режиме «ПРОГРАММА» вместо полного останова. При этом время нахождения в этом режиме определяется параметром «Время останова ПЭД в режиме программы». После завершения времени работы на пониженной частоте СУ переходит в основной режим, выставляя на выходе номинальную рабочую частоту.

2.1.04.

```

> У с т а в к а   р е ж и м а
   н и з к о й   ч а с т о т ы
   0 4   У с т а в к а   н и з к .   F
   *     3 0 . 0           Г ц

```

Данный параметр определяет выходную частоту в режиме паузы при работе на пониженной частоте вместо останова.

2.1.05.

```

> В р е м я   р а б о т ы   П Э Д
   в   р е ж и м е   п р о г р а м м ы
   0 5   Р а б о т а   п о   п р о г р
   *     6 0           м и н

```

Время включенного состояния ПЭД в режиме работы по программе.

## 2.1.06.

```
> В р е м я   о с т а н о в а   П Э Д
   в   р е ж и м е   п р о г р а м м ы
   0 6   О с т а н .   п о   п р о г р
   *     6 0                               м и н
```

Время останова ПЭД в режиме работы по программе (или время нахождения в режиме низкой частоты, если установлен этот режим). В случае нулевого значения после отработки времени, указанного в предыдущем параметре СУ перейдет в режим «Останов» без повторного запуска.

## 2.1.07.

```
> Р а б о т а   п о
   р а с п и с а н и ю
   0 7   Р а б .   п о   р а с п и с .
   *     Д а
```

Значение «Да» уставки «Работа по расписанию» активирует режим «гарантированного запуска» каждый раз после изменения уставок «Дата гарантированного запуска» или «Время гарантированного запуска» во время работы СУ в режиме «Программа». После задания времени гарантированного запуска СУ пересчитает (временно) интервалы работы по программе таким образом, чтобы запуск состоялся в точно заданное время. Интервалы работы всегда корректируются в сторону уменьшения времени работы, интервалы простоя не изменяются. После автоматического запуска в заданное время, СУ возвращается к прежним интервалам работы. Если время, заданное в параметрах «Дата гарантированного запуска» или «Время гарантированного запуска» будет меньше времени окончания текущего цикла «Работа-Останов» «гарантированный» запуск производиться не будет.

Время «гарантированного» запуска может быть задано дистанционно. Также возможна дистанционная корректировка текущего времени СУ. Для дистанционного задания времени используются следующие modbus-адреса, доступные из любого протокола обмена с системой кустовой телемеханики:

0x6000 – Текущее время СУ (младший регистр. Формат UnixTime);

0x6001 – Текущее время СУ (старший регистр. Формат UnixTime);

0x6002 – Время гарантированного запуска (младший регистр. Формат UnixTime);

0x6003 – Время гарантированного запуска (старший регистр. Формат UnixTime);

## 2.1.08.

```
> Д а т а   г а р а н т .   з а п у с к а
   Г : М : Д
   0 8   Г а р а н т .   з а п у с к
   *     2 0 1 8 : 0 5 : 2 2           Г М Д
```

Дата гарантированного запуска.

## 2.1.09.

```
> В р е м я   г а р а н т .   з а п .
   Ч : М
   0 9   Г а р а н т .   з а п у с к
   *     2 1 : 1 5                       Ч М
```

Время гарантированного запуска.

## 2.1.10.

```
> З а щ и т а   о т   н и з к о г о
   Р и з о л я ц и и
   1 0   З а щ и т а   п о   Р и з о л
   *     В к л
```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации низкого сопротивления изоляции. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Вкл – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокирован;

2.1.11.

```
> У с т а в к а   м и н .
   Р и з о л я ц и и
     1 1   Р   и з о л   м и н и м у м
   *      3 0                               к О м
```

Уставка минимального сопротивления изоляции системы ТМПН-погружной кабель-ПЭД. Если измеренное значение сопротивления изоляции становится ниже уставки, происходит немедленное аварийное отключение ПЭД. В случае отключенного контроля сопротивления изоляции пороговым значением является 30кОм для обеспечения защиты ПЭД по перегрузке. В случае перегрузки и значения сопротивления ниже порогового уровня отключение произойдет по обратозависимой кубической ампер-секундной характеристике в зависимости от кратности превышения выходного тока.

2.1.12.

```
> И с т о ч н и к   с и г н а л а
   Р   и з о л я ц и и
     1 2   И с т о ч н и к   Р и з о л
   *      А в т о
```

Источник сигнала для определения сопротивления изоляции. Если установлена ТМС с аналоговым выходом сопротивления изоляции системы ТМПН-погружной кабель-ПЭД, то значение данного параметра необходимо установить АН.ВХ. При этом используется дополнительный аналоговый вход 7 для ТМС. Для нормальной работы необходимо настроить тип аналогового входа и масштаб. В остальных случаях значение параметра должно быть «ПлГр» (режим измерения внутренними цепями СУ), при этом значение сопротивления будет измеряться с платы гасящих резисторов, к которой должен быть подключен «0» ТМПН. Если используется ТМС с возможностью измерения сопротивления изоляции, то в качестве значения необходимо установить «Цифр. ТМС». При некорректной установке параметра, например при установке параметра чтения режима цифровой ТМС без возможности измерения сопротивления изоляции в значении измеряемого параметра сопротивления изоляции будут выведены значения «#####», сигнализирующие об отсутствии данных для индикации, при этом защита по изоляции не обрабатывается. В режиме «Авто» источник сигнала устанавливается автоматически в зависимости от наличия и типа ТМС.

2.1.13.

```
> З а щ и т а   о т   н е в е р н о г о
   ч е р е д о в а н и я   ф а з
     1 3   З а щ   Ч е р е д   Ф а з
   *      В к л
```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации смены чередования фаз. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Вкл – защита включена, при наличии неверного чередования фаз пуск будет заблокирован;

2.1.14.

```
> У с т а в к а   ч е р е д о в а н и я
   ф а з
     1 4   Ч е р е д о в а н и е   ф а з
   *      А В С
```

Уставка чередования фаз питающего напряжения. Направление чередования фаз, при котором разрешается запуск СУ в работу. Значение определяется и контролируется только в режиме останова СУ.

## 2.1.15.

```
> У с т а в к а   м а к с и м а л ь н
   к о л и ч е с т в а   п у с к о в
   1 5   М а к с   К о л . П у с к .
   *       1 0
```

Уставка максимального количества ручных пусков за время, задаваемое параметром «Время обнуления счетчиков количества пусков». Определяет допустимое число пусков СУ за указанный промежуток времени. Если количество пусков превышает указанное значение, то все пуски блокируются.

## 2.1.16.

```
> В р е м я   о б н у л е н и я
   с ч е т ч . к о л - в а   п у с к о в
   1 6   О б н у л е н   П у с к о в
   *       3 0                               м и н
```

Время обнуления счетчика количества пусков. Предназначен для ограничения количества запусков ПЭД за определенный промежуток времени, задаваемый этим параметром. Количество разрешенных пусков за этот промежуток задается в параметре «Уставка максимального количества пусков».

## 2.1.17.

```
> К о н т р о л ь
   н а п р я ж е н и я
   1 7   К о н т р   н а п р я ж .
   *       В с е г д а
```

Если параметр имеет значение «Всегда», контроллер отключится при недопустимом отклонении напряжения питающей сети. Если параметр имеет значение «Перегрузка» контроллер отключится только в том случае, если отклонение приводит к недопустимой перегрузке по току.

## 2.1.18.

```
> Б л о к и р о в к а   д в е р и
   с и л о в о г о   о т с е к а   С У
   1 8   Б л о к   д в е р е й   С У
   *       В к л
```

Данный параметр определяет действия контроллера при открывании двери силового отсека СУ. Если значение параметра установлено «Вкл», то при открытии произойдет отключение СУ. В противном случае открытие дверей будет проигнорировано контроллером.

## 2.1.19

```
> К о н т р о л ь
   д и с к р е т о в   К В П
   1 9   к о н т р о л ь   К В П
   *       в к л
```

Параметр определяет необходимость контроля дискретных сигналов с клеммника внешних подключений. При значении «Откл» все команды дискретных сигналов с клеммника игнорируются.

## ➤ 2.2. ТОКОВЫЕ ЗАЩИТЫ

### 2.2.01.

>	З	а	щ	и	т	а	/	б	л	о	к	и	р	о	в	к	а	
	о	т	н	е	д	о	г	р	у	з	к	и		(	З	С	П	)
	0	1		З	а	щ	и	т	а		З	С	П					
*				А	П	В												

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации «недогрузка». Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим АПВ.

**Примечание.** Если разрешена работа для режима дегазации (параметр 4.8.1), то через 20 секунд после начала фиксации недогрузки активируется режим дегазации, во время работы которого фиксация аварии «недогрузка» прекращается. После выполнения заданного числа тактов дегазации контроль недогрузки возобновляется. Если загрузка не восстановится, то по истечении времени срабатывания (параметр 2.2.4) работа СУ будет остановлена.

### 2.2.02.

>	У	с	т	а	в	к	а	н	е	д	о	г	р	у	з	к	и
	0	2		У	с	т	а	в	к	а		З	С	П			
*				8	0												%

Уставка значения недогрузки ПЭД (защита от срыва подачи). Уставка, ниже которой начнется отсчет времени отключения, заданного параметром «Задержка срабатывания от недогрузки» подгруппы «Задержки при работе». По истечении этой задержки произойдет отключение ПЭД. Недогрузка определяется в процентах по активной составляющей выходного рабочего тока относительно активной составляющей номинального тока. Активная составляющая выходного рабочего тока определяется как произведение текущего минимального тока фазы СУ (ПЭД) на текущее значение коэффициента мощности. Активная составляющая номинального тока определяется как произведение номинального тока ПЭД на номинальный коэффициент мощности. Значение тока ПЭД вычисляется относительно выходного тока СУ с учетом значения отпайки ТМПН.

### 2.2.03.

>	З	а	д	е	р	ж	к	а	к	о	н	т	р	о	л	я
	н	е	д	о	г	р	у	з	к	и						
	0	3		З	а	д	е	р	ж	.	к	о	н	т	р	.
*				6	0											с

Задержка контроля защиты недогрузки сразу после пуска.

### 2.2.04.

>	З	а	д	е	р	ж	к	а	с	р	а	б	а	т	ы	в	.
	о	т	н	е	д	о	г	р	у	з	к	и		З	С	П	
	0	4		З	а	д	е	р	ж	к	а	о	т	к	л	.	
*				6	0											с	

Задержка срабатывания защиты недогрузки при работе СУ. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля недогрузки». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по недогрузке, если есть условия срабатывания защиты. Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 2.2.05.

```

> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
   н е д о г р у з к и
   0 5   З а д е р ж к а   А П В
   *    6 0                               м и н

```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты по недогрузке. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

## 2.2.06.

```

> У с т а в к а   к о л - в а   А П В
   з а щ и т   н е д о г р у з к и
   0 6   К о л и ч - в о   А П В
   *    5

```

Уставка максимального количества АПВ после недогрузки. При превышении количества пусков после срабатывания по этой защите следующий автоматический пуск будет блокирован.

## 2.2.07.

```

> П р о г р е с с и в н о е
   в р е м я   З С П
   0 7   П р о г р .   З С П
   *    Н е т

```

Параметр включает режим прогрессивного увеличения времени до АПВ при непрерывных остановках по аварии ЗСП. При этом время АПВ будет увеличиваться на значение параметра

## 2.2.08.

```

> Д е л ь т а   п р о г р е с с .
   в р е м е н и   З С П
   0 8   У в е л .   п р о г р .   З С П
   *    1 5                               м и н

```

Приращение времени, на которое увеличивается время ожидания АПВ после каждого останова по ЗСП.

## 2.2.09.

```

> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
   о т   п е р е г р у з к и   ( З П )
   0 9   З а щ и т а   З П
   *    А П В

```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации «перегрузка». Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 2.2.10.

```

> У с т а в к а   п е р е г р у з к и
   1 0   У с т а в к а   З П
   *    1 1 0                               %

```

Уставка перегрузки ПЭД. Перегрузка определяется в процентах по максимальному выходному полному рабочему току ПЭД любой фазы относительно номинального тока ПЭД. Значение

полного тока ПЭД вычисляется относительно полного выходного тока СУ с учетом значения отпайки ТМПН. Время отключения по защите рассчитывается по обратной ампер-секундной характеристике по кратности превышения номинального тока рабочим током и значению параметра «Задержка срабатывания от перегрузки ЗП» подгруппы «Задержки при работе». Например, если установлено значение 10 параметра «Задержка срабатывания от перегрузки ЗП» и имеем двукратное превышение рабочего тока, то отключение произойдет через 2,5с. При равенстве же номинального и рабочего токов отключение произойдет через 10с.

Во время работы функции «специальные алгоритмы работы СУ ЧР» время срабатывания защиты от перегрузки соответствует таблице 3.

2.2.11.

```
> З а д е р ж к а   к о н т р о л я
   п е р е г р у з к и
   1 1   З а д е р ж .   к о н т р .
   *     6 0                               с
```

Задержка контроля защиты перегрузки сразу после пуска.

2.2.12.

```
> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
   о т   п е р е г р у з к и   З П
   1 2   З а д е р ж к а   о т к л .
   *     6 0                               с
```

Задержка срабатывания защиты перегрузки при работе СУ. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля, токовые защиты». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по перегрузке, если есть условия срабатывания защиты. Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

2.2.13.

```
> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
   п е р е г р у з к и
   1 3   З а д е р ж к а   А П В
   *     6 0                               м и н
```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты по перегрузке. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

2.2.14.

```
> У с т а в к а   к о л - в а   А П В
   з а щ и т   п е р е г р у з к и
   1 4   К о л и ч - в о   А П В
   *     5
```

Уставка максимального количества АПВ после перегрузки. При превышении количества пусков после срабатывания по этой защите следующий автоматический пуск будет заблокирован.

2.2.15.

```
> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
   о т   д и с б   т о к о в
   1 5   З а щ и т а   д и с б   I
   *     Б л к
```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации дисбаланса токов. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

2.2.16.

```
> У с т а в к а   д и с б а л а н с а
   т о к о в
   1 6   У с т . Д и с б   т о к а
   *     2 0                               %
```

Уставка дисбаланса выходных рабочих токов СУ. Уставка, выше которой начнется отсчет времени отключения, заданного параметром «Задержка срабатывания от дисбаланса токов» подгруппы «Задержки при работе». По истечению этой задержки произойдет отключение ПЭД.

2.2.17.

```
> З а д е р ж к а   к о н т р о л я
   д и с б а л а н с а   т о к о в
   1 7   З а д е р ж .   к о н т р .
   *     6 0                               с
```

Задержка контроля защиты дисбаланса токов сразу после пуска.

2.2.18.

```
> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
   о т   д и с б а л а н с а   т о к о в
   1 8   З а д е р ж к а   о т к л .
   *     6 0                               с
```

Задержка срабатывания защиты от дисбаланса токов при работе СУ. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля, токовые защиты». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по дисбалансу токов, если есть условия срабатывания защиты. Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

2.2.19.

```
> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
   д и с б а л а н с а   т о к о в
   1 9   З а д е р ж к а   А П В
   *     6 0                               м и н
```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты по дисбалансу токов. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

2.2.20.

```
> У с т а в к а   к о л - в а   А П В
   д и с б а л а н с а   т о к о в
   2 0   К о л и ч - в о   А П В
   *     5
```

Уставка максимального количества АПВ после дисбаланса токов. При превышении количества пусков после срабатывания по этой защите следующий автоматический пуск будет заблокирован.

## 2.2.21.

```

> У с т а в к а   м а к с и м а л ь н
   т о к о в о й   з а щ и т ы
   2 1   У с т а в к а   М Т З
   *                               1 . 5

```

Уставка максимального тока защиты – быстродействующая защита при выходе вентильного электродвигателя из синхронизма (потеря синхронизации) – основное назначение - защита ВПЭД от слома вала.

## 2.2.22.

```

> К о н т р о л ь   с р ы в а   В Д
   п о   к о   с и   н   у   с   у
   2 2   З а щ .   п о   к о   с   и   н .
   *                               Д а

```

Уставка включает режим контроля потери синхронизации по величине косинуса ВПЭД. Данный режим защиты эффективен для высокооборотных ВПЭД малой мощности.

## 2.2.23.

```

> К о   с   и   н   у   с   с   р   ы   в   а
   с   и   н   х   р   о   н   и   з   а   ц   и   и
   2 3   К о   с   и   н   у   с   с   р   ы   в   а
   *                               0 . 4 5

```

Уставка задает минимальный косинус ВПЭД, ниже которого СУ отключится по защите МТЗ.

## 2.2.24.

```

>   З а   д е   р   ж   к   а   к   о   н   т   р   о   л   я
   к   о   с   и   н   у   с   а
   2 4   З а   д   К   о   н   т   р   К   о   с   и   н   у   с
   *                               5           с

```

Уставка включает режим контроля потери синхронизации по величине косинуса ВПЭД. Данный режим защиты эффективен для высокооборотных ВПЭД малой мощности.

## 2.2.25.

```

> И н   д   и   к   а   ц   и   я   п   р   и
   ф   и   к   с   а   ц   и   и   З   С   П
   2 5   Д о   п .   и   н   д .   З   С   П .
   *                               Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации снижения загрузки ниже уставки ЗСП. При фиксации отклонения параметра начинает мигать красный светодиод «Авария», а в журнале отклонений прописывается дата и время зафиксированного отклонения. Если авария пропала, красный светодиод «Авария» будет продолжать мигать до тех пор пока оператор СУ не нажмет кнопку «Ввод». При этом на экране панели оператора отобразится журнал отклонений.

## 2.2.26.

```

> И н   д   и   к   а   ц   и   я   п   р   и
   ф   и   к   с   а   ц   и   и   З   П
   2 6   Д о   п .   и   н   д .   З   П
   *                               Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации перегрузки.

## 2.2.27.

```

> И н д и к а ц и я   п р и
  ф и к с . д и с б а л . т о к о в
    2 7   Д о п . и н д . д и с б . I
  *
                                Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации дисбаланса токов.

### ➤ 2.3. ЗАЩИТЫ НАПРЯЖЕНИЙ

## 2.3.01.

```

> З а д е р ж к а   к о н т р о л я
  з а щ и т ы   н а п р я ж е н и й
    0 1   З а д е р ж .   к о н т р .
  *
    6 0
                                с

```

Задержка контроля защит по напряжениям сразу после пуска.

## 2.3.02.

```

> З а д е р ж к а   А П В
  з а щ и т   н а п р я ж е н и й
    0 2   З а д е р ж к а   А П В
  *
    0 0 0 : 5 9
                                м : с

```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты по питающему напряжению. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

## 2.3.03.

```

> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
  о т   н и з к о г о   U   ф а з ы
    0 3   З а щ и т а   н и з к . U
  *
    А П В

```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации пониженного напряжения питания. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 2.3.04.

```

> У с т а в к а   н и з к о г о
  н а п р я ж е н и я
    0 4   У с т а в к а   U м и н
  *
    8 0
                                %

```

Уставка низкого напряжения питания СУ. Уставка, ниже которой начнется отсчет времени отключения, заданного параметром «Задержка срабатывания от низкого напряжения» подгруппы «Задержки при работе». По истечению этой задержки произойдет отключение ПЭД. Значение уставки определяется в процентах относительно номинального напряжения питания СУ 380В.

## 2.3.05.

```

> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
   о т   н и з к о г о   н а п р я ж
   0 5   З а д е р ж к а   о т к л .
   *     6 0                               с

```

Задержка срабатывания защиты при низком напряжении питания при работе СУ. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля, защиты напряжения». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по низкому напряжению, если есть условия срабатывания защиты. Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 2.3.06.

```

> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
   о т   в ы с о к о г о   U   ф а з ы
   0 6   З а щ и т а   В ы с   U
   *     Б л к

```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации повышенного напряжения питания. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 2.3.07.

```

> У с т а в к а   в ы с о к о г о
   н а п р я ж е н и я
   0 7   У с т а в к а   U m a x
   *     1 2 5                               %

```

Уставка высокого напряжения питания СУ. Уставка, выше которой начнется отсчет времени отключения, заданного параметром «Задержка срабатывания от высокого напряжения» подгруппы «Задержки при работе». По истечению этой задержки произойдет отключение ПЭД. Значение уставки определяется в процентах относительно номинального напряжения питания СУ 380В.

## 2.3.08.

```

> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
   о т   в ы с о к о г о   н а п р я ж
   0 8   З а д е р ж к а   о т к л .
   *     6 0                               с

```

Задержка срабатывания защиты при высоком напряжении питания при работе СУ. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля, защиты напряжения». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по высокому напряжению, если есть условия срабатывания защиты. Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 2.3.09.

```

> У с т а в к а   к о л - в а   А П В
   о т к л о н е н и я   п и т а н и я
   0 9   К о л и ч - в о   А П В
   *     5

```

Уставка максимального количества АПВ после отклонения питания СУ. При превышении количества пусков после срабатывания по этой защите следующий автоматический пуск будет заблокирован.

## 2.3.10.

```
> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
   о т д и с б н а п р я ж е н и й
   1 0 З а щ и т а Д и с б U
   *   Б л к
```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации дисбаланса напряжений. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 2.3.11.

```
> У с т а в к а д и с б а л а н с а
   н а п р я ж е н и й
   1 1 У с т а в к а Д и с б U
   *   2 0 %
```

Уставка дисбаланса входных напряжений питания СУ. Уставка, выше которой начнется отсчет времени отключения, заданного параметром «Задержка срабатывания от дисбаланса напряжений» подгруппы «Задержки при работе». По истечению этой задержки произойдет отключение ПЭД.

## 2.3.12.

```
> З а д е р ж к а с р а б а т ы в .
   о т д и с б . н а п р я ж е н и й
   1 2 З а д е р ж к а о т к л .
   *   6 0 с
```

Задержка срабатывания защиты при дисбалансе напряжения питания при работе СУ. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля, защиты напряжения». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по дисбалансу напряжения, если есть условия срабатывания защиты. Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 2.3.13.

```
> У с т а в к а к о л - в а А П В
   д и с б а л а н с а н а п р я ж .
   1 3 К о л и ч - в о А П В
   *   5
```

Уставка максимального количества АПВ после дисбаланса напряжения. При превышении количества пусков после срабатывания по этой защите следующий автоматический пуск будет заблокирован.

## 2.3.14.

```
> И н д и к а ц и я п р и
   ф и к с а ц и и U m i n
   1 4 Д о п . и н д . U m i n
   *   Д а
```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации пониженного напряжения питания.

## 2.3.15.

```

> И н д и к а ц и я   п р и
  ф и к с а ц и и   У т а Х
    1 5   Д о п . и н д . У т а х
  *                               Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации повышенного напряжения питания.

## 2.3.16.

```

> И н д и к а ц и я   п р и
  ф и к с а ц и и   д и с б . U
    1 6   Д о п . и н д . д и с б . U
  *                               Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации дисбаланса напряжения.

## ➤ 2.4. ЗАЩИТЫ ТМС

## 2.4.01.

```

> В н е ш н и е
  Т М С
    0 1   В н е ш н и е   Т М С
  *       Н е т

```

Уставка определяет наличие внешних устройств СУ, таких как ТМС. При работе без ТМС в качестве значения параметра необходимо установить «Нет», при этом защиты ТМС не обрабатываются.

## 2.4.02.

```

> Т и п   п о д к л ю ч е н н о й
  Т М С
    0 2
  *       Э т а л о н

```

Параметр определяет тип подключенной ТМС. Возможные значения параметра:

- 1) Аналоговая – используется ТМС с подключением по аналоговым входам. Для корректного отображения данных необходимо установить тип входов, характеристику входов, а также масштаб;
- 2) ИРЗ или ИРЗ высокоточная – ТМС производства ОАО «Ижевский радиозавод», подключается по интерфейсу RS-232 или RS-485;
- 3) Электон2, Электон3 или Электон авт. – ТМС производства ЗАО «Электон», подключается по интерфейсу RS-485;
- 4) СПТv1 или СПТv2 - ТМС производства ЗАО «Борец», подключается по интерфейсу RS-232 или RS-485;
- 5) Эталон или ЭталонМ – ТМС собственного производства ООО «НПО»Эталон», подключается по интерфейсу RS-485;
- 6) Шлюмберже – ТМС производства Schlumberger, подключается по интерфейсу RS-485;
- 7) Новомет или Новомет высокоточная – ТМС производства ГК «Новомет», подключается по интерфейсу RS-485;
- 8) Phoenix – ТМС производства компании ESP, подключается по интерфейсу RS-485;
- 9) Склад-2002 – ТМС производства БелНИПИнефть, подключается по интерфейсу RS-232;

- 10) Орион - ТМС производства ООО «Орион», подключается по интерфейсу RS-232 или RS-485;
- 11) Sentinel – ТМС производства Baker Hughes, подключается по интерфейсу RS-485;
- 12) PICr V2 – ТМС производства Schlumberger, подключается по интерфейсу RS-485;
- 13) «WoodGroup» — блок системы погружной телеметрии Smartguard производства «Woodgroup»;
- 14) ТРИОЛ – ТМС производства НПО «Вертикаль», подключается по интерфейсу RS-485;
- 15) Алмаз или Алмаз высокоточная ТМС производства ООО «Алмаз», подключается по интерфейсу RS-485;
- 16) ТМС любого производителя, поддерживающая протокол «Transfer».
- 17) WellLift – ТМС производства Baker Hughes, подключается по интерфейсу RS-485;
- 18) Zenith – ТМС производства Zenith Oilfield Technology, подключается по интерфейсу RS-485.

При работе с цифровыми ТМС при отсутствии связи с наземным блоком ТМС в измеряемых параметрах будет отображаться «#####», означающее отсутствие корректных данных. При этом защиты ТМС не обрабатываются.

## 2.4.03.

```
> М о d b u s - а д р е с
Т М С Н
  0 3 А д р е с Т М С Н
*   6 8
```

Параметр отображается в меню только при работе с ТМС «Transfer». Задается modbus-адрес наземного блока (ТМСН). Адрес по умолчанию - 68

## 2.4.04.

```
> С к о р о с т ь о б м е н а
д а н н ы м и с Т М С П
  0 4 С к о р о с т ь п е р е д .
*   1 9 2 0 0
```

Параметр отображается в меню только при работе с ТМС «Transfer». Задается скорость обмена данными с ТМСН. По умолчанию – 19200 бод.

## 2.4.05.

```
> В р е м я и з м е р е н и я
Р и з О л я ц и и
  0 5 В р е м я Р и з о л .
*   2 . 0 с
```

Параметр отображается в меню только при работе с ТМС «Transfer». Задается время измерения сопротивления изоляции. По умолчанию – 2 с.

## 2.4.06.

```
> В р е м я о т к а з а с в я з и
с Т М С П
  0 6 О т к а з С в я з и Т М С П
*   1 0 м и н
```

Параметр отображается в меню только при работе с ТМС «Transfer». Задается время, через которое ТМСН начинает фиксировать аварию «Отказ связи с ТМСП» при отсутствии обмена между ТМСН и ТМСП. По умолчанию – 10 мин.

## 2.4.07.

```

> В р е м я   с б р о с а   п и т а н .
  Т М С П
    0 7   В р е м я   с б р . п и т .
  *     1 0   с

```

Параметр отображается в меню только при работе с ТМС «Transfer». Задается интервал времени, на которое ТМСН снимает питание с ТМСП для сброса ТМСП. По умолчанию – 10 с.

## 2.4.08.

```

> С б р о с   п и т а н и я   .
  Т М С П
    0 8   С б р о с   п и т а н и я
  *     1 0   с

```

Параметр отображается в меню только при работе с ТМС «Transfer». Команда на принудительный сброс питания ТМСП.

## 2.4.09.

```

> И с т о ч н и к   с и г н а л а
  Р   и   з   о   л   я   ц   и   и
    0 9   И с т о ч н и к   Р и з о л
  *     А в т о

```

Источник сигнала для определения сопротивления изоляции. Если установлена ТМС с аналоговым выходом сопротивления изоляции системы ТМПН-ПЭД, то значение данного параметра необходимо установить АН.ВХ. При этом используется дополнительный аналоговый вход 7 для ТМС. Для нормальной работы необходимо настроить тип аналогового входа и масштаб. В остальных случаях значение параметра должно быть «ПлГр» (режим измерения внутренними цепями СУ), при этом значение сопротивления будет измеряться с платы гасящих резисторов, к которой должен быть подключен «0» ТМПН. Если используется ТМС с возможностью измерения сопротивления изоляции, то в качестве значения необходимо установить «Цифр. ТМС». При некорректной установке параметра, например при установке параметра чтения режима цифровой ТМС без возможности измерения сопротивления изоляции в значении измеряемого параметра сопротивления изоляции будут выведены значения «#####», сигнализирующие об отсутствии данных для индикации, при этом защита по изоляции не обрабатывается. В режиме «Авто» источник сигнала устанавливается автоматически.

## 2.4.10.

```

> И н т е р ф е й с
  п о д к л ю ч е н и я   Т М С
    1 0   И н т е р ф е й с
  *     R S - 4 8 5

```

Параметр определяет интерфейс связи с ТМС, доступны для выбора два значения RS-485 или RS-232. Определяется типом установленной ТМС. Подробнее см. параметр 2.4.02.

## 2.4.11.

```

> В ы  с  о  к  о  т  о  ч  н  а  я
  Т М С
    1 1   Т о ч  н  а  я   Т М С
  *     Д а

```

Параметр определяет разрядность при отображении данных с ТМС. При подключении соответствующего погружного датчика с разрешением 0,01 необходимо выставить значение параметра «ДА» для корректного отображения всех разрядов получаемых с ТМС данных.

## 2.4.12.

```
> Е д и н и ц ы   о т о б р а ж е н и  Я
    д а в л е н и  я
    1 2   Е д и н и ц ы   д а в л е н .
    *     а т
```

Параметр задает единицы измерения давления для ТМС.

## 2.4.13.

```
> Е д и н и ц ы   о т о б р а ж е н и  Я
    в и б р а ц и  и
    1 3   Е д и н и ц ы   в и б р а ц .
    *     м / с 2
```

Параметр задает единицы измерения вибрации для ТМС.

## 2.4.14.

```
> У с т а в к а   к о л - в а   А П В
    д л я   Т М С
    1 4   К о л и ч - в о   А П В
    *     5
```

Уставка максимального количества АПВ после любой из защит ТМС, кроме защиты от потери связи с ТМС. При превышении количества указанных пусков после срабатывания любой защиты ТМС следующий автоматический пуск будет заблокирован.

## 2.4.15.

```
> З а д е р ж к а   к о н т р о л  я
    д л я   Т М С
    1 5   З а д е р ж .   к о н т р .
    *     6 0           с
```

Задержка контроля защит для ТМС сразу после пуска.

## 2.4.16.

```
> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
    о т   н и з к   Р   н а   п р и е м е
    1 6   З а щ и т а   Н и з   Р н а с
    *     Б л к
```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации низкого давления на приеме насоса. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 2.4.17.

```
> У с т а в к а   м и н   д а в л
    н а   п р и е м е   н а с о с а
    1 7   У с т а в к а   Р м и н
    *     1 5 0 , 0           М П а
```

Уставка минимального давления на приеме насоса, ниже которого начнется отсчет времени отключения, заданного параметром «Задержка срабатывания от низкого Р насоса». По истечении этой задержки произойдет отключение ПЭД.

## 2.4.18.

```

> У с т а в к а н о м д а в л
  н а п р и е м е н а с о с а
    1 8   У с т а в к а   Р н о м
  *     2 5 0 , 0           М П а

```

Уставка номинального давления на приеме насоса, при котором будет возможно автоматическое включение ПЭД, отключенного защитой по низкому давлению на приеме насоса.

## 2.4.19.

```

> Ж д а т ь   н о р м а л и з а ц и и
  д а в л е н и я ?
    1 9   Ж д а т ь   н о р м а л ?
  *     Н е т

```

Параметр определяет режим АПВ по низкому давлению на приеме. В случае установленного параметра в значение «Да» после выдержки времени АПВ, заданного в параметре «Задержка АПВ после низкого Р насоса приеме» контроллер будет ждать нормализации давления до уровня «Уставка ном. Давления на приеме насоса». В случае значения «Нет» контроллер произведет автоматический пуск, если давление выше значения уставки «Уставка мин. Давления на приеме насоса».

## 2.4.20.

```

> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
  о т   н и з к о г о   Р   н а   с
    2 0   З а д е р ж к а   о т к л .
  *     6 0                               с

```

Задержка срабатывания защиты при низком давлении на приеме насоса при работе СУ. Режим возможен только при подключенной ТМС. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля для ТМС». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по низкому давлению на приеме насоса, если есть условия срабатывания защиты. Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 2.4.21.

```

> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
  н и з к о г о   Р   н а   п р и е м е
    2 1   З а д е р ж к а   А П В
  *     6 0                               м и н

```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты от низкого значения давления на приеме насоса. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

## 2.4.22.

```

> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
  о т   в ы с о к   t   П Э Д
    2 2   З а щ и т а   t   м а к с
  *     Б л к

```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации высокой температуры ПЭД. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 2.4.23.

```

> У с т а в к а   м а к с .   т е м п
   о б м о т к и   П Э Д
   2 3   У с т а в к а   Т м а к с
   *     1 2 0                               Г р

```

Уставка максимальной температуры обмотки ПЭД, выше которой начнется отсчет времени отключения, заданного параметром «Задержка срабатывания от высокой Тобм ПЭД». По истечении этой задержки произойдет отключение ПЭД.

## 2.4.24.

```

> У с т а в к а   н о м   т е м п
   о б м о т к и   П Э Д
   2 4   У с т а в к а   Т н о м
   *     7 0                               Г р

```

Уставка номинального температуры обмотки двигателя насоса, при котором будет возможно автоматическое включение ПЭД, отключенного защитой по высокой температуре обмотки ПЭД.

## 2.4.25

```

> Ж д а т ь   н о р м а л и з а ц и и
   т е м п е р а т у р ы ?
   2 5   Ж д а т ь   н о р м а л ?
   *     Н е т

```

Параметр определяет режим АПВ по высокой температуре ПЭД. В случае установленного параметра в значение «Да» после выдержки времени АПВ, заданного в параметре «Задержка АПВ после высокой t ПЭД» контроллер будет ждать нормализации температуры до уровня «Уставка ном. температуры обмотки ПЭД». В случае значения «Нет» контроллер произведет автоматический пуск, если температура ниже значения уставки «Уставка макс. температуры обмотки ПЭД».

## 2.4.26.

```

> З а д е р ж к а   с р а б .   о т
   в ы с о к о й   t о б м   П Э Д
   2 6   З а д е р ж к а   о т к л .
   *     6 0                               с

```

Задержка срабатывания защиты при высокой температуре обмотки ПЭД при работе СУ. Режим возможен только при подключенной ТМС. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля для ТМС». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по высокой температуре обмотки ПЭД, если есть условия срабатывания защиты.

Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 2.4.27.

```

> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
   в ы с о к о й   t о б м   П Э Д
   2 7   З а д е р ж к а   А П В
   *     6 0                               м и н

```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты при высокой температуре обмоток ПЭД. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

## 2.4.28.

```

> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
   о т в и б р а ц и и
   2 8   К о н т р .   в и б р а ц и и
   *     Б л к

```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации недогрузки. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 2.4.29.

```

> У с т а в к а   м а к с .
   в и б р а ц и и   П Э Д
   2 9   У с т а в .   т а х   В и б р
   *     1 0 , 0                               м /с 2

```

Уставка максимальной вибрации насосной установки, выше которой начнется отсчет времени отключения, заданного параметром «Задержка срабатывания от вибрации ПЭД» подгруппы «Задержки при работе». По истечении этой задержки произойдет отключение ПЭД.

## 2.4.30.

```

> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
   о т в и б р а ц и и   П Э Д
   3 0   З а д е р ж к а   о т к л .
   *     6 0                               с

```

Задержка срабатывания защиты при высокой вибрации ПЭД при работе СУ. Режим возможен только при подключенной ТМС. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля для ТМС». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по высокой вибрации ПЭД, если есть условия срабатывания защиты.

Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 2.4.31.

```

> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
   в ы с о к о й   в и б р а ц и и
   3 1   З а д е р ж к а   А П В
   *     6 0                               м и н

```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты при высокой вибрации ПЭД. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

## 2.4.32.

```

> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
   п р и   о т к а з е   с в я з и
   3 2   О т к а з   с в я з и
   *     А П В

```

Если включена защита при отказе связи с ТМС (параметр 2.4.32), то при потере связи работа СУ будет остановлена через интервал времени, заданный параметром 2.4.33. Если разрешено АПВ по данной защите, то после восстановления связи и окончания времени ожидания (параметр 2.4.34) будет произведен автоматический повторный запуск СУ в работу.

## 2.4.33.

```
> З а е р ж к а   с р а б .
   п р и   о т к а з е   с в я з и
   3 3   З а е р ж к а   о т к л
   *     1 0                               м и н
```

Задержка срабатывания защиты при отказе связи с ТМС при работе СУ. По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по аварии «Нет связи с ТМС», если фиксируется отсутствие связи между ТМСП и ТМСН, либо ТМСН и контроллером СУ.

Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 2.4.34.

```
> З а е р ж к а   А П В   п о с л е
   в о с т а н о в л е н и я   с в я з и
   3 4   З а е р ж к а   А П В
   *     6 0                               м и н
```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты при отсутствии связи с ТМС. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если связь с ТМС восстановилась и не превышено количество АПВ по данной защите.

## 2.4.35

```
> З а щ и т а   о т   в ы с о к о г о
   т о к а   у т е ч к и
   3 5   З а щ .   т о к   у т е ч к и
   *     В к л
```

Параметр активирует защиту от высокого тока утечки. Защита работает при подключенных системах ТМС: «Phoenix», «WellLift» и «Zenith».

## 2.4.36.

```
> М а к с и м а л ь н ы й
   т о к   у т е ч к и
   3 6   М А X   т о к   у т е ч к и
   *     2 0 , 0                               м А
```

Порог срабатывания защиты при превышении тока утечки. После срабатывания защиты работа СУ блокируется. Дальнейшая работа СУ возможна только после ручной или дистанционной деблокировки.

## 2.4.37.

```
> В е р с и я   к а р т ы
   Т М С   Z e n i t h
   3 7   К а р т а   Z e n i t h
   *     1
```

Параметр позволяет выбрать одну из двух карт Modbus-регистров ТМС Zenith.

## 2.4.38.

```
> И н д и к а ц и я   п р и
   ф и к с а ц и и   Р m i n
   3 8   Д о п .   и н д .   Р m i n
   *                               Д а
```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации низкого давления на приеме насоса.

## 2.4.39.

```

> И н д и к а ц и я   п р и
  ф и к с .   t m a x   П Э Д
    3 9   Д о п . и н д . t m a x
  *
                                Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации высокой температуры обмотки ПЭД.

## 2.4.40.

```

> И н д и к а ц и я   п р и
  ф и к с .   m a x   в и б р .
    4 0   Д о п . и н д . В и б р
  *
                                Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации высокой вибрации ПЭД.

## 2.4.41.

```

> И н д и к а ц и я   п р и
  о т с у т . с в я з и   с   Т М С
    4 1   Д о п . и н д . С в я з ь
  *
                                Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации потери связи с системой ТМС.

## ➤ 2.5. Турбинное вращение

## 2.5.1.

```

> К о н т р о л ь
  т у р б и н н о г о   В р а щ е н и я
    0 1   К о н т р   Т у р б   в р а щ
  *
    В к л

```

Параметр определяет необходимость контроля частоты турбинного вращения на выходе СУ.

Допустимые значения:

- 1) Откл – защита не контролируется;
- 2) Вкл – контролируется турбинное вращение в соответствии с уставкой параметра;
- 3) Подхв – включается режим подхвата и плавного останова турбинного вращения двигателя;

## 2.5.2.

```

> У с т а в к а   ч а с т о т ы
  т у р б и н н о г о   в р а щ е н и я
    0 2   У с т   F   Т у р б .   в р .
  *
    5
                                Г ц

```

Параметр определяет величину частоты турбинного вращения, ниже которой возможен плавный пуск СУ.

## 2.5.3.

```

> У с т а в к а   ч а с т о т ы
  п о д х в а т а   т у р б .   в р а щ .
    0 3   У с т   F   п о д х в а т а
  *
    3 5
                                Г ц

```

Параметр определяет величину частоты турбинного вращения, ниже которой разрешен автоматический подхват вала ПЭД.

## 2.5.4.

```
> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
   п о   п о д х в а т у
   0 4   А П В   П о д х в а т
   *     А П В
```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации при работе подхвата турбинного вращения. Возможные значения параметра:

- 1) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 2) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 2.5.5.

```
> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
   п о д х в а т а
   0 5   З а д е р ж к а   А П В
   *     6 0                       м и н
```

Параметр определяет время задержки для повторного запуска после возникновения защиты при работе подхвата турбинного вращения.

## 2.5.6.

```
> У с т а в к а   к о л - в а   А П В
   п о   п о д х в а т у
   0 6   К о л и ч - в о   А П В
   *     3
```

Уставка количества разрешенных повторных пусков при неудачном подхвате турбинного вращения. При превышении количества разрешенных АПВ контроллер блокируется.

## 2.5.7.

```
> К о э ф ф и ц и е н т   U
   п о   п о д х в а т у
   0 7   К _ U   п о д х в
   *     0 . 4
```

Уставка определяет коэффициент уменьшения выходного напряжения при подхвате турбинного вращения. Значение по умолчанию 0.4.

## ➤ 2.6. Другие защиты ПЭД

## 2.6.01.

```
> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
   п о   с и г н а л у   А н   В х 0
   0 1   З а щ и т а   А н   В х 0
   *     О т к л
```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации превышения значения на аналоговом входе 0. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 2.6.02.

```
> У с т а в к а   м а к с   з н а ч
   с и г н а л а   н а   А н   В х 0
   0 2   У с т . т а х   А н   В х 0
   *     9 9 9 , 9
```

Уставка максимального значения аналогового входа 0. Уставка, выше которой начнется отсчет времени отключения, заданного параметром «Задержка срабатывания от сигнала аналогового входа 0» подгруппы «Задержки при работе». По истечении этой задержки произойдет отключение ПЭД.

## 2.6.03.

```
> З а д е р ж к а   к о н т р о л я
   А н а л о г о в ы й   В х 0
   0 3   З а д е р ж .   к о н т р .
   *     6 0                               с
```

Задержка контроля защиты по аналоговому входу 0 сразу после пуска.

## 2.6.04.

```
> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
   о т   с и г н а л а   А н   В х 0
   0 4   З а д е р ж к а   о т к л .
   *     6 0                               с
```

Задержка срабатывания защиты по сигналу аналогового входа 0 при работе СУ. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля аналоговый вход 0». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по сигналу аналогового входа 0, если есть условия срабатывания защиты. Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала

## 2.6.05.

```
> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
   з а щ и т   А н   В х 0
   0 5   З а д е р ж к а   А П В
   *     6 0                               м и н
```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты превышения сигнала на аналоговом входе 0. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

## 2.6.06.

```
> У с т а в к а   к о л - в а   А П В
   з а щ и т   А н   В х 0
   0 6   К о л и ч - в о   А П В
   *     5
```

Уставка максимального количества АПВ по аналоговому входу 0. При превышении количества пусков после срабатывания по этой защите следующий автоматический пуск будет заблокирован.

## 2.6.07.

```
> З а щ и т а   п о   с и г н а л у
   к о н т .   м а н о м е т р а
   0 7   З а щ и т а   Э К М
   *     В к л
```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации наличия сигнала контактного манометра. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Вкл – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;

## 2.6.08.

```

> З а д е р ж к а   к о н т р о л я
   к о н т .   м а н о м е т р а
   0 8   З а д е р ж .   к о н т р .
   *     6 0                               с

```

Задержка контроля защиты по сигналу контактного манометра сразу после пуска.

## 2.6.09.

```

> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
   о т   к о н т .   м а н о м е т р а
   0 9   З а д е р ж к а   о т к л .
   *     6 0                               с

```

Задержка срабатывания защиты по сигналу контактного манометра при работе СУ. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «задержка контроля контактного манометра». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ по сигналу контактного манометра, если есть условия срабатывания защиты. Если условие срабатывания защиты пропадают, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 2.6.10.

```

> И н д и к а ц и я   п р и
   ф и к с .   т а х   А н   В х 0
   1 0   Д о п .   и н д .   А н   В х 0
   *                               Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации выхода за допустимые пределы сигнала на аналоговом входе 0.

## 2.6.11.

```

> И н д и к а ц и я   п р и
   ф и к с .   с р а б а т .   Э К М
   1 1   Д о п .   и н д .   Э К М
   *                               Д а

```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации кратковременного срабатывания ЭКМ.

## ➤ 2.7. Другие АПВ после защит

## 2.7.01.

```

> З а д е р ж к а   р а з н о в р е м .
   п у с к а
   0 1   З а д е р ж .   в к л .   С У
   *     0 0 5 : 3 0                               м : с

```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты при пропадании напряжения питания в работе СУ. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ.

В случае, если любая причина, вызвавшая аварийный останов, исчезнет позже чем истечет штатное время АПВ по данной защите, то СУ запустится в работу через время равное задержке одновременного пуска.

### ➤ 3. Номиналы

3.01.

```
> Т и п С У
    0 1 Т и п С У
                                В е н т и л ь
```

Выбор типа СУ «Вентиляная» или «Асинхронная». Задает алгоритм управления подключенным ПЭД.

3.02.

```
> Н а п р я ж е н и е
    о т п а й к и Т М П Н
    0 2 О т п а й к а Т М П Н
    * 2 0 0 0 В
```

Напряжение отпайки ТМПН. Является основой для перерасчета токов во вторичную цепь ТМПН. Для получения реальных показаний выходного тока СУ при использовании без трансформатора ТМПН необходимо установить значение параметра 380.

3.03.

```
> Н о м и н а л ь н о е н а п р я ж .
    п и т а н и я С У
    0 3 У н о м и н а л ь н . С У
    * 3 8 0 В
```

Номинальное напряжение питания СУ. Служит отправной точкой для защит по напряжению, относительно которой рассчитывается величина срабатывания защиты по высокому и низкому напряжению.

3.04.

```
> Т и п В П Э Д
    0 4 Т и п В П Э Д
    * П В Э Д Н 1 4 - 8 1 - 5 3 0 - 6
```

Тип погружного вентиляционного электродвигателя. Параметр позволяет выбрать тип электродвигателя из списка - данные с шильдика ВПЭД.

3.05.

```
> Н о м и н а л ь н ы й
    т о к П Э Д
    0 5 Н о м и н Т о к П Э Д
    * 1 0 0 . 0 А
```

Номинальный ток ПЭД. Данные с шильдика двигателя ПЭД. Этот параметр является исходным для расчета недогрузки, перегрузки и загрузки ПЭД.

3.06.

```
> Н о м и н а л ь н а я
    м о щ н о с т ь П Э Д
    0 6 Н о м . м о щ н . П Э Д
    * 6 3 . 0 к В т
```

Номинальная мощность ПЭД. Данные с шильдика ПЭД.

3.07.

```

> Н о м и н а л ь н ы й   к о э ф ф .
   м о щ н о с т и   П Э Д
     0 7   Н о м и н   К м о щ н
   *     0 . 9 0

```

Номинальный коэффициент мощности двигателя ПЭД. Данный параметр является исходным для расчета недогрузки.

3.08.

```

> П р о и з в о д и т е л ь н о с т ь
   Э Ц Н
     0 8   П р о и з в о д и т е л ь н
   *     1 0 0 0

```

Справочные данные насоса ЭЦН.

3.09.

```

> Н а п о р   Э Ц Н
     0 9   Н а п о р
   *     2 0 0 0   м

```

Справочные данные, напор ЭЦН.

3.10.

```

> Г л у б и н а
   п о д в е с а   Э Ц Н
     1 0   П о д в е с
   *     2 0 0 0   м

```

Справочные данные, глубина подвеса ЭЦН. Изменение параметра влияет на расчет отпайки ТМПН.

3.11.

```

> Т е м п е р а т у р а
   п л а с т а
     1 1   Т п л а с т а
   *     1 0 0   Г р

```

Справочные данные, температура пласта. Изменение параметра влияет на расчет отпайки ТМПН.

3.12.

```

> С е ч е н и е   ж и л ы
   п о г р у ж н о г о   к а б е л я
     1 2   S   к а б е л я
   *           1 6   м м 2

```

Справочные данные, сечение жилы погружного кабеля. Изменение параметра влияет на расчет отпайки ТМПН.

3.13.

```

> Н о м и н а л ь н о е
   н а п р я ж е н и е   П Э Д
     1 3   U _ н о м . п э д
   *           1 3 8 0   В

```

Справочные данные, номинальное напряжение ПЭД. Изменение параметра влияет на расчет отпайки ТМПН.

3.14.

>	П	р	е	д	л	а	г	а	е	м	а	я
	р	а	с	ч	е	т	н	а	я	о	т	п
	а	й	к	а								
	1	4	П	р	е	д	л	.	о	т	п	а
	*		1	6	4	0						В

Предлагаемое расчетное значение отпайки ТМПН для режима ЧР.

$$U_{отп} = \frac{380}{U_{нит.}} \times \frac{F_{баз}}{F_{пред}} \times U_{номПЭД} \times 1,08 \times 1,15 + dU \times \frac{L_{подв} + 100}{1000}$$

$$dU = \sqrt{3} \times I_{номПЭД} \times 0,85 \times \frac{18,4}{S_{ж.кабеля} \times (1 + 0,004 \times (t_{плата} - 20))}$$

Для режима ВД требуется увеличить значение расчетной отпайки до достижения точки VF5 (параметр 4.5.11) напряжения 80-85%. (примерно: расчетная +20...25% её значения)

Помимо номинальных параметров из группы «3. Номиналы» на расчет влияет базовое значение параметров «Базовая частота» и «Базовое напряжение».

3.15.

>	Н	о	м	и	н	а	л	ь	н	ы	й
	т	о	к		С	У					
	1	5	Н	о	м	и	н	.	т	о	к
	*		6	3	0	.	0				А

Номинальный ток СУ.

3.16.

>	К	о	л	и	ч	е	с	т	в	о	п	а
	р	о	л	ю	с	о	в	П	Э	Д		
	1	6	К	о	л	-	в	о	п	а	р	п
	*		2									

Количество пар полюсов ПЭД.

3.17.

>	И	н	д	у	к	т	и	в	н	о	с	т
	р	е	а	к	т	о	р	а				
	1	7	L	р	е	а	к	т	о	р	а	
			6	5							и	Г
												н

Индуктивность выходного реактора СУ.

## ➤ 4. Параметры ЧРП

### ➤ 4.1. Управление частотой

Параметры данного подменю можно изменять без остановки УЭЦН.

4.1.01.

>	Р	а	б	о	ч	а	я
	ч	а	с	т	о	т	а
	0	1	Ф	в	ы	х	о
	*		5	0	.	0	0
							Г
							ц

Параметр задает рабочую выходную рабочую частоту, на которую выйдет преобразователь после запуска СУ в ручном режиме регулирования частоты.

## 4.1.02.

```

> В е р х н я я   г р а н и ц а
   ч а с т о т ы
   0 2   Ф в ы х о д н а я   м а к с
   *     8 0 . 0 0           Г ц

```

Параметр задает ограничение выходной частоты сверху как в ручном, так и автоматическом режимах регулирования.

## 4.1.03.

```

> В е р х н я я   ч а с т о т а
   з а щ и т а / б л о к и р о в к а
   0 3   Ф м а к с .   з а щ и т а
   *     О т к л

```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации – работа на верхней границе частоты. Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим АПВ.

## 4.1.04.

```

> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
   в е р х н я я   ч а с т о т а
   0 4   З а д е р ж к а   о т к л .
   *     6 0           с

```

Задержка срабатывания защиты при достижении выходной частотой СУ значения верхней границы частоты. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «Задержка контроля защит частоты». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ. Если условие срабатывания защиты пропадает до истечения задержки, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 4.1.05.

```

> Н и ж н я я   г р а н и ц а
   ч а с т о т ы
   0 5   Ф в ы х о д н а я   м и н
   *     4 0 . 0 0           Г ц

```

Параметр задает ограничение выходной частоты снизу как в ручном, так и автоматическом режимах регулирования.

## 4.1.06.

```

> Н и ж н я я   ч а с т о т а
   з а щ и т а / б л о к и р о в к а
   0 6   Ф м и н .   з а щ и т а
   *     О т к л

```

Уставка определяет действия контроллера при возникновении аварийной ситуации – работа на нижней границе частоты, либо работа на частотах ниже нижней границы частоты (например, когда функция «Токоограничение» не позволяет разогнать СУ до нижней границы частоты). Возможные значения параметра:

- 1) Откл – защита отключена;
- 2) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокировано;
- 3) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим АПВ.

## 4.1.07.

```

> З а д е р ж к а   с р а б а т ы в .
   н и ж н я я   ч а с т о т а
     0 7   З а д е р ж к а   о т к л .
   *      6 0                               с

```

Задержка срабатывания защиты при работе СУ на частоте равной, либо ниже нижней границы частоты. Отсчет задержки начинается после истечения времени, заданного в параметре «Задержка контроля защит частоты». По истечении времени данной задержки произойдет отключение СУ. Если условие срабатывания защиты пропадает до истечения задержки, то при следующем возникновении аварийной ситуации отсчет времени начинается сначала.

## 4.1.08.

```

> З а д е р ж к а   к о н т р о л я
   з а щ и т   ч а с т о т ы
     0 8   З а д е р ж .   к о н т р .
   *      6 0                               с

```

Задержка контроля защиты от выхода рабочей частоты СУ из интервала разрешенных частот сразу после пуска.

## 4.1.09.

```

> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
   з а щ и т   ч а с т о т ы
     0 9   З а д е р ж к а   А П В
   *      6 0                               м и н

```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты от выхода рабочей частоты СУ из интервала разрешенных частот. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

## 4.1.10.

```

> У с т а в к а   к о л - в а   А П В
   з а щ и т   ч а с т о т ы
     1 0   К о л и ч - в о   А П В
   *      3

```

Уставка максимального количества АПВ после срабатывания защиты от выхода рабочей частоты СУ из интервала разрешенных частот. При превышении количества пусков после срабатывания по этой защите следующий автоматический пуск будет заблокирован.

## 4.1.11.

```

> В р е м я   р а з г о н а
     1 1   В р е м я   у в е л и ч . F
   *      1 0 , 0                               с

```

Параметр задает время увеличения частоты в различных режимах регулирования. Параметр определяет время разгона от нуля до значения базовой частоты. При любом виде регулирования скорость будет определяться значением данного параметра, если не оговорено иное.

## 4.1.12.

```

> В р е м я   т о р м о ж е н и я
     1 2   В р е м я   у м е н ь ш   F
   *      2 0 , 0                               с

```

Параметр задает время снижения частоты в различных режимах регулирования. Параметр определяет время торможения от значения базовой частоты до нуля. Это необходимо учитывать при установке значений номинальной частоты значительно ниже верхней границы частоты. При любом виде регулирования скорость будет ограничена значением данного параметра.

## 4.1.13.

```
> И н д и к а ц и я   п р и
   ф и к с а ц и и   F m a x
   1 3   Д о п . и н д . F m a x
   *                               Д а
```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации достижения выходной частотой СУ значения параметра «F выходная max» в режиме ПИД-регулирования.

## 4.1.14.

```
> И н д и к а ц и я   п р и
   ф и к с а ц и и   F m i n
   1 4   Д о п . и н д . F m i n
   *                               Д а
```

Уставка включает режим дополнительной индикации при фиксации достижения выходной частотой СУ значения параметра «F выходная min» в режиме ПИД-регулирования.

## ➤ 4.2. Режимы Пуск/Останов

## 4.2.01.

```
> Н а п р а в л е н и е
   в р а щ е н и я
   0 1   В р а щ е н и е
   *     П р я м о е
```

Параметр задает направление вращения электродвигателя, подключенного к выходу СУ при наблюдении подключения фазировки.

## 4.2.02.

```
> О с т а н о в   м о т о р а
   в ы б е г о м
   0 2   О с т а н о в   в ы б е г о м
   *     Н е т
```

Параметр определяет режим останова двигателя. Если в качестве значения параметра установлено «НЕТ», то останов произойдет с помощью преобразователя с темпом, задаваемым уставкой «Скорость снижения выходной частоты». Иначе останов будет происходить выбегом.

## 4.2.03.

```
> Х а р а к т е р и с т и к а
   в ы х .   н а п р я ж е н и я
   0 3   Х а р - к а   U в ы х
   *     Л и н
```

Параметр задает вид характеристики выходной зависимости напряжение-частота:

- «Линейный» - пропорциональная линейная зависимость выходного напряжения от частоты;
- «Квадратичная» - квадратичная зависимость выходного напряжения от частоты;
- «Обратноквадратичная» - обратноквадратичная зависимость выходного напряжения от частоты;

- «По точкам» - произвольная зависимость выходного напряжения от частоты, выстроенная по точка VF1...VF5 заданным в параметре 4.4.01...4.4.10;

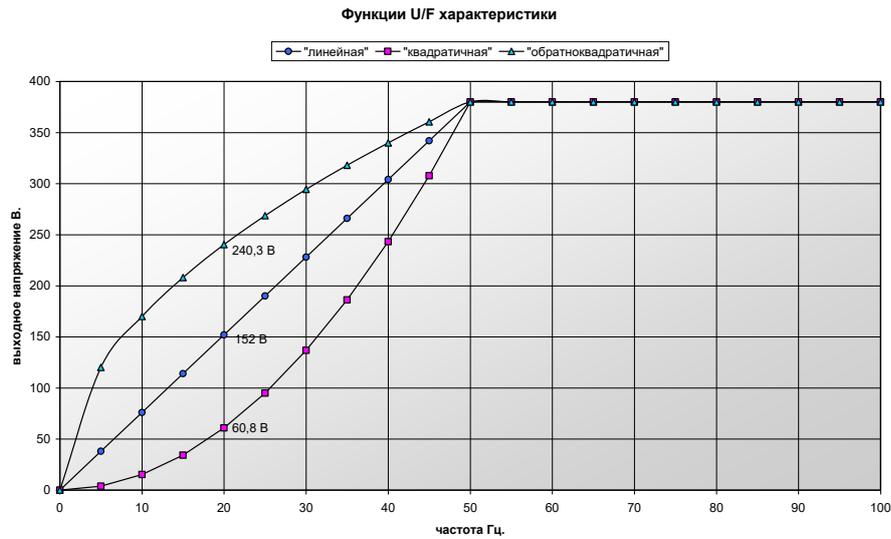


Рис. 16. Виды характеристик выходной зависимости напряжение-частота.

4.2.04.

```

> Б а з о в о е
  н а п р я ж е н и е
    0 4 Б а з о в о е н а п р я ж .
    *   3 8 0 В
    
```

Параметр задает максимальное выходное рабочее напряжение инвертора при значении выходной частоты, равной базовой частоте. Эта точка будет определять максимальное напряжение, до которого будет происходить нарастание напряжения по заданной характеристике с ростом частоты. Выше заданной точки напряжение меняться не будет (Рис 18).

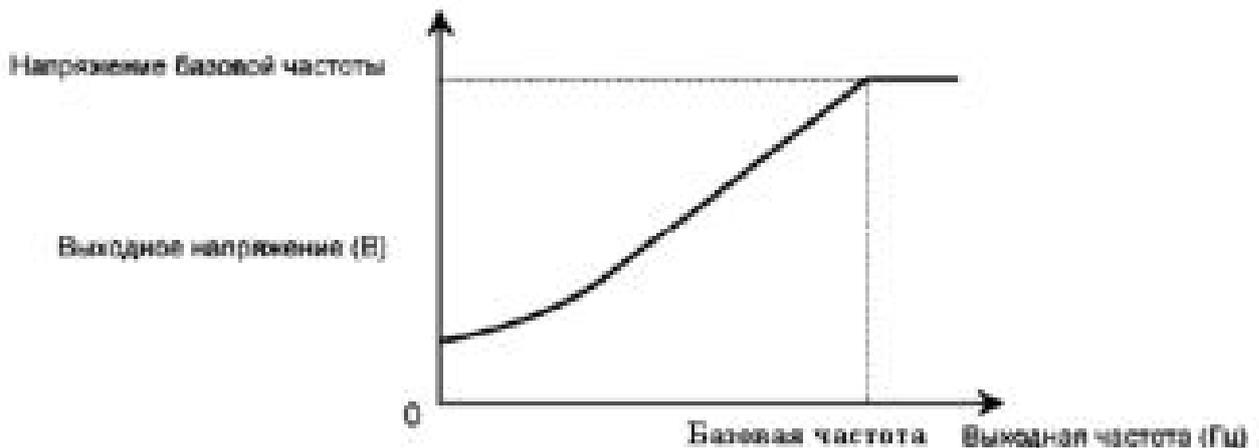


Рис. 17. Ограничение роста выходного напряжения базовой частотой.

Все изменения параметров U-F характеристики вступают в действие без необходимости останова СУ.

## 4.2.05.

```

> Б а з о в а я   ч а с т о т а
      0 5   Б а з о в а я   ч а с т .
      *   5 0 . 0           Г ц

```

Параметр задает максимальную выходную рабочую частоту инвертора, до которой будет происходить нарастание по заданной характеристике с постоянным моментом.

Пример. Для увеличения производительности насоса необходимо поднять его рабочую частоту, однако, если номинальная частота двигателя 50Гц, то в режиме подъема частоты без изменения выходного напряжения возможно падение момента на валу двигателя, соответственно снижение производительности. При этом необходимо установить следующие значения параметров:

При установке линейной характеристики нарастания, базового напряжения 380В и базовой частоты 60Гц при номинальной частоте 50Гц будет установлено по характеристике выходное напряжение:

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{F_{\text{ном}} \cdot U_{\text{баз}}}{F_{\text{баз}}} = \frac{50 \cdot 380}{60} = 317\text{В}$$

Теперь необходимо задать отпайку ТМПН с учетом данного напряжения 317В. При увеличении выходной частоты выше 50Гц будет производиться увеличение выходного напряжения вместе с выходной частотой до значения 380В при 60Гц, что исключит падение момента на повышенных частотах\*.

\* **Примечание.** При этом используется нерегламентированный режим работы двигателя на повышенных частотах.

## 4.2.06

```

> П р е д е л ь н а я   р а б о ч а я
   ч а с т о т а
      0 6   П р е д .   ч а с т о т а   Ч Р П
                        5 0 . 0   Г ц

```

Предельное значение рабочей частоты ВПЭД. Базовый параметр, используется при расчетах характеристики  $u/f$ . Для асинхронного ПЭД рекомендуемое значение 60.0Гц, для вентильного – максимальная рабочая частота ВПЭД (например, 100Гц или 200Гц, зависит от типа ВПЭД).

## 4.3. Вентильный привод

**Внимание!** Алгоритм управления вентильным приводом максимально адаптирован для простой настройки и быстрого запуска в работу, но качество управления работой вентильного ЭД зависит от корректности настроек и квалификации оператора.

Пожалуйста, внимательно изучите «Инструкцию по настройке вентильного привода Эталон» приведенную в приложении 10. При возникновении проблем или вопросов по запуску и эксплуатации вентильного ЭД необходимо обращаться к представителям сервисной службы НПО Эталон.

## 4.3.01.

```

> Т и п   р е г у л я т о р а
   р а б о т ы   В Д
      0 1   Т и п   р е г у л я т о р а
                М и н и м а л ь н ы й   т о к

```

Параметр задает модель управления работой вентильного двигателя. Параметр может принимать следующие значения:

- «Угол» - режим управления ВПЭД, при котором осуществляется поддержание заданного угла отставания поля ротора двигателя от поля статора;
- «Минимальный ток» - режим управления ВПЭД, при котором осуществляется поддержание минимального тока  $I_{dq}$ ;
- «U/F» - режим управления ВПЭД, по жестко заданной зависимости выходного напряжения от выходной частоты;

## 4.3.02.

```
> К о э ф ф и ц и е н т
   м о щ н о с т и
   0 2 К м о щ н о с т и
   ! 0 , 9 9
```

Коэффициент мощности нагрузки на выходе СУ. Определяется отношением активной к полной мощности на выходе СУ.

## 4.3.03.

```
> Т е к у щ и й к о э ф ф .
   р е г у л . х а р - к и
   0 3 Т е к . к о э ф ф .
   0 . 9 7
```

Нередактируемый параметр, показывает текущий коэффициент регулирования алгоритма управления ВПЭД. При нормальной работе текущее значение должно быть около 1.00. Отклонение вниз до 1-НПР, где НПР-нижний предел регулирования, говорит о высокой отпайке. Отклонение вверх до 1+ ВПР, где ВПР –верхний предел регулирования, говорит о недостаточной отпайке.

## 4.3.04.

```
> С м е щ е н и е у г л а
   0 4 С м е щ е н и е у г л а
   3 4 0
```

Параметр задает значение угла отставания поля ротора от поля статора, которое поддерживает СУ при управлении ВПЭД.

## 4.3.05.

```
> К о э ф ф и ц и е н т
   д е м п ф и р о в а н и я
   0 5 К о э ф ф . д е м п ф м р .
   0 . 0 1
```

Коэффициент, используется в алгоритме подавления резонанса тока. По умолчанию значение коэффициента – 0.00.

## 4.3.06.

```
> Т е к у щ е е з н а ч е н и е
   к о м п о н . I d f
   0 6 З н а ч е н и е I d f
   0 . 1
```

## 4.3.07.

```
> Н и ж н и й п р е д е л
   р е г у л и р о в а н и я
   0 7 Н и ж н . п р е д . р е г .
   1 5
```

Параметр определяет максимальный процент изменения выходного напряжения в процессе регулирования cos  $\Phi$  относительно заданного по характеристике значения. Типовое значение ориентировочно 15. При работе с холостым ВПЭД возможно уменьшение данного параметра до 5.

## 4.3.08.

```
> В е р х н и й   п р е д е л
   р е г у л и р о в а н и я
   0 8   В е р х . п р е д . р е г .
                                     1 5
```

Параметр определяет максимальный процент изменения выходного напряжения в процессе регулирования cos  $\Phi$  относительно заданного по характеристике значения. Типовое значение ориентировочно 15. При работе с холостым ВПЭД возможно уменьшение данного параметра до 5.

## 4.3.09.

```
> К о м п е н с а ц и о н н ы й
   п р е д е л   р е г у л и р .
   0 9   К П Р
                                     2 5 %
```

Максимальная добавка к верхнему пределу регулирования. Служит для компенсации недостаточного напряжения на ВПЭД.

## 4.3.10.

```
> К о э ф ф и ц и е н т   н о р м и р
   х а р а к т е р и с т и к и
   1 0   К о э ф   г у л я т о р
                                     0 5 %
```

Коэффициент нормирования характеристики - нормирующий коэффициент для компенсации потерь напряжения в трансформаторе ТМПН при работе на высоких частотах питания ВПЭД (более 300Гц).

## 4.3.11.

```
> С т а р т о в ы й   т о к
   в   р е ж и м е   м и н . т о к
   1 1   С т а р т о в ы й   т о к
                                     1 . 5 0
```

Данная уставка задает добавочный момент двигателю в начале пуска (в режиме регулирования «по углу»). Если при пуске наблюдается срабатывание МТЗ, то необходимо уменьшить уставку «Стартовый ток».

## 4.3.12.

```
> Н а ч а л ь н ы й   у г о л
   в   р е ж и м е   м и н . т о к
   1 2   С т а р т о в ы й   у г о л
                                     8 0
```

## 4.3.13.

```
> К о э ф ф и ц и е н т
   а к т и в н о г о   т о к а
   1 3   К о э ф ф . а к т . т о к а
                                     5 . 0   %
```

## 4.3.14.

```
> П у с к о в а я   ч а с т о т а
  В П Э Д
  1 4   П у с к . ч а с т . В П Э Д
                               4 . 0           Г ц
```

Пусковая частота ВПЭД. Базовое значение 2.0Гц.

## 4.3.15.

```
> Н о м и н а л ь н ы е   о б о р о т ы
  П Э Д
  1 5   Н о м . о б . П Э Д
                               3 0 0 0 о б / м и н
```

Значение номинальных оборотов подключаемого ВПЭД.

## 4.3.16

```
> К о л и ч е с т в о   п а р
  п о л ю с о в
  1 6   К о л - в о   п о л ю с о в
                               4   ш т
```

Количество пар полюсов подключаемого к СУ ВПЭД. Обязательный параметр для корректной работы СУ.

## 4.17.

```
> И н д у к т и в н о с т ь
  о б м о т к и   В П Э Д
  1 7   И н д у к т .   В П Э Д
                               2 0   м л Г н
```

Индуктивность обмотки ВПЭД. Параметр используется в модели алгоритма управления ВПЭД. Зависит от типа применяемого ВПЭД.

## 4.3.18.

```
> А к т и в н о е
  с о п р о т и в л е н и е
  1 8   А к т . с о п р .   В П Э Д
                               1 5 0 0 м л О м
```

Активное сопротивление обмотки ВПЭД. Параметр используется в модели алгоритма управления ВПЭД. Зависит от типа применяемого ВПЭД.

## 4.3.19.

```
> М а к с и м а л ь н ы й   у г о л
  д е л ь т а
  1 9   М а к с . у г о л   р о т о р а
                               1 0 0           Г р
```

Уставка задания максимального отклонения поля ротора для режима регулирования «по углу».

## 4.3.20.

```

> Текущий угол
  положен . ротора
  2 0 Тек . угол
                                9 4          г р

```

Нередактируемый параметр, показывает текущий угол отставания поля ротора для вентильного режима управления СУ.

## 4.3.21.

```

> Пропорциональный
  коэфф . регулиров .
  2 1 Проп . коэфф .
                                0 . 0 3

```

Пропорциональный коэффициент регулирования угла положения ротора.

## 4.3.22.

```

> Интегральный
  коэфф . регулиров .
  2 2 Интегр . коэфф .
                                0 . 0 0 7

```

Интегральный коэффициент регулирования угла положения ротора.

## 4.3.23.

```

> Текущее значение
  ПИ Регулятора
  2 3 ПИ Регулятор
                                9 7 3 1

```

Текущее значение ПИ регулятора. Служебный параметр для контроля вычислителя.

## 4.3.24.

```

> Пусковой Коэфф - ент
  2 4 Пуск Коэфф
                                1 . 5

```

Пусковой коэффициент - коэффициент для изменения пускового момента ВПЭД в режиме регулятора «по минимальному току».

## 4.3.25.

```

> Индуктивность
  реактора
  2 6 L реактора
                                2 5          и Г н

```

Индуктивность выходного реактора СУ.

## 4.3.26.

```

> Коэффициент
  токоограничения
  2 6 Токоогранич .
                                0 1

```

Коэффициент токоограничения на пусковой частоте.

## 4.3.27.

```

> В р е м я   п у с к а   В Д
    2 7   В р е м я   П у с к а
                3 с е к

```

Время пуска ВД. Определяет время работы на пусковой частоте.

**4.4. Автооптимизация по току\***

\* Примечание. Группа параметров не доступна в вентильном режиме (СУ ЧР ВД).

## 4.4.01.

```

> А в т о о п т и м и з а ц и я
    п о   т о   к у
    0 1   А в т о о п т и м и з а ц .
    *     О т к л

```

Данный параметр включает режим автоматической оптимизации по потребляемому ПЭД току или потребляемой мощности СУ. При этом происходит автоматическое изменение выходного напряжения в большую и меньшую сторону относительно заданного номинала для поиска минимального тока или потребляемой мощности.

## 4.4.02.

```

> Д е л ь т а   н а п р я ж .
    о п т и м и з а ц и и
    0 2   Д е л ь т а   U
    *     2 0                               В

```

Параметр задает отклонение напряжения в большую и меньшую сторону относительно номинального значения, в пределах которого будет происходить поиск минимального тока ПЭД.

## 4.4.03.

```

> Ш а г   и з м е н е н и я
    н а п р я ж е н и я   з а   1 м и н
    0 3   Ш а г   н а п р я ж е н и я
    *     5                               В

```

Параметр задает скорость изменения выходного напряжения при автооптимизации. По истечении времени 1 мин происходит изменение напряжения на указанное количество вольт на выходе СУ.

## 4.4.04.

```

> П е р и о д
    о п т и м и з а ц и и
    0 4   П е р и о д   о п т и м и з .
    *     5 0                               ч

```

Параметр задает интервал времени для повторения алгоритма автооптимизации. Автооптимизация по току будет происходить каждый раз по истечении этого времени.

## 4.4.05.

```

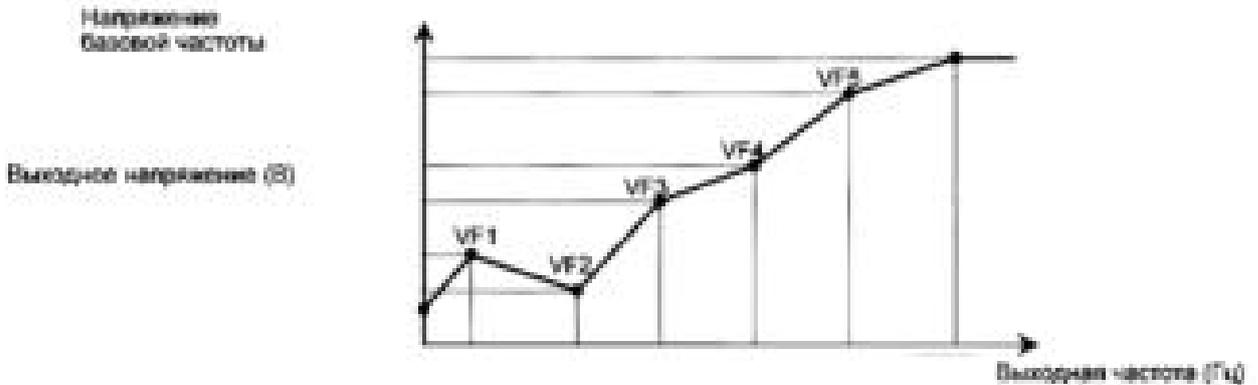
> З а д е р ж к а   з а п у с к а
    о п т и м и з а ц и и
    0 5   З а д е р ж . о п т и м и з .
    *     5                               м и н

```

Параметр задает интервал времени для задержки запуска алгоритма сразу после пуска. Этот интервал времени будет выдержан всего 1 раз, после первого запуска СУ.

➤ 4.5. Настройка характеристики

Данная группа параметров позволяет построить пользовательскую характеристику изменения напряжения при изменении частоты. Активация способа построения U-F характеристики «По точкам» производится в параметре 4.2.03. Характеристика выстраивается по пяти точкам:



Примечание: Не устанавливайте вручную подъем момента свыше 5%. Излишний подъем момента может ухудшить линейность кривой между точками.

Рис. 18. Построение выходной зависимости напряжение-частота по пяти точкам.

4.5.01.

```
> П о л у ч е н н ы е
  Т о ч к и   х а р - к и
    0 1     Р а с ч е т   т о ч е к
*         1 0                               Г ц
```

Параметр показывает правильность расчета характеристики в режиме ВД. Имеет информационный характер. Расшифровка значений:

- 1) В норме – Характеристика рассчитана правильно
- 2) Ошибка – Ошибка расчета, правильная работа ВПЭД невозможна.
- 3) Точка 5 – Поскольку рекомендуемое значение напряжения точки 5 составляет 80-85%, выход за границы напряжения точки 5 характеристики индицируется значением «Точка 5». Рекомендуется откорректировать характеристику.

4.5.01.

```
> Ч а с т о т а
  Т о ч к и   V F 1
    0 2     Ч а с т о т а   V F 1
*         1 0                               Г ц
```

Параметр определяет первую точку частоты пользовательской характеристики VF.

4.5.02.

```
> Н а п р я ж е н и е
  т о ч к и   V F 1
    0 3     Н а п р я ж .   V F 1
*         1 0 . 0 0                               %
```

Параметр определяет первую точку напряжения пользовательской характеристики VF. Точка определяется в процентах относительно значения параметра «Базовое напряжение». Остальные 4 точки настраиваются аналогично.

## 4.5.12.

```

> В ы п р я м и т ь
   х а р а к т е р и с т и к у   ?
   1 2   В ы п р . х а р - к у ?
   *     Н е т

```

Параметр позволяет выпрямить характеристику от нуля до заданной конечной точки. Для выпрямления необходимо задать конечные точки VF5 характеристики и установить значение параметра «Да».

➤ **4.6. Программное изменение частоты**

## 4.6.01.

```

> В ы в о д   н а   р е ж и м
   ( п р о г р .   и з м е н .   F )
   0 1   В ы в о д   н а   р е ж и м
   *     О т к л

```

Параметр включает режим программного изменения выходной частоты в пределах от значения параметра «Начальное значение частоты» до значения параметра «Конечное значение частоты» со скоростью, определяемой параметрами (4.5.02) и (4.5.03). Применяется для вывода на режим скважины. При этом возможны следующие значения параметра:

- 1) Откл – режим отключен:
- 2) Однокр. – однократное изменение (вверх или вниз) частоты без останова СУ. При этом после окончания изменения частоты, конечное значение переписывается в параметр «Рабочая частота» (4.1.01) и далее режим отключается, СУ продолжит работу на этой частоте. Для включения режима необходимо установить значение конечной частоты выше рабочей частоты для поднятия, либо ниже рабочей частоты для снижения, после чего включить режим.
- 3) Постоянн. – изменение выходной частоты со скоростью, определяемой параметрам (4.6.02) и (4.6.03), при каждом запуске СУ от значения частоты параметра (4.6.04) до значения частоты параметра (4.6.05).

## 4.6.02.

```

> Ш а г о в а я   з а д е р ж к а
   п о р е г л а м е н т у
   0 2   З а д е р ж .   р е г л .
   *     7 2 0 0                               с

```

Параметр задает интервал времени по регламенту нефтяной компании, через который произойдет изменение частоты на величину параметра 4.5.03

## 4.6.03.

```

> Ш а г   ч а с т о т ы
   п о р е г л а м е н т у
   0 3   Ш а г   п о р е г л .
   *     0 . 1                               Г ц

```

Параметр задает шаг частоты по регламенту нефтяной компании при программном изменении частоты.

## 4.6.04.

```

> Н а ч а л ь н о е   з н а ч е н и е
   ч а с т о т ы
   0 4   Н а ч а л ь н .   ч а с т .
   *     4 8 . 0 0                               Г ц

```

Параметр задает начальную частоту для алгоритма программного изменения частоты при выводе на режим скважины. После запуска СУ разгоняется до начального значения частоты со штатным темпом разгона, после чего начинается программное изменение частоты с темпом, указанным в параметре (4.6.02) и параметре (4.6.03).

4.6.05.

```
> К о н е ч н о е   з н а ч е н и е
   ч а с т о т ы
   0 5   К о н е ч н .   ч а с т .
   *     5 0 . 0 0                               Г ц
```

Параметр задает конечное значение частоты для алгоритма программного изменения частоты. Значение может быть как выше, так и ниже начального значения, либо рабочей частоты.

4.6.06.

```
> З С П   в ы  в о д а
   н а   р е ж и м
   0 6   З С П   в ы в . н а   р е ж
   *     3 0                               %
```

Параметр задает уставку ЗСП при выводе на режим скважины. Данная уставка действует ТОЛЬКО на момент вывода на режим скважины, после окончания вывода автоматически вступает в действие основная уставка ЗСП. При необходимости можно отключить действие этой уставки и использовать основную уставку ЗСП при выводе на режим.

4.6.07.

```
> И с п о л ь з о в а т ь   З С П
   в ы в о д а   н а   р е ж и м ?
   0 7   И с п о л ь з .   З С П ?
   *     Д а
```

Параметр определяет, какую из уставок ЗСП будет использовать контроллер при выводе на режим. При значении «ДА» будет использована уставка (4.6.06), при значении «НЕТ» будет использована основная уставка ЗСП.

## ➤ 4.7. ПИД-Регулятор

4.7.01.

```
> А в т о м а т и ч е с к и й
   р е ж и м   р е г у л и р о в а н и я
   0 1   А в т о м а т и ч   р е ж и м
   *     Р у ч
```

Данный параметр определяет режим регулирования выходной частотой:

- «Ручной» - выходная частота после плавного разгона будет соответствовать параметру «Рабочая частота»;
- «Аналоговый» - управление выходной частотой с помощью дополнительного аналогового входа 0. Для корректной работы необходимо настроить ПИД-регулятор;
- «Давление» - режим стабилизации давления на приеме насоса. Режим возможен только при работе с системой ТМС. Для корректной работы необходимо настроить ПИД-регулятор;
- «Ток» - режим стабилизации выходного тока с помощью частоты. Для корректной работы необходимо настроить ПИД-регулятор;

**Примечание.** В автоматическом режиме регулирования при пуске СУ будет происходить нерегулируемый выход на номинальную частоту со скоростью увеличения выходной частоты. После чего начинается процесс регулирования частоты. Необходимо настроить параметр «Номинальная частота» на ориентировочное ожидаемое значение частоты

**регулирования. В режиме стабилизации тока необходимо установить значение номинальной частоты равной уставке минимальной частоты.**

## 4.7.02.

```
> С т а б и л и з и р у е м о е
   з н а ч е н и е
   0 2 С т а б з н а ч е н и е
   *   9 9 9 9
```

Стабилизируемое значение, к которому будет стремиться регулятор в автоматическом режиме регулирования.

## 4.7.03.

```
> К о э ф ф и ц и е н т
   п р о п о р ц . П И Д
   0 3 К о э ф ф П р П И Д
   *   1 , 0 0
```

Величина пропорциональной составляющей регулирования сигнала управления (пропорциональный коэффициент  $K_p$ ). Чем больше данный коэффициент, тем больше изменение выходной частоты на выходе СУ при увеличении сигнала ошибки. Слишком большая величина может привести к перерегулированию и колебаниям регулируемой величины относительно установленного значения.

## 4.7.04.

```
> К о э ф ф и ц и е н т
   и н т е г р а л ь н ы й П И Д
   0 4 К о э ф ф И н П И Д
   *   1 , 0 0
```

Уставка задает величину интегральной составляющей контура регулирования сигнала управления (интегральный коэффициент  $K_i$ ), выраженный в секундах. Эта величина способствует сведению к нулю усредненного значения сигнала ошибки относительно установленного значения и определяет время реакции системы на изменение сигнала ошибки. Если параметр установлен в ноль, то интегральная составляющая контура блокируется и не влияет на функцию регулирования.

## 4.7.05.

```
> К о э ф ф и ц и е н т
   д и ф ф е р е н ц . П И Д
   0 5 К о э ф ф Д и П И Д
   *   1 , 0 0
```

Уставка задает величину дифференциальной составляющей контура регулирования сигнала управления (дифференциальный коэффициент  $K_d$ ), выраженный в секундах. Эта величина влияет на изменение выходной частоты в зависимости от скорости изменения сигнала ошибки. Чем быстрее изменяется параметр, тем больше должны быть значения пропорциональной и интегральной составляющих, тем выше вероятность возникновения перерегулирования в системе. Дифференциальная составляющая помогает добиться устойчивого демпфирования колебаний поддерживаемого параметра.

Слишком малое значение дифференциальной составляющей приводит к выбросу при скачкообразном изменении поддерживаемого параметра, слишком большое – к увеличению времени реакции системы на изменение сигнала ошибки. Если параметр установлен в ноль, то пропорциональная составляющая контура блокируется и не влияет на функцию регулирования.

## 4.7.06.

```
> Х а р а к т е р и с т и к а
  П И Д
    0 6   Х а р - к а   П И Д
  *     П р я м
```

Параметр определяет тип характеристики ПИД. Если значение параметра установлено «Прямая», то увеличение рассогласования входного напряжения относительно стабилизируемого значения приведет к увеличению выходного значения регулируемого сигнала, «Обратная» приведет к снижению выходного значения.

## 4.7.07.

```
> К о э ф ф и ц и е н т ы
  п о у м о л ч а н и ю
    0 7   К о э ф ф . п о у м о л
  *     Н е т
```

Параметр позволяет установить усредненные значения коэффициентов регулятора ПИД для работы в том или ином режиме. Для сброса коэффициентов по умолчанию произведите настройку желаемого режима работы ПИД в параметре 4.6.01, затем установите 4.6.07 в значение «Да».

## ➤ 4.8. Токоограничение

## 4.8.01

```
> Р е ж и м
  т о к о о г р а н и ч е н и я
    0 1   Т о к о о г р а н и ч е н и е
  *     Б л к
```

Параметр включает/отключает режим токоограничения, а так же необходимость отключения СУ при активном режиме токоограничения, когда выходная частота падает до значения нижней границы частоты (4.1.05). При значении «Откл» режим токоограничения отключен. При значении «Блок» - режим токоограничения включен, отключение без повторного включения. «АПВ» - режим токоограничения включен, отключение с автоматическим повторным включением.

## 4.8.02

```
> П о р о г
  т о к о о г р а н и ч е н и я
    0 2   П о р о г   т о к о о г р .
  *     2 2 . 0           А
```

Параметр задает величину ограничения тока, при превышении которого начинает ограничиваться выходная частота для предотвращения перегруза. Как правило, устанавливается значение на 2-4А ниже, чем номинальный рабочий ток ПЭД. Режим требуется для корректной работы алгоритма дегазации.

## 4.8.03

```
> З а д е р ж к а
  о т к л ю ч е н и я
    0 3   З а д е р ж к а   о т к л .
  *     1 0                   с
```

Параметр задает уставку задержки отключения СУ при активной функции токоограничения, когда режим ограничивает выходную частоту до значения нижней границы частоты (4.1.05).

## 4.8.04

```
> С р е д н и й   т о к   П Э Д
      0 4   Т о к   П Э Д
      !     2 2 . 0                               А
```

Текущий средний ток ПЭД.

## ➤ 4.9. Дегазация

## 4.9.01.

```
> Р е ж и м
   д е г а з а ц и и
      0 1   Д е г а з а ц и я
      *     О т к л
```

Параметр разрешает алгоритм дегазации насоса. Если в работе при активной защите ЗСП происходит падение загрузки ниже порога ЗСП и счетчик отсчета времени срабатывания защиты ЗСП более 10 сек, то автоматически включается режим дегазации. Во время режима дегазации происходит снижение выходной частоты до значения параметра «Нижняя частота дегазации» (4.6.03), а затем подъем частоты до значения параметра «Верхняя частота дегазации» (4.6.02). Время работы на верхней или нижней частоте дегазации определяет параметр (4.6.05). После завершения такта дегазации (последовательной смены частот: нижняя частота дегазации, верхняя частота дегазации) происходит возврат к рабочей частоте для проверки восстановления загрузки. При отсутствии загрузки повторяется очередной такт дегазации. Если после выполнения такта дегазации загрузка восстановилась, то алгоритм выключается и СУ продолжает работу на рабочей частоте, в противном случае, если загрузка не восстанавливается, то по истечении разрешенного количества тактов (параметр 4.9.04) происходит штатный останов по ЗСП. На время работы алгоритма дегазации защита ЗСП блокируется.

**Внимание.** Для предотвращения перегруза при подъеме частоты в работе алгоритма дегазации должен быть обязательно включен и настроен режим токоограничения.

## 4.9.02.

```
> В е р х н я я   ч а с т о т а
   д е г а з а ц и и
      0 2   Ф д е г а з . в е р х н я я
      *     5 7 . 0 0                               Г ц
```

Параметр определяет верхнюю разрешенную границу для увеличения частоты в режиме дегазации.

## 4.9.03.

```
> Н и ж н я я   ч а с т о т а
   д е г а з а ц и и
      0 3   Ф д е г а з .   н и ж н я я
      *     4 0 . 0 0                               Г ц
```

Параметр определяет нижнюю разрешенную границу для снижения частоты в режиме дегазации.

## 4.9.04.

```

> З а д а н и е   т а к т о в
   д е г а з а ц и и
   0 4   З а д а н и е   т а к т о в
   *     3

```

Параметр определяет количество разрешенных тактов дегазации, после выполнения которых, при условии текущей загрузки меньше уставки ЗСП произойдет отключение по недогрузке.

## 4.9.05.

```

> В р е м я   р а б о т ы   н а
   ч а с т о т е   д е г а з а ц и и
   0 5   З а д .   в р е м .   F д е г .
   *     2 0                               с

```

Параметр определяет время работы на верхней и нижней частоте дегазации.

### ➤ 4.10. Вид пуска

## 4.10.01.

```

> В и д   п у с к а
   0 1   В и д   п у с к а
   *     П л а в н

```

Параметр определяет вид пуска ПЭД. Данный алгоритм будет выполняться при каждом запуске СУ. Доступны значения:

- «Плавный» - плавный разгон ПЭД по заданной зависимости напряжение-частота (линейной, квадратичной, обратноквадратичной), при котором выходное напряжение стартует с 0 и плавно нарастает до заданного уставкой значения.
- «Толчковый» - режим расклинивания насосной установки, при котором на заданной частоте (частоте толчка) происходит скачкообразный рост момента с последующим снижением до номинального значения. После завершения заданного числа циклов изменения момента происходит плавный разгон ПЭД по заданной зависимости напряжение-частота до рабочей частоты. Режим не доступен в вентильном режиме (СУ ЧР ВД).
- «Раскачка» - режим расклинивания насосной установки, при котором чередуются направления выходного вращения «прямое» и «обратное». После завершения заданного числа циклов изменения направления вращения происходит плавный разгон ПЭД по заданной зависимости напряжение-частота до рабочей частоты. Режим не доступен в вентильном режиме (СУ ЧР ВД).
- «Синхронизация» - плавный разгон ПЭД, при котором СУ на некоторое время приостанавливает набор частоты, достигнув частоты синхронизации (4.10.09). СУ работает на частоте синхронизации в течение интервала времени, задаваемого параметром «Время синхронизации» (4.10.10), после чего разгон продолжается до рабочей частоты.

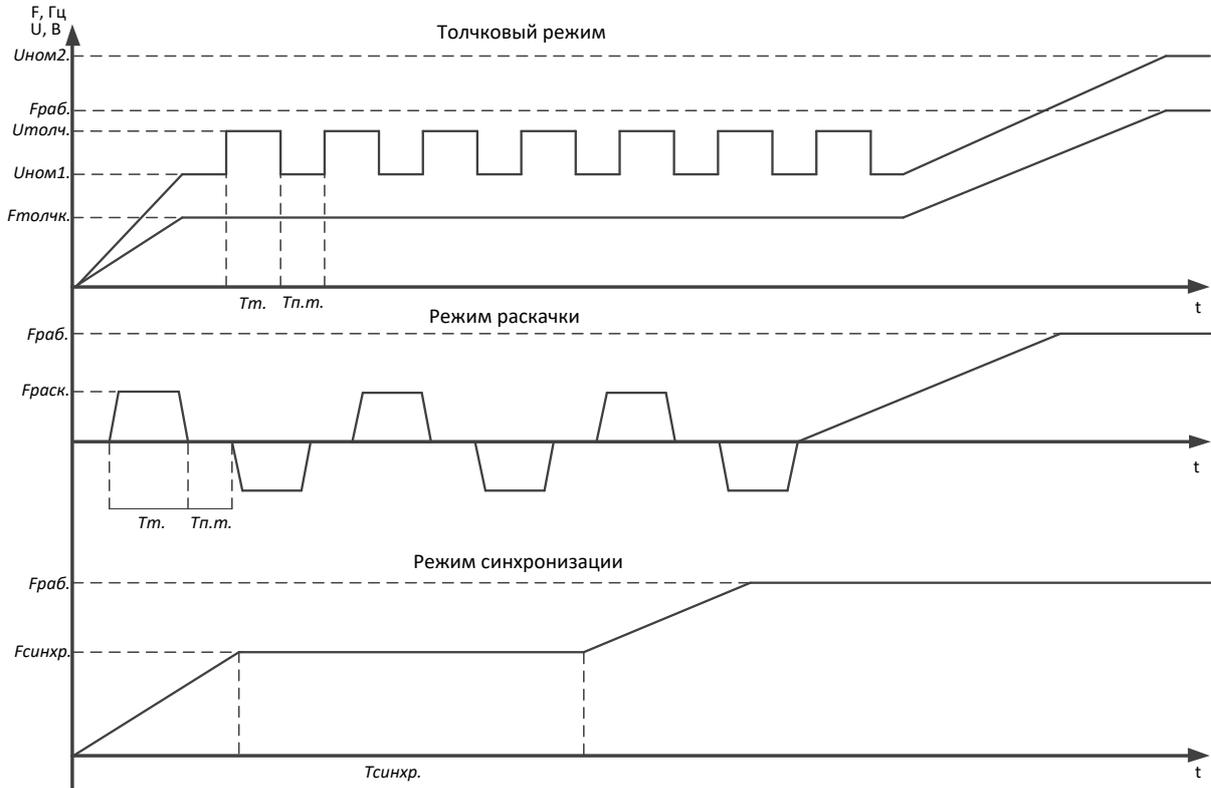


Рис. 19. Режимы запуска СУ в работу.

- $F_{раб.}$  – конечная частота разгона;
- $F_{толчк.}$  – частота толчка;
- $F_{раск.}$  – частота раскачки;
- $F_{синхр.}$  – частота синхронизации;
- $U_{ном.2}$  – номинальное напряжение на частоте  $F_{раб.}$ ;
- $U_{ном.1}$  – номинальное напряжение на частоте  $F_{толчк.}$ ;
- $U_{толчк.}$  – повышенное напряжение на частоте  $F_{толчк.}$ ;
- $T_{т.}$  – время толчка;
- $T_{п.т.}$  – время паузы между толчками;
- $T_{синхр.}$  – время синхронизации.

4.10.02.

```
> Ч а с т о т а   т о л ч к а
      0 2   F   т о л ч к о в а я
      *   21 0 . 0                               Г ц
```

Параметр определяет настройки толчкового режима, если таковой выбран при пуске СУ. Параметр задает частоту толчка в этом режиме.

4.10.03.

```
> Ч а с т о т а   р а с к а ч к и
      0 3   F   р а с к а ч к и
      *   1 0 . 0                               Г ц
```

Параметр определяет настройки режима раскачки, если таковой выбран при пуске СУ. Параметр задает частоту раскачки в этом режиме.

## 4.10.04.

```

> П о д ъ е м м о м е н т а
    0 4   П о д ъ е м м о м е н т а
*      3 0 . 0   %

```

Параметр задает подъем момента относительно выбранной характеристики на низких частотах. Действует при толчковом режиме, увеличивая значение выходного напряжения на низкой частоте для увеличения крутящего момента.

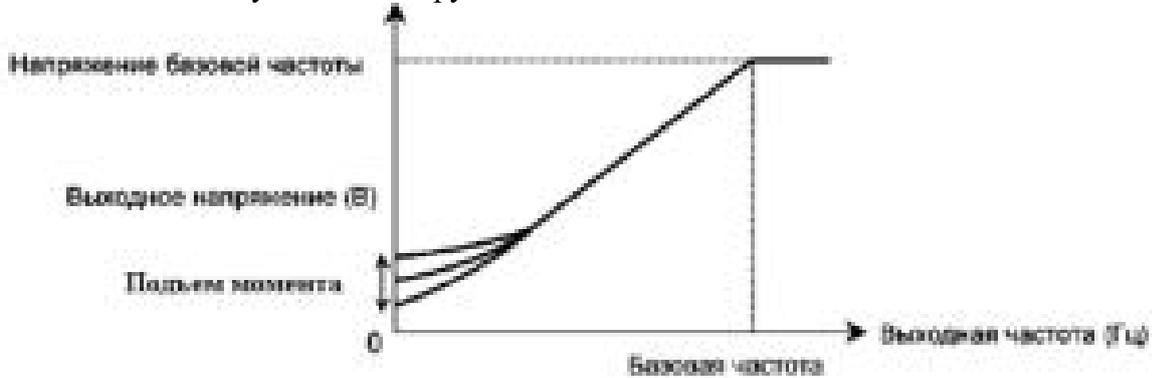


Рис. 20. Подъем момента при работе толчкового режима.

Следует помнить, что при больших значениях параметра возможны возникновения перегрузок инвертора, особенно при низком номинале мощности СУ, приводящие к срабатыванию защит ЧРП. Рекомендуемые номиналы СУ для расклинивания и толчковых режимов от 630А и выше.

## 4.10.05.

```

> В р е м я т о л ч к а
    0 5   В р е м я т о л ч к а
*      5   с

```

Параметр определяет время действия толчка в толчковом режиме и в режиме раскачки.

## 4.10.06.

```

> В р е м я п а у з ы
  т о л ч к а
    0 6   В р е м я п а у з ы т о л
*      5   с

```

Параметр определяет время паузы между толчками в толчковом режиме и в режиме раскачки.

## 4.10.07.

```

> К о л и ч е с т в о
  т о л ч к о в
    0 7   К о л - в о т о л ч .
*      1 0

```

Параметр определяет количество толчков для толчкового режима, произведя которые СУ выйдет в обычный режим работы.

## 4.10.08.

```

> К о л и ч е с т в о ц и к л о в
  р а с к а ч к и
    0 8   К о л - в о р а с к а ч .
*      1 0

```

Параметр определяет количество толчков для режима раскачки, производя которые СУ выйдет в обычный режим работы.

4.10.09.

```
> Ч а с т о т а
   с и н х р о н и з а ц и и
   0 9   Ф с и н х р .
*      3 5 , 0                               Г ц
```

Параметр определяет частоту синхронизации, при достижении которой дальнейший разгон прекращается на время, заданное параметром «Время синхронизации» (4.10.10).

4.10.10.

```
> В р е м я
   с и н х р о н и з а ц и и
   1 0   В р е м я   с и н х р .
*      3 0                                       с
```

Время синхронизации.

## ➤ 4.11. Встряхивание

4.11.01.

```
> Р е ж и м   в с т р я х и в а н и я
   0 1   в с т р я х и в а н и е
*      О т к л
```

Параметр определяет необходимость включения режима встряхивания ПЭД. В режиме встряхивания происходит автоматическое качание частоты в большую и меньшую сторону от номинального значения на величину параметра 4.11.03.

4.11.02.

```
> П е р и о д
   в с т р я х и в а н и я
   0 2   П е р и о д   в с т р я х .
*      1 0                                       ч
```

Параметр определяет период времени в часах между автоматическими включениями режима встряхивания ПЭД.

4.11.03.

```
> О т к л о н е н и е   ч а с т о т ы
   в с т р я х и в а н и й
   0 3   Ч а с т о т а   в с т р я х .
*      5 . 0                               Г ц
```

Параметр определяет отклонение частоты в режиме встряхивания от номинального значения рабочей частоты в большую и меньшую сторону.

4.11.04.

```
> С к о р о с т ь   и з м е н е н и я
   ч а с т о т ы
   0 4   С к о р о с т ь   и з м   F
*      5 . 0                               Г / с
```

Параметр определяет скорость изменения выходной частоты при встряхивании.

## 4.11.05.

```

> К о л и ч е с т в о
   в с т р я х и в а н и й
   0 5 К о л - в о в с т р я х .
*   1 0

```

Параметр определяет количество качаний частоты в режиме встряхивания ПЭД.

➤ **4.12. Пропуск частот\***

\*Примечание. Группа параметров не доступна в вентильном режиме (СУ ЧР ВД).

## 4.12.01.

```

> П р о п у с к   р е з о н а н с н ы х
   ч а с т о т
   0 1 П р о п у с к   F
*   О т к л

```

Параметр включает режим пропуска определенного диапазона частот для исключения электромеханических резонансных явлений.

## 4.12.02.

```

> Н а ч а л ь н о е   з н а ч е н и е
   ч а с т о т ы
   0 2 Н а ч а л ь н .   ч а с т .
*   4 8 . 0 0                               Г ц

```

Параметр задает начальное значение границы пропуска частоты, выше которой будет действовать заданная в уставке 4.12.04 скорость изменения частоты для ускоренного прохождения диапазона.

## 4.12.03.

```

> К о н е ч н о е   з н а ч е н и е
   ч а с т о т ы
   0 3 К о н е ч н .   ч а с т .
*   5 0 . 0 0                               Г ц

```

Параметр задает конечное значение границы пропуска частоты, ниже которой будет действовать заданная в уставке 4.12.04 скорость изменения частоты для ускоренного прохождения диапазона.

## 4.12.04.

```

> С к о р о с т ь   и з м е н е н и я
   ч а с т о т ы
   0 4 С к о р о с т ь   и з м . F
*   5 . 0                               Г ц / с

```

Параметр определяет скорость изменения выходной частоты при функции пропуска.

➤ **4.13. Специальные алгоритмы работы СУ ЧР\***

\* Примечание. Группа параметров не доступна в вентильном режиме (СУ ЧР ВД).

## 4.13.01.

```

> С п е ц и а л ь н ы е
   а л г о р и т м ы
   0 1 С п е ц и а л ь н . а л г о р
*   В к л

```

Параметр разрешает работу «специальных алгоритмов СУ ЧР».

4.13.02.

>	П	о	р	о	г				
	т	о	к	о	о	г	р	а	н
	0	2		П	о	р	о	г	
				т	о	к	о	о	г
									.
*		1	5	0					%

Параметр задает порог выходного тока ПЭД (в % от номинального тока ПЭД) во время разгона СУ, при достижении которого разгон останавливается и происходит автоматический переход к толчковому режиму запуска или к режиму запуска с раскачкой. Значение по умолчанию 150%.

4.13.03.

>	А	к	т	и	в	а	ц	и	я
	0	3		Р	у	ч	н	о	й
				з	а	п	у	с	к
*				Д	а				

Параметр позволяет СУ автоматически переходить к толчковому режиму запуска или к режиму запуска с раскачкой, в случае фиксации перегруза в момент плавного разгона, если команду на запуск дал оператор. Если для параметра задано значение «Нет», то автоматический переход к толчковому режиму запуска или к режиму запуска с раскачкой после фиксации перегрузки возможен только для автоматических повторных пусков после аварий, пусков при работе по программе и дистанционных пусков.

## ➤ 4.14. Настройки

4.14.01.

>	С	т	а	б	и	л	и	з	а
	0	1		С	т	а	б		
				У	в	ы	х	о	д
*				Д	а				

Параметр, определяющий значение выходного напряжения при колебаниях питающего напряжения. При установке параметра в значение «Да» произойдет ограничение выходного напряжения при увеличении питающего напряжения в соответствии с выбранной характеристикой изменения U/f. Например, при установке линейной характеристики U/f, базового напряжения 380В, базовой частоты 60Гц, при выходной частоте 50Гц произойдет ограничение выходного напряжения на уровне 317В при колебаниях входного напряжения:

$$U_{\text{вых}} = \frac{f_{\text{ном}} \cdot U_{\text{баз}}}{f_{\text{баз}}} = \frac{50 \cdot 380}{60} = 317\text{В}$$

4.14.02

>	З	а	щ	и	т	а	/	б	л
	0	2		А	в	а	р	и	я
				Ч	Р	П			
*				Б	л	к			

Параметр определяет необходимость автоматического повторного запуска при отключении СУ по защите ЧРП или МТЗ. Возможные значения параметра:

- 1) Блк – защита включена, произойдет защитное отключение, АПВ заблокировано;
- 2) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 4.14.03.

```

> З а д е р ж к а   А П В   п о с л е
   а в а р и и   Ч Р П
     0 3   З а д е р ж к а   А П В
     *     6 0                               м и н

```

Задержка включения СУ после срабатывания защиты при аварии ЧРП. Задержка активируется после срабатывания защиты, если разрешено АПВ по данной защите. После истечения времени задержки произойдет пуск СУ, если не превышено количество АПВ по данной защите.

## 4.14.04.

```

> У с т а в к а   к о л - в а   А П В
   а в а р и и   Ч Р П
     0 4   К о л и ч - в о   А П В
     *     5

```

Уставка максимального количества АПВ после защиты ЧРП. При превышении количества пусков после срабатывания по этой защите следующий автоматический пуск будет блокирован.

## 4.14.05

```

> З а щ и т а / б л о к и р о в к а
   п р и   з а щ и т е   М Т З
     0 5   З а щ и т а   М Т З
     *     Б л к

```

Параметр определяет необходимость автоматического повторного запуска при отключении СУ по защите МТЗ. Возможные значения параметра:

- 1) Блк – защита включена, произойдет аварийное отключение, АПВ заблокирован;
- 2) АПВ – защита включена, произойдет аварийное отключение с последующим пуском АПВ.

## 4.14.06.

```

> Ч а с т о т а   Ш И М
     0 6   Ч а с т о т а   Ш И М
                               4 . 0 0 0 к Г ц

```

Частота ШИМ инвертора СУ. Зависит от выходной мощности СУ. Для СУ номиналом менее 630А рекомендуемое значение 4.0кГц. Для СУ большего номинала рекомендуемое значение 3.0кГц. Для режима ВД рекомендуется 5.0кГц.

## 4.14.07

```

> С д в и г   и з м е р и т .
   к а н а л а
     0 7   С д в и г   к о н т р .
     *                               1 1 0

```

Параметр определяет сдвиг фазы в измерительном канале СУ. Рекомендуемое значение 110

## 4.14.8

```

> С д в и г   с и л о в о г о
   к а н а л а
     0 8   С д в и г   Т М П Н
     *                               5 0

```

Параметр определяет сдвиг фазы в силовом канале СУ и ТМПН. Рекомендуемое значение 50

## 4.14.09.

```
> З а щ и т а   о т   о б р ы в а
   д а т ч и к а   т е м п е р а т .
   0 9   З а щ и т а   Т   д а т ч .
   *     В к л
```

Уставка отключения защиты при обрыве датчика температуры.

## 4.14.10.

```
> О г р а н и ч е н и е   ч а с т о т ы
   п р и   с н и ж е н и и   U d c
   1 0   О г р а н и ч . F   п о U d c
   *     В к л
```

Параметр разрешает СУ автоматически снижать выходную частоту до обеспечения соотношения  $U/F = \text{const}$  в случае низкого напряжения в звене DC (при пониженном напряжении питания). Режим не доступен в вентильном режиме (СУ ЧР ВД).

## ➤ 5. Коэффициенты коррекции

## 5.02.

```
> К о э ф ф и ц и е н т
   к о р р е к ц и и   т о к а   I u
   0 2   К о э ф ф и ц и е н т   I u
   *     1 . 0 0 0
```

Коэффициент коррекции тока фазы U. Номинальное значение 1.000. Для фаз V и W аналогично. При необходимости коррекции показаний данное значение можно как уменьшить, так и увеличить. Например, для увеличения показаний на 10% необходимо увеличить на 10% значение коэффициента, т.е. 1.100.

## 5.08.

```
> К о э ф ф и ц и е н т
   к о р р .   R   и з о л я ц и и
   0 8   К о э ф ф и ц и е н т   R и з
   *     1 . 0 0 0
```

Коэффициент коррекции показаний сопротивления изоляции. Номинальное значение 1.000. При необходимости коррекции показаний данное значение можно как уменьшить, так и увеличить. Например, для увеличения показаний на 10% необходимо увеличить на 10% значение коэффициента, т.е. 1.100

## 5.10.

```
> К о э ф ф и ц и е н т   к о р р .
   н а п р я ж е н и я   U a b
   1 0   К о э ф ф и ц и е н т   U a b
   *     1 . 0 0 0
```

Коэффициент коррекции показаний напряжения питания СУ по фазам АВ. Номинальное значение 1.000. При необходимости коррекции показаний данное значение можно как уменьшить, так и увеличить. Например, для увеличения показаний на 10% необходимо увеличить на 10% значение коэффициента, т.е. 1.100. Для остальных фаз напряжения аналогично.

## 5.15.

```

> К о э ф ф и ц и е н т   к о р р .
   а н а л о г о в о г о   в х о д а 1
     1 5   К о э ф ф и ц и е н т   В Х 1
   *     1 . 0 0 0

```

Коэффициент коррекции дополнительного аналогового входа 1 для ТМС. Является масштабом аналогового входа при максимальном значении входа. Например, при установке типа аналогового входа 0-20мА при входном токе 10мА и коэффициенте коррекции 500,0 показания аналогового входа 1 будут 250,0. Для дополнительных аналоговых входов ТМС 2-7 настройки аналогичны.

В конфигурации СУ ЧР АВ используется следующее соотношение входов с параметрами:

- 1) Вход 1 – Давление на приеме насоса;
- 2) Вход 2 – Температура жидкости на приеме насоса;
- 3) Вход 3 – Температура обмотки ПЭД;
- 4) Вход 4 – Вибрация по оси X;
- 5) Вход 5 – Вибрация по оси Y;
- 6) Вход 6 – Вибрация по оси Z;
- 7) Вход 7 – Сопротивление изоляции ТМПН-ПЭД (при использовании соответствующей ТМС).

#### 5.21.

```

> Т и п   а н а л о г о в о г о
   в х о д а 1 - 6
     2 1   Т и п   В х о д а   1 - 6
   *     0 . . 1 0 В

```

Тип шести дополнительных аналоговых входов 1-6 для ТМС. Тип аналогового входа определяется стандартом выходного сигнала подключенной ТМС. Возможные значения 0-10В, 0-20мА, 4-20мА. Для дополнительного аналогового входа 7 настройки аналогичны.

#### 5.23.

```

> Х а р а к т е р и с т и к а
   в х о д о в   1 - 6
     2 3   Х а р - к а   В Х 1 - 6
   *     П р я м

```

Параметр определяет тип характеристики аналоговых входов 1 – 6. Значение «Прямая» означает увеличение показаний при увеличении аналоговой величины. «Обратная» означает снижение показаний при увеличении аналоговой величины.

#### 5.24.

```

> Х а р а к т е р и с т и к а
   в х о д а   7
     2 4   Х а р - к а   В Х 7
   *     П р я м

```

Параметр определяет тип характеристики аналогового входа 7, предназначенного для измерения сопротивления изоляции. Значение «Прямая» означает увеличение показаний при увеличении аналоговой величины. «Обратная» означает снижение показаний при увеличении аналоговой величины.

#### 5.26.

```

> К о э ф ф и ц и е н т   к о р р .
   н а п р я ж е н и я   U d c
     2 6   К о Э ф ф и ц и е н т   U d c
   *     1 . 0 0 0

```

Коэффициент коррекции показаний напряжения в звене постоянного тока. Данный коэффициент позволяет корректировать показания напряжения Udc. При необходимости коррекции показаний данное значение можно как уменьшить, так и увеличить. Например, для увеличения показаний на 5% необходимо увеличить на 5% значение коэффициента, т.е. 1.050

```
> К о э ф ф и ц и е н т   к о р р .
   н а п р я ж е н и я   I d c
   2 8   К о э ф ф и ц и е н т   I d c
   *     1 . 0 0 0
```

Коэффициент коррекции показаний тока в звене постоянного напряжения. Данный коэффициент позволяет корректировать показания I dc. При необходимости коррекции показаний данное значение можно как уменьшить, так и увеличить. Например, для увеличения показаний на 5% необходимо увеличить на 5% значение коэффициента, т.е. 1.050.

5.29.

```
> К о э ф .   к о р р .   п о к а з .
   н а п р я ж е н и я   U в ы х
   2 9   К о э ф ф и ц .   U в ы х
   *     1 . 0 0 0
```

Коэффициент коррекции показаний выходного напряжения. Данный коэффициент позволяет корректировать показания выходного напряжения для учета падения напряжения в выходном фильтре при различных значениях нагрузок. При необходимости коррекции показаний данное значение можно как уменьшить, так и увеличить. Например, для увеличения показаний на 5% необходимо увеличить на 5% значение коэффициента, т.е. 1.050.

5.31.

```
> К о э ф ф и ц и е н т   к о р р .
   н а п р я ж е н и я   U в ы х
   3 1   К о э ф ф и ц .   U в ы х
   *     1 . 0 0 0
```

Коэффициент коррекции выходного напряжения СУ. Данный коэффициент позволяет корректировать выходное напряжение СУ. При необходимости коррекции выходного напряжения данное значение можно уменьшить. Например, для уменьшения напряжения на 5% необходимо уменьшить на 5% значение коэффициента, т.е. 0.950

5.32.

```
> Т и п
   а н а л о г о в о г о   в х о д а 0
   3 2   Т и п   в х о д а 0
   *     4 - 2 0 м А
```

Параметр задает тип сигнала на аналоговом входе 0. Возможные значения параметра: 0-10В, 4-20мА, 0-20мА. Для работы в режиме 4-20мА или 0-20мА необходимо повесить шунтирующий резистор номиналом 500 Ом между клемм аналогового входа 0 в отсеке КВП.

5.34.

```
> К о э ф ф и ц и е н т   к о р р .
   а н а л о г о в о г о   в х о д а 0
   3 4   К о э ф ф и ц и е н т   В Х 0
   *     9 9 9 , 9
```

Коэффициент коррекции дополнительного аналогового входа 0. Является масштабом аналогового входа при максимальном значении входа 10В. Например, при входном напряжении 5В и коэффициенте коррекции 500,0 показания аналогового входа 0 будут 250,0.

5.35.

```

> К о э ф ф . т р а н с ф о р м .
   т р а н с ф . т о к а   в х о д
   3 5   К т р   В х о д
   *     6 0

```

Коэффициент трансформации трансформаторов тока, измеряющих токи на входе СУ.

5.36.

```

> Д а т ч и к   т е м п е р а т у р ы
   в ы х . ф и л ь т р а
   3 6   Д а т ч и к   t   ф и л ь т .
   *     К Т У

```

Параметр задает тип датчика температуры, который установлен в выходном фильтре СУ. Тип датчика определяет алгоритм расчета температуры выходного фильтра. Возможные значения параметра: HEL, КТУ.

## ➤ 6. Параметры безопасности

6.01.

```

> П а р о л ь   п е р в о г о
   у р о в н я   ( о п е р а т о р а )
   0 1   П а р о л ь 1
   *     8 8 8 8

```

Пароль оператора. Если значение пароля равно нулю, то разрешается доступ и редактирование параметров. Если введено число в диапазоне 1-9999, то для последующего изменения уставок необходимо будет ввести это же число для доступа. После ввода корректного пароля он будет действовать в течение 5 мин, по истечении которого доступ будет вновь запрещен. Значение по умолчанию при выпуске СУ равно нулю.

6.02.

```

> П а р о л ь   в т о р о г о
   у р о в н я   ( э л е к т р и к а )
   0 2   П а р о л ь 2
   *     8 8 8 8

```

Пароль электрика. Если значение пароля равно нулю, то разрешается доступ и редактирование параметров. Если введено число в диапазоне 1-9999, то для последующего изменения уставок необходимо будет ввести это же число для доступа. После ввода корректного пароля он будет действовать в течение 5 мин, по истечении которого доступ будет вновь запрещен. Значение по умолчанию при выпуске СУ равно 1234. Пароль мастер 9900. При вводе пароля-мастера возможен доступ к обоим группам уставок.

## ➤ 7. Связь/скважина

7.01.

```

> Н о м е р
   м е с т о р о ж д е н и я
   0 1   М е с т о р о ж д е н и е
   *     1 2 3 4 5

```

Номер месторождения, где установлена СУ. Значение данного параметра записывается в архив событий и измерений и является служебной информацией для ПО верхнего уровня «Etalon-AV».

7.02.

```
> Н о м е р
  к у с т а
    0 2   К у с т
*       1 2 3 4 5
```

Номер куста, где установлена СУ. Значение данного параметра записывается в архив событий и измерений и является служебной информацией для ПО верхнего уровня «Etalon-AV».

7.03.

```
> Н о м е р
  с к в а ж и н ы
    0 3   С к в а ж и н а
*       1 2 3 4 5
```

Номер скважины, где установлена СУ. Значение данного параметра записывается в архив событий и измерений и является служебной информацией для ПО верхнего уровня «Etalon-AV».

7.04.

```
> Н о м е р   ф и д е р а
  п и т а н и я
    0 4   Ф и д е р
*       1 2 3 4
```

Справочные данные. Номер фидера питания СУ.

7.05.

```
> А д р е с   С У   в
  с и с т е м е   т е л е м е т р и и
    0 5   А д р е с   С У
*       1
```

Адрес станции управления в системе кустовой телеметрии. Данный параметр является адресом для протокола MODBUS-RTU в режиме Slave по RS-485.

7.06.

```
> С к о р о с т ь   п е р е д а ч и
  д а н н ы х   п о   R S   -   4 8 5
    0 6   С к о р о с т ь   п е р е д
*       1 9 , 2
```

Скорость передачи данных для RS-485 в режиме slave. Значение в кБод. Может быть установлена следующая скорость для канала передачи данных:

- 1) 2,4 – 2400 кБод;
- 2) 4,8 – 480 кБод;
- 3) 9,6 – 9600 кБод;
- 4) 19,2 – 19200 кБод;
- 5) 57,6 – 57600 кБод;
- 6) 115,2 – 115200 кБод.

## 7.07.

```
> П р о т о к о л
  с в я з и   R S - 4 8 5
    0 7     П р о т о к о л
  *        M O D B U S
```

Протокол связи по интерфейсу RS-485 в режиме slave (Modbus-RTU). Доступны следующие карты регистров:

- 1) MODBUS – карта регистров «НПО «Эталон»;
- 2) Электрон-09;
- 3) Газпром - карта Modbus адресов ООО "Газпромнефть-Хантос";
- 4) Регион-2000;
- 5) ЮНГ – универсальный протокол «Телескоп» компании ООО «РН-Юганскнефтегаз»;
- 6) Регион-3000;
- 7) ЛЗС - карта Modbus адресов ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»;
- 8) Универсал-3 6.00 – протокол обмена данными Modbus RTU компании ООО «РН-Юганскнефтегаз»;
- 9) MODBUS GSM – карта регистров «НПО «Эталон», при наличии установленного GSM модема. GSM-модем должен быть подключен к интерфейсу RS-485 в отсеке внешних подключений. Выбор значения «MODBUS GSM» открывает скрытые уставки, относящиеся к настройке GSM-модема.

## 7.08.

```
> П у с к и   С т о п
  п о       R S - 4 8 5
    0 8     У п р . R S - 4 8 5
  *        Д а
```

Параметр разрешает – значение «Да», или запрещает – значение «Нет», дистанционную деблокировку, запуск СУ в работу и останов по интерфейсу RS-485.

## 7.09.

```
> К а н а л   G S M
          0 9   К а н а л   G S M
  *        В к л
```

При заданном значении «Вкл», параметр разрешает контроллеру обмен данными через GSM-модем, подключенный к разъему X4 панели оператора (X4.3 – RS-485A, X4.4 – RS-485B). Выбор значения «Вкл» открывает скрытые уставки, относящиеся к настройке GSM-модема.

**Примечание. К СУ может быть подключен только один GSM-модем, либо к интерфейсу RS-485 в отсеке внешних подключений, либо к разъему X4 панели оператора.**

## 7.10.

```
> О п е р а т о р   с о т о в о й
  с в я з и
    1 0     О п е р а т о р
  *        b e e l i n e
```

Параметр задает оператора сотовой связи, при работе с GSM модемом. Возможные значения:

- 1) beeline – оператор сотовой связи «Билайн», SIM-карта с произвольным IP-адресом;
- 2) utel – оператор сотовой связи «Uteline» («TELE2»), SIM-карта с произвольным IP-адресом;

- 3) mts – оператор сотовой связи «МТС», SIM-карта с произвольным IP-адресом;
- 4) megafon – оператор сотовой связи «Мегафон», SIM-карта с произвольным IP-адресом;
- 5) megafon стат.IP – оператор сотовой связи «Мегафон», SIM-карта со статическим IP-адресом;
- 6) mts bashneft Ufa – оператор сотовой связи «МТС», SIM-карта со статическим IP-адресом.

7.11.

```
> П р о т о к о л   G S M

   1 1   П р о т о к о л   G S M
*      M O D B U S
```

Протокол связи по беспроводному каналу GSM в режиме slave (Modbus-TCP). Доступны следующие карты регистров:

- 1) MODBUS – карта регистров «НПО «Эталон»;
- 2) Электрон-09;
- 3) Газпром - карта Modbus адресов ООО "Газпромнефть-Хантос";
- 4) Регион-2000;
- 5) ЮНГ – универсальный протокол «Телескоп» компании ООО «РН-Юганскнефтегаз»;
- 6) Регион-3000;
- 7) ЛЗС - карта Modbus адресов ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»;
- 8) Универсал-3 6.00 – протокол обмена данными Modbus RTU компании ООО «РН-Юганскнефтегаз»;

Работа с картами регистров 2 – 8 возможна только при установке в GSM-модем SIM-карты со статическим IP-адресом.

7.12.

```
> I P   а д р е с
   м о д е м а   т е х н о л о г а
   1 2   I P   а д р е с
*      2 8 9 . 0 1 0 . 0 1 2 . 0 7 9
```

IP адрес компьютера, на котором установлена программа GSM\_Server для обмена данными через GSM-модем. Для корректной работы системы требуется наличие статического IP адреса (услуга заказывается у оператора сотовой связи) на компьютере, где планируется использование программы GSM\_Server. Этот адрес необходимо внести в качестве значения параметра «IP-адрес модема технолога».

Данный пункт отображается в меню «Связь/Скважина» при выборе SIM-карты (параметр 7.10) без статического IP-адреса.

7.12.

```
> I P   а д р е с   С У
   1 2   I P   С У
*      2 8 9 . 0 1 0 . 0 1 2 . 0 7 9
```

Статический IP адрес SIM-карты, установленной GSM-модем СУ. По данному IP-адресу и номеру TCP-порта, заданному параметром «Порт СУ» (7.13) можно производить дистанционный опрос СУ с помощью любых сторонних программ опроса, поддерживающих протокол Modbus-TCP.

Данный пункт отображается в меню «Связь/Скважина» при выборе SIM-карты (параметр 7.10) со статическим IP-адресом.

## 7.13.

```

> П о р т   д л я
   п о д к л ю ч е н и я
     1 3   П о р т   с е р в е р а
     *     8 0 9 0

```

Значение TCP-порта сервера – компьютера пользователя с установленной программой GSM\_Server. Значение по умолчанию 8090.

Данный пункт отображается в меню «Связь/Скважина» при выборе SIM-карты (параметр 7.10) без статического IP-адреса.

## 7.13.

```

> П о р т   д л я
   п о д к л ю ч е н и я
     1 3   П о р т   С У
     *     8 0 9 0

```

Значение TCP-порта GSM-модема СУ. Значение по умолчанию 8090.

Данный пункт отображается в меню «Связь/Скважина» при выборе SIM-карты (параметр 7.10) со статическим IP-адресом.

## 7.14.

```

> С о с т о я н и е   м о д е м а
                                     !
     1 4   С о с т . м о д е м а
     !     О ж и д . п о д к л - я

```

Информационный параметр, показывающий текущее состояние соединения GSM-модема с оператором сотовой связи и программой дистанционного опроса по Modbus-TCP.

## 7.15.

```

> У р о в е н ь   с и г н а л а
                                     !
     1 5   У р о в . с и г н а л а
     !     6 7                                     %

```

Информационный параметр, показывающий уровень сигнала сотовой связи.

## 7.16.

```

> К а н а л   E t h e r n e t
                                     !
     1 6   К а н а л   E t h e r n e t
     *     В к л

```

При заданном значении «Вкл», параметр разрешает контроллеру обмен данными с системой кустовой телеметрии через высокоскоростной интерфейс Ethernet, если панель оператора СУ имеет встроенный Ethernet-порт. Выбор значения «Вкл» открывает скрытые уставки, относящиеся к настройке Ethernet-порта.

**Примечание.** Если панель оператора не имеет встроенного Ethernet-порта, то в меню «Связь/Скважина» отсутствуют параметры, относящиеся к его настройке. При необходимости подключения СУ к системе кустовой телеметрии по протоколу Modbus-TCP, может быть использован преобразователь интерфейсов Modbus-TCP/ Modbus-RTU.

7.17.

```

> П р о т о к о л   E t h e r n e t
      1 7 П р о т о к о л E t h e r n e t
*      M O D B U S

```

Протокол связи с системой кустовой телеметрии через высокоскоростной интерфейс Ethernet в режиме slave (Modbus-TCP). Доступны следующие карты регистров:

- 1) MODBUS – карта регистров «НПО «Эталон»;
- 2) Электрон-09;
- 3) Газпром - карта Modbus адресов ООО "Газпромнефть-Хантос";
- 4) Регион-2000;
- 5) ЮНГ – универсальный протокол «Телескоп» компании ООО «РН-Юганскнефтегаз»;
- 6) Регион-3000;
- 7) ЛЗС - карта Modbus адресов ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»;
- 8) Универсал-3 6.00 – протокол обмена данными Modbus RTU компании ООО «РН-Юганскнефтегаз»;

7.18.

```

> I P   а д р е с
   E t h e r n e t   п о р т а
      1 8   I P   E t h e r n e t
*      1 9 2 . 1 6 8 . 0 0 1 . 0 0 9

```

IP-адрес Ethernet-порта панели оператора СУ. По данному IP-адресу и номеру TCP-порта, заданному параметром «TCP порт Ethernet» (7.19) можно производить дистанционный опрос СУ с помощью любых сторонних программ опроса, поддерживающих протокол Modbus-TCP.

7.19.

```

> T C P   п о р т
   E t h e r n e t
      1 9   T C P   E t h e r n e t
*      5 0 2

```

Значение TCP-порта панели оператора СУ. Значение по умолчанию 502.

7.20.

```

> I P   а д р е с   о с н о в н о г о
   ш л ю з а
      2 0   I P   g e t e w a y
*      1 9 2 . 1 6 8 . 0 0 1 . 0 0 1

```

IP-адрес основного шлюза в локальной сети системы кустовой телеметрии.

7.21.

```

> M а с к а   с е т и
      2 1   M а с к а   с е т и
*      2 5 5 . 2 5 5 . 2 5 5 . 0 0 0

```

Маска локальной сети системы кустовой телеметрии.

7.22.

```

> M A C - а д р е с
      2 2   M A C - а д р е с
*      4 2 - 3 7 - 2 с - 2 1 - 1 6 - 0 b

```

MAC-адрес Ethernet панели оператора.

➤ **8. Счетчики.**

➤ **8.1. Счетчики количества.**

8.1.01.

```
> С ч е т ч и к   о б щ е г о
   к о л - в а   в к л .   П Э Д
   0 1   К - в о   о б щ е е   В к л
   !     1 0 7
```

Счетчик общего количества включений ПЭД.

8.1.02.

```
> С ч е т ч и к
   к о л - в а   в к л .   П Э Д
   0 2   К о л - в о   в к л   п р о м
   !     1 0
```

Счетчик количества включений ПЭД за время параметра «Время обнуления для счетчиков количества пусков».

8.1.03.

```
> С ч е т ч и к   к о л и ч е с т в а
   О т к л   П Э Д   п о   З С П
   0 3   К - в о   о т к л   З С П
   !     3 1
```

Счетчик количества отключений ПЭД по недогрузке.

8.1.04.

```
> С ч е т ч и к   к о л и ч е с т в а
   о т к л   П Э Д   п о   З П
   0 4   К - в о   о т к л   З П
   !     7
```

Счетчик количества отключений ПЭД по перегрузке.

8.1.05.

```
> С ч е т ч и к   к о л - в а   о т к л
   п о с л е   д р .   з а щ и т
   0 5   К - в о   о т к л   о с т .
   !     9
```

Счетчик количества отключений ПЭД по другим защитах ПЭД.

8.1.06.

```
> С б р о с   с ч е т ч и к о в
   0 6   С б р о с   с ч е т ч и к о в
   *     Н е т
```

Сброс счетчиков количества включений и отключений. Для сброса счетчиков необходимо установить значение параметра «Да». Данный параметр является автоматически сбрасываемым после исполнения команды и контроллер значение установит в «Нет». Если доступ к изменению уставок разрешен, то команда будет выполнена, иначе будет выведено окно с сообщением об ошибке доступа.

## ➤ 8.2. Счетчики времени

### 8.2.01.

```
> О б щ е е   в р е м я
   р а б о т ы   П Э Д
   0 1   О б щ   в р е м я   Р а б
   !     5 6 8                               ч
```

Общее время во включенном состоянии СУ.

### 8.2.02.

```
> О б щ е е   в р е м я
   п р о с т о я   П Э Д
   0 2   О б щ   в р е м я   о с т
   !     6 8                               ч
```

Общее время в отключенном состоянии СУ.

### 8.2.03.

```
> Н а р а б о т к а   с   м о м е н т а
   п о с л е д н е г о   з а п у с к а
   0 3   Н а р а б о т к а
   !     0 0 : 1 0
```

Время в работе СУ, прошедшее после запуска ПЭД.

### 8.2.04.

```
> В р е м я   д о   и з м е н е н и я
   р е ж и м а
   0 4   В р е м я   И з м   Р е ж
   !     0 0 : 0 0
```

Счетчик, отсчитывающий время до изменения режима работы СУ. Счетчик активен только в автоматическом режиме работы СУ. Показывает время до включения ПЭД в паузе или в АПВ, либо отключения при работе в режиме таймера.

## ➤ 8.3. Дата/Время

### 8.3.01.

```
> Т е к у щ а я   д а т а
   Г : М : Д
   0 1   Д а т а
   *     2 0 0 8 : 0 1 : 0 1   Г М Д
```

Значение текущей даты.

### 8.3.02.

```
> Т е к у щ е е   в р е м я
   Ч : М
   0 2   В р е м я
   *     1 2 : 2 0   Ч М
```

Значение текущего времени.

## 8.4. Электроэнергия

### 8.4.01.

```
> П о т р е б л е н и е
   э н е р г и и   к В т / ч а с
   0 1   П о т р е б   э н е р г и и
   !     3 0 0 8
```

Счетчик электроэнергии, потребленной ПЭД от сети

### 8.4.02.

```
> П о т р е б л е н и е
   э н е р г и и   М В т / ч а с
   0 2   П о т р е б   э н е р г и и
   !     3 0 0 8
```

Счетчик электроэнергии, потребленной ПЭД от сети

- **9. Хронология.**
- **9.1. Последние включения / отключения.**

### 9.1.01.

```
> Д а т а   п о с л е д н е г о
   в к л ю ч е н и я
   0 1   Д а т а   В к л ю ч е н и я
   !     0 8 . 1 0 . 2 5
```

Дата последнего включения СУ. Информация в формате Г.М.Д.

### 9.1.02.

```
> В р е м я   п о с л е д н е г о
   в к л ю ч е н и я
   0 2   В р е м я   в к л ю ч е н и я
   !     2 1 : 2 5
```

Время последнего включения. Информация в формате Ч.М.

### 9.1.03.

```
> Д а т а   п о с л е д н е г о
   о т к л ю ч е н и я
   0 3   Д а т а   о т к л ю ч е н и я
   !     0 6 . 1 0 . 2 5
```

Дата последнего отключения СУ. Информация в формате Г.М.Д.

### 9.1.04.

```
> В р е м я   п о с л е д н е г о
   о т к л ю ч е н и я
   0 4   В р е м я   о т к л ю ч
   !     2 1 : 3 5
```

Время последнего отключения. Информация в формате Ч.М.

## 9.1.05.

```
> П р и ч и н а   п о с л е д н е г о
   о т к л ю ч е н и я
     0 5   П р и ч и н а   о т к л ю ч
   !     3 С П
```

Сокращенный код причины последнего отключения СУ.

## ➤ 9.2 Параметры.

## 9.2.01.

```
> П е р и о д   з а п и с и
   с о б ы т и й   н о р м а л ь н ы й
     0 1   П е р и о д   н о р м а л .
   *     3 0                               м и н
```

Данное значение определяет интервал времени, через который будет производиться запись текущих измеряемых параметров в архив в нормальном режиме работы СУ, а также в останове.

## 9.2.02.

```
> П е р и о д   з а п и с и
   с о б ы т и й   у с к о р е н н ы й
     0 2   П е р и о д   у с к о р .
   *     1                               с
```

Период записи архива измерений ускоренный. В режиме работы при возникновении любой аварийной ситуации, когда значение измеренного параметра вышло за пределы уставки, пока идет отсчет времени счетчика отключения по текущей аварии, данные пишутся в архив измерений в ускоренном режиме с интервалом, задаваемым этим параметром.

## 9.2.03.

```
> П е р и о д   з а п и с и
   в   о   с   т   а   н   о   в   е
     0 3   П е р и о д   в   о   с   т   а   н
   *     1                               м и н
```

Период записи архива измерений в режиме станова СУ.

## 9.2.04.

```
> О ч и с т и т ь   а р х и в ы  ?
     0 4   О ч и с т и т ь   а р х  ?
   *     Н е т
```

Данная команда позволяет удалить из памяти контроллера накопленные архивы основных измерений, событий, изменений уставок и дополнительных измерений. Для активации необходимо установить значение параметра «Да». Данный параметр является автоматически сбрасываемым. После исполнения команды контроллер установит значение «Нет».

## ➤ 9.3 Просмотр архива.

Параметры 9.3.01 – 9.3.03 показывают соответственно дату, время записи и причину отключения.

Параметры 9.3.04 – 9.3.37 показывают состояние измеряемых параметров на момент отключения СУ по причине, указанной в параметре **9.1.03**. Данные сохраняются при отсутствии питания СУ и обновляются после возникновения новой аварийной ситуации на момент отключения.

Параметр 9.3.38 показывает номер текущей архивной записи.

Параметр 9.3.39 показывает общее количество архивных записей.

## ➤ 10. Сброс уставок

10.01.

```
> З а в о д с к и е   у с т а в к и
      0 1   З а в о д . у с т а в к и
      *     Н е т
```

Данная команда позволяет сбросить текущие уставки на заводские значения. Для активации необходимо установить значение параметра «Да». Загружаются все уставки за исключением группы параметров «Коэффициенты коррекции» и очищаются архивы событий и измерений. Данный параметр является автоматически сбрасываемым. После исполнения команды контроллер установит значение «Нет». Если доступ к изменению уставок разрешен, то команда будет выполнена.

10.02.

```
> Д е й с т в и я   с
   у с т а в к а м и
      0 2   У с т а в к и   п о   у м о л
      *     Н е т
```

Команда позволяет сохранить текущее значение всех уставок и параметров в памяти контроллера, а затем загрузить эти значения. Сброс уставок по умолчанию не действует на область, где сохранены заводские уставки.

## ➤ 11. Информация об оборудовании

11.01.

```
> В е р с и я   п р о г р а м м ы
   К о н т р о л л е р а
      0 1   В е р с и я   П О
      !     1 . 1 1
```

Версия ПО контроллера СУ.

11.02.

```
> З а в о д с к о й
   н о м е р       С У
      0 2   З а в о д   н о м е р       С У
      *     1 2 3 4 5 6 7 8
```

Заводской номер станции управления.

11.03.

```
> Д а т а
   и з г о т о в л е н и я       С У
      0 3   Д а т а   и з г о т       С У
      *     0 4 . 0 6                               м г
```

Дата изготовления станции управления.

## ➤ 12. Настройки.

### 12.01.

>	А	В	Т	О	П	Е	Р	Е	Х	О	Д	И	З
	М	Е	Н	Ю	В								
	0	1	А	В	Т	О	П	Е	Р	Е	Х	О	Д
*			О	С	Н	О	В	Н	О	Й	Э	К	Р
			А	В	Т	О	П	Е	Р	Е	Х	О	Д
			О	С	Н	О	В	Н	О	Й	Э	К	Р
			А	В	Т	О	П	Е	Р	Е	Х	О	Д
			О	С	Н	О	В	Н	О	Й	Э	К	Р

Параметр задает экран, на который будет переключаться панель оператора, если в течение 10 минут не будет нажата ни одна клавиша. Возможные значения параметра:

- 1) Основной экран – автоматический переход на основной экран из любого места меню;
  - 2) Меню технолога – автоматический переход в «меню технолога» из любого места меню.
- Параметры из «меню технолога» будут отображаться на экране поочередно с интервалом 10 секунд.

Параметры 12.02 – 12.15 не предназначены для модификации на эксплуатации и используются только работниками сервисной службы. **Категорически запрещается модификация параметров.**

### 5.6. Организация архивов.

Архивы состоят из пяти блоков, в энергонезависимой памяти объемом 1Гбайт, образующих смешанный архив:

- архив измерений;
- архив событий;
- архив изменения параметров;
- архив пусковых графиков;
- архив потребляемой мощности (при наличии счетчика электроэнергии);
- аварийный архив;

архив пишется «по кольцу», т.е. при полном заполнении памяти следующая запись будет производиться на место самой первой записи, следующая запись на место второй и т.д. Полный объем архива позволяет сохранять информацию об измеряемых параметрах за время не менее 30 дней при минимальном периоде записи 1 сек, а так же более 150 последних запусках, остановках, изменений уставок, отключений питающего напряжения и более 10 архивов пусковых графиков.

Все архивы могут быть считаны из памяти контроллера с помощью USB flash накопителя, по протоколу MODBUS при работе в сети, при помощи портативного компьютера. Время считывания полных архивов не более 10 минут USB 1.0. и не более 1мин для USB 2.0.

#### 5.6.1. Архив основных измерений (архив пусковых графиков):

В архиве основных измерений (архив №1) регистрируются следующие параметры: ток потребления (значение тока фаз U, V и W), напряжение питания сети (по трем фазам), сопротивление изоляции системы «ТМПН – ПЭД», значение активной мощности. Общее количество записей – не менее 100000.

Все записи производятся с периодичностью указанной в параметре «период записи архива событий». В случае, если значения параметров выходят за пределы нормы (перегруз, недогруз, дисбаланс, защиты напряжений), то записи в архив будут заноситься с частотой, указанной в параметре «период записи архива событий ускоренный».

Каждая запись содержит тридцать пять полей:

- дата записи (число, месяц, год);
- время записи (часы и минуты);
- состояние СУ;

- направление вращения двигателя;
- выходная частота;
- ток двигателя фаза U;
- ток двигателя фаза V;
- ток двигателя фаза W;
- ток СУ по фазам А, В, С;
- напряжение ТМПН;
- частота задания;
- дисбаланс токов;
- дисбаланс напряжения;
- выходная мощность полная;
- напряжение в звене постоянного тока Udc;
- выходное напряжение СУ;
- активная мощность нагрузки;
- коэффициент мощности;
- загрузка ПЭД;
- напряжение питания линейное АВ;
- напряжение питания линейное ВС;
- напряжение питания линейное СА;
- сопротивление изоляции;
- давление на приеме насоса;
- температура жидкости на приеме насоса;
- температура обмотки ПЭД;
- вибрация по оси X;
- вибрация по оси Y;
- вибрация по оси Z;
- давление на выкиде насоса;
- температура на выкиде насоса;
- расход на выкиде насоса;
- аналоговый вход;
- частота турбинного вращения;
- температура охладителя IGBT зоны 1 и 2;
- температура выходного фильтра;

### 5.6.2. Архив событий

В архиве событий (архив №2) регистрируется вся информация о состоянии станции.

Все записи в архив производятся при каждом изменении состояния.

Каждая запись содержит шесть полей:

- дата включения (число, месяц, год);
- время включения (часы и минуты);
- код причины включения;
- дата отключения (число, месяц, год);
- время отключения (часы и минуты);
- код причины отключения.

### 5.6.3. Архив изменений параметров

В архиве изменений параметров регистрируется вся информация об изменениях (попыток изменения) уставок.

Все записи производятся после выхода из режима редактирования параметра (повторного нажатия кнопки «ВВОД») при изменении уставки, либо после записи значения уставки по RS-485.

Каждая запись содержит пять полей:

- дата изменения (число, месяц, год);

- время изменения (часы и минуты);
- номер изменяемой уставки;
- старое значение уставки;
- новое значение уставки.

#### **5.6.4. Аварийный архив**

Данный архив позволяет отобразить в графическом виде токи и напряжения на момент отключения СУ. При работе СУ архив записывается непрерывно в оперативную память контроллера и при возникновении аварийного отключения содержимое переносится в энергонезависимую память с возможностью последующего чтения через USB накопитель и дальнейшего анализа в программе Etalon\_AV.

Архив содержит:

- амплитудные значения выходных токов по трем фазам\*;
- амплитудные значения входных напряжений по трем фазам;
- напряжение и ток в звене постоянного тока;
- напряжение питания драйверов IGBT;

**\*Примечание. Для пересчета в действующую величину напряжения или тока необходимо амплитудное значение делить на корень из 2.**

#### **5.6.5. Архив потребляемой мощности**

Каждая запись содержит пять полей:

- дата записи (число, месяц, год);
- время према записи (часы и минуты);
- активная энергия прямого и обратного направления;
- реактивная энергия прямого и обратного направления;

## 6. РАБОТА СТАНЦИИ

### 6.1. Режимы работы станции.

СУ обеспечивает работу УЭЦН в двух основных режимах «РУЧНОЙ» и «АВТОМАТИЧЕСКИЙ». Выбор основного режима происходит в параметре «Задание режима работы ПЭД» установкой значения «Ручной» или «Авто». Кроме того, для расширения основных режимов работы, имеются дополнительные режимы «ОДНОКРАТНЫЙ», «ПЕРИОДИЧЕСКИЙ». Выбор дополнительного режима осуществляется установкой значений параметров «Работа ПЭД по программе», «Время работы ПЭД в режиме таймера» и «Время останова ПЭД в режиме таймера» (см. таблицу 4).

Таблица 4. Режимы работы

Вид режима	Значение параметра «Время работы в режиме таймера»	Значение параметра «Время останова в режиме таймера»
Периодический	Любое $\neq$ 0	Любое $\neq$ 0
Однократный	Любое $\neq$ 0	0

#### 6.1.1. Ручной режим

В ручном режиме ПЭД включается только вручную, и работает до тех пор, пока:

- не произойдёт ручное или дистанционное отключение;
- не произойдёт аварийное отключение.

В любом случае следующий пуск можно произвести только вручную или дистанционно.

В этом режиме контролируются все установленные защиты. АПВ заблокирован.

#### 6.1.2. Автоматический режим

В автоматическом режиме пуск может быть произведен как вручную, нажатием кнопки «Пуск», так и автоматически после подачи напряжения питания, либо после выдержки времени АПВ после срабатывания какой-либо защиты, либо дистанционно. Контролируются все установленные защиты. После останова по защите возможно АПВ, если это предусмотрено настройкой защиты.

#### 6.1.3. Периодический режим (работа по программе)

В периодическом режиме после пуска ПЭД будет работать до тех пор, пока:

- не истечёт время работы. При этом следующий пуск произойдёт после истечения времени паузы, если нет аварийной ситуации;
- не выключат вручную или дистанционно. При этом следующий пуск будет возможен только вручную или дистанционно;
- не произойдёт аварийное отключение. При этом следующий пуск произойдёт автоматически по истечению времени задержки АПВ для этой защиты, если АПВ не заблокирован.

Если во время работы произойдёт отключение питания, то при подаче питания АПВ произойдёт по истечении времени, указанного в значении параметра «Автозапуск», и будет работать в течение недоработанного времени.

#### 6.1.4. Однократный режим

В однократном режиме ПЭД включается только вручную, и работает до тех пор, пока:

- не истечёт время работы;
- не выключат вручную или дистанционно;
- не произойдёт аварийное отключение.

В любом случае следующий пуск можно произвести только вручную или дистанционно.

#### 6.1.5. Режим «ДАВЛЕНИЕ-ДАВЛЕНИЕ».

В режиме «ДАВЛЕНИЕ-ДАВЛЕНИЕ» ПЭД будет работать до тех пор, пока значение давления на приёме насоса не станет равным или ниже значения, указанному в параметре «Минимальное давление». После того как значение давления достигнет значения, указанного в параметре «Номинальное давление» двигатель будет пущен автоматически.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для того чтобы контроллер работал в режиме «ДАВЛЕНИЕ-ДАВЛЕНИЕ», необходимо чтобы контроллер был настроен на работу в «Бесконечном» либо «Периодическом» режиме.

В этом режиме также контролируются все установленные защиты в соответствии с заданным режимом.

#### 6.1.6. Режим «ТЕМПЕРАТУРА-ТЕМПЕРАТУРА».

В режиме «ТЕМПЕРАТУРА-ТЕМПЕРАТУРА» ПЭД будет работать до тех пор, пока значение температуры двигателя не станет равным или выше значения, указанному в параметре «Максимальная температура». После того как температура достигнет значения, указанного в параметре «Номинальная температура» двигатель будет пущен автоматически.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для того чтобы контроллер работал в режиме «ТЕМПЕРАТУРА-ТЕМПЕРАТУРА», необходимо чтобы контроллер был настроен на работу в «Бесконечном» либо «Периодическом» режиме.

В этом режиме также контролируются все установленные защиты в соответствии с заданным режимом.

#### 6.1.7. Режим «СТАБИЛИЗАЦИЯ ДАВЛЕНИЯ НА ПРИЁМЕ НАСОСА»

В режиме «СТАБИЛИЗАЦИЯ ДАВЛЕНИЯ НА ПРИЁМЕ НАСОСА» СУ автоматически поддерживает давление на приёме насоса, заданное в параметре «Стабилизируемое значение». В этом режиме СУ автоматически вырабатывает частоту необходимую для поддержания заданного давления. Для того, чтобы СУ работала в режиме «СТАБИЛИЗАЦИЯ ДАВЛЕНИЯ НА ПРИЁМЕ НАСОСА» необходимо в параметре «Автоматический режим регулирования» установить значение «Давление» и подобрать коэффициенты ПИД регулятора.

#### 6.1.8. Режим «СТАБИЛИЗАЦИЯ ТОКА»

В режиме «СТАБИЛИЗАЦИЯ ТОКА» СУ автоматически поддерживает заданный в параметре «Стабилизируемое значение» ток на выходе СУ. В этом режиме СУ автоматически вырабатывает частоту необходимую для поддержания заданного значения тока. Для того, чтобы СУ работала в режиме «СТАБИЛИЗАЦИЯ ТОКА» необходимо в параметре «Автоматический режим регулирования» установить значение «Ток», а также настроить параметры ПИД-регулятора.

#### 6.1.9. Режимы пуска.

##### 6.1.9.1. Толчковый режим.

Толчковый режим предназначен для включений, требующих повышенного пускового момента. В этом случае в течение некоторого времени (выбирается уставкой) к двигателю прикладывается повышенное начальное напряжение (до 30% от номинального), которое требуется для создания увеличенного пускового момента.

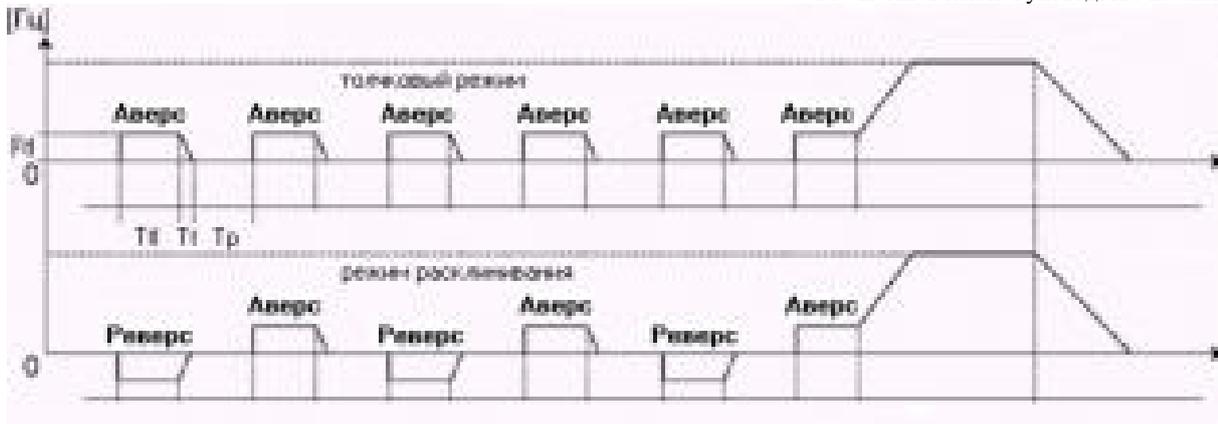


Рис. 20. Режимы толчковый и расклинивания

Параметры толчкового режима и режима расклинивания:

$F_{tl}$  - Частота толчка.

$T_{tl}$  - Время толчка.

$T_r$  - Время паузы толчка.

$K_{ol}$  - Количество толчков.

#### 6.1.9.2. Режим расклинивания.

Режим расклинивания – толчковый режим с изменением выходного направления чередования фаз, предназначен для срыва клина ротора двигателя.

Направление вращения первого толчка выбирается автоматически исходя из заданного количества толчков и выходного чередования фаз, которое будет активным после разгона частоты.

#### 6.1.10 Режим ПИД-регулирования выходной частоты.

В режиме автоматического регулирования СУ может поддерживать заданную величину.

В режиме регулятора СУ автоматически изменяет выходную частоту  $F_{\text{вых}}$ , для уменьшения отклонения  $e(t)$  (разность между текущим значением контролируемой величины  $y(t)$  и ее заданным статичным значением  $y_{\text{зад}}$ ). Выходная частота плавно меняется в пределах от  $F_{\text{min}}$  (значение минимальной частоты) до  $F_{\text{max}}$  (значение максимальной частоты), причем увеличение частоты происходит со скоростью увеличения, а уменьшение со скоростью снижения выходной частоты независимо от функции регулирования.

##### 6.1.10.1 Пропорциональное регулирование (П-закон)

При работе в режиме П-регулятора выходная частота  $F_{\text{вых}}$  пропорциональна величине отклонения  $e(t)$ :

$U(t) = K_p \cdot e(t)$ , где  $e(t) = y(t) - y_{\text{зад}}$  - ошибка регулирования,  $K_p$  - значение пропорционального коэффициента (коэффициент усиления контура обратной связи).

В этом режиме регулирования также осуществляется возможность управления выходной частотой СУ с помощью аналогового входа 0, расположенного на клеммнике внешних подключений. Для этого необходимо установить величину уставки «Стабилизируемое значение» в ноль, а также установить тип характеристики ПИД «обратная», настроить величину коэффициента коррекции аналогового входа 0 и величину пропорционального коэффициента для получения необходимого значения выходной частоты, учитывая, что входное значение частоты должно быть умножено на 10:

$$F_{\text{вых}} = \frac{KK}{10} U_{\text{вх}} \cdot K_p, \text{ где } KK - \text{ значение коэффициента коррекции аналогового входа 0.}$$

Например, для получения значения выходной частоты 50Гц при входном напряжении 5,00В необходимо установить  $KK=100,0$ ;  $K_p=10,0$ .

### 6.1.10.2 Пропорционально-интегральное регулирование (ПИ-закон)

Для увеличения точности регулирования вводят интегральную составляющую ПИ-закона. При работе в режиме ПИ-регулятора функция выходной частоты  $F_{\text{вых}}$  будет зависеть как от величины отклонения  $e(t)$ , так и от времени существования отклонения, т. е.

$$U(t) = K_p \cdot (e(t) + \frac{1}{T_u} \int_0^t e(t) dt),$$

$T_u$  – постоянная времени контура интегрирования в секундах.

Чем больше время интегрирования, тем медленнее время реакции системы на внешнее возмущение и выше точность регулирования, однако на быстрое возмущение система реагировать не сможет.

### 6.1.10.3 Пропорционально – интегрально – дифференциальное регулирование (ПИД - закон)

Для уменьшения времени реакции на возмущение вводится дифференциальная составляющая ПИД-закон:

$$U(t) = K_p \cdot (e(t) + \frac{1}{T_u} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt}),$$

$T_d$  – постоянная времени контура дифференцирования в секундах.

Для наиболее ответственных контуров можно рекомендовать использование ПИД-регулятора, обеспечивающего наиболее высокое быстродействие в системе. Однако следует учитывать, что это условие выполняется только при его оптимальных настройках (настраиваются все три параметра регулятора).

С увеличением запаздывания в системе резко возрастают отрицательные фазовые сдвиги, что снижает эффект действия дифференциальной составляющей регулятора. Поэтому качество работы ПИД-регулятора для систем с большим запаздыванием становится сравнимо с качеством работы ПИ-регулятора. Кроме этого, наличие шумов в канале измерения в системе с ПИД-регулятором приводит к значительным случайным колебаниям управляющего сигнала регулятора, что увеличивает дисперсию ошибки регулирования и износ исполнительного механизма.

Таким образом, ПИД-регулятор следует выбирать для систем регулирования, с относительно малым уровнем шумов и величиной запаздывания в объекте управления. Примерами таких систем является системы регулирования температуры.

6.1.10.4 Регулятор может иметь прямую или обратную характеристику. Если выбрана прямая характеристика, увеличение рассогласования между сигналом задания и сигналом обратной связи приведет к повышению выходной частоты, если регулятор имеет обратную характеристику, увеличение рассогласования приведет к снижению выходной частоты.

## 6.2. Работа защит.

### 6.2.1. Перегрузка.

Принцип работы защиты от перегрузки основан на сравнении полного рабочего тока (максимального из трех фазных токов) электродвигателя с уставкой ЗП, установленной в процентах от номинального тока ПЭД.

Желаемое значение задается в параметре «Уставка перегрузки». Значение перегрузки задается в процентах относительно значения параметра «Номинальный ток ПЭД». Защита активизируется по истечению времени, указанного в параметре «Задержка контроля

перегрузки». В случае, когда наибольший из измеренных токов становится равен или превышает уставку перегрузки, начинается отсчёт времени заданный в параметре «Задержка срабатывания от перегрузки ЗП». Отсчёт времени происходит по обратной амперсекундной зависимости в зависимости от кратности выходного и номинального токов. При выходном токе, равном номинальному рабочему току, задержка будет выдержана в соответствии с параметром «Задержка срабатывания от перегрузки ЗП». При, например, двукратном превышении номинального тока задержка будет уменьшена в 4 раза:  $T_{ЗП} * \left(\frac{I_{НОМ}}{2I_{НОМ}}\right)^2 = \frac{T_{ЗП}}{4}$

По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчёта времени задержки аварийная ситуация исчезает, т.е. превышение тока становится меньше значения параметра «Уставка перегрузки», отсчёт времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации. Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка от перегрузки (ЗП)». После срабатывания защиты по перегрузке АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка от перегрузки (ЗП)»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ защит перегрузки».

Во всех других случаях после отключения по перегрузке ПЭД будет пущен по истечению времени АПВ после отключения ЗП.

Для настройки защиты от перегрузки следует руководствоваться регламентом на обслуживание установок электроцентробежных насосов и рекомендациями заводоизготовителей погружных электродвигателей.

При работе защиты контроллер анализирует сопутствующие аварийные ситуации, например, при наличии одновременного срабатывания защиты «Пониженное напряжение» («Повышенное напряжение») и «Перегрузка», авария «Перегрузка» игнорируется и устанавливается активной аварией «Пониженное напряжение» («Повышенное напряжение»), как первопричина.

### 6.2.2. Недогрузка.

При недогрузке электродвигателя по сравнению с рабочим режимом значительно уменьшается момент на валу электродвигателя, в то время как реактивная составляющая тока достаточно велика. Поэтому при недогрузке активная составляющая тока электродвигателя уменьшается в значительно большей степени, чем полный ток.

В связи с этим принцип работы защиты от недогрузки основан на вычислении активной составляющей тока (фактической загрузки) электродвигателя и сравнения ее с уставкой, установленной в процентах от номинального активного тока (номинальной загрузки). Такой принцип позволяет сделать работу защиты от недогрузки более четкой и снизить требования к точности настройки защиты для обеспечения гарантированного отключения электродвигателя при недогрузке.

Желаемое значение задаётся в параметре «Уставка недогрузки». Значение недогрузки задается в процентах относительно значения параметра «Номинальный ток ПЭД». При определении недогрузки используются значения параметров «Коэффициент мощности» и «Номинальный коэффициент мощности». Защита активизируется по истечению времени, указанного в параметре «Задержка контроля недогрузки». В случае, когда наименьший из измеренных токов, отнесенный значению параметра «номинальный ток ПЭД» и умноженный на текущее значение параметра «Коэффициент мощности» становится равен или меньше значения параметра «Уставка недогрузки» умноженного на значение параметра «Номинальный коэффициент мощности», начинается отсчёт времени заданный в параметре «Задержка срабатывания от недогрузки ЗСП».

Условие срабатывания недогрузки:

$$\frac{I_{пэд\_a}}{I_{ном\_a}} \leq \frac{Уставка\_ЗСП}{100}$$

$$I_{пэд\_a} = I_{пэд} * K_{мощ};$$

$$I_{ном\_a} = I_{ном} * K_{мощ\_ном};$$

$I_{пэд\_a}$  – наименьший текущий активный измеренный ток фазы ПЭД;

$I_{ном\_a}$  – номинальный активный ток ПЭД;

$K_{мощ}$  – текущий коэффициент мощности нагрузки;

$K_{мощ\_ном}$  – номинальный коэффициент мощности ПЭД.

В установившемся режиме работы насосной установки зафиксируйте фактическую загрузку электродвигателя на главном окне «Работа». Далее установите уставку срабатывания защиты от недогрузки 80 - 90% от фактической загрузки.

Фактическая загрузка электродвигателя вычисляется по формуле:

$$Загр = \frac{I_{пэд\_a}}{I_{ном\_a}} \cdot 100\%$$

Например, фактическая загрузка равна 50%. Значит, уставку срабатывания защиты от недогрузки следует установить  $0,90 * 0,50 = 0,45$ , то есть 45%.

По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчёта времени задержки аварийная ситуация исчезает, т.е. уменьшение тока или коэффициента мощности становится больше значения параметра «Уставка недогрузки», отсчёт времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка от недогрузки (ЗСП)».

После срабатывания защиты по перегрузке АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка от недогрузки (ЗСП)»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ защит недогрузки».

Во всех других случаях после отключения по недогрузке ПЭД будет пущен по истечению времени АПВ после отключения ЗП.

### 6.2.3. Дисбаланс тока.

Максимальное значение дисбаланса тока задаётся в параметре «Уставка дисбаланса токов». Защита активизируется по истечению времени, указанного в параметре «Задержка контроля дисбаланса тока». В случае, когда значение дисбаланса тока становится равно или выше уставки дисбаланса тока, начинается отсчёт времени заданный в параметре «Задержка срабатыв. дисбаланс токов». По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчёта времени задержки аварийная ситуация исчезает, отсчёт времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка от дисбаланса токов».

После срабатывания защиты по дисбалансу тока АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка от дисбаланса токов»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ дисбаланса тока».

В противном случае после отключения по дисбалансу тока ПЭД будет пущен по истечению времени АПВ после срабатывания защиты по дисбалансу тока.

#### 6.2.4. Низкое сопротивление изоляции системы «ТМПН-ПЭД».

Минимальное значение сопротивления изоляции задаётся в параметре «Минимальное сопротивление изоляции». В случае, когда значение сопротивления изоляции становится равно или ниже уставки, ПЭД будет отключен.

После срабатывания защиты по пониженному сопротивлению изоляции АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только по команде оператора.

#### 6.2.5. Повышенное напряжение.

Максимальное значение напряжения питания задаётся в параметре «Уставка высокого напряжения». Уставка задается в процентах относительно номинального напряжения 380В. Защита активизируется по истечению времени, указанного в параметре «Задержка контроля защиты напряжений». В случае, когда наибольшее напряжение любой из трёх фаз становится равно или превышает уставку высокого напряжения, начинается отсчёт времени заданный в параметре «Задержка срабатывания от высокого напряжения». По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчёта времени задержки аварийная ситуация исчезает, т.е. напряжение становится меньше значения, указанного в параметре «Уставка высокого напряжения», отсчёт времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка от высокого U фазы».

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Если в параметре «Контроль напряжения» установлено «Перегрузка», при повышенном напряжении отключение произойдет только в том случае, если повышенное напряжение вызывает недопустимую перегрузку по току.

После срабатывания защиты по повышенному напряжению АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка от высокого U фазы»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ отклонения питания».

В противном случае после отключения по повышенному напряжению ПЭД будет пущен по истечению времени АПВ после срабатывания защиты по повышенному напряжению.

#### 6.2.6. Пониженное напряжение.

Минимальное значение напряжения питания задается в параметре «Уставка низкого напряжения». Уставка задается в процентах относительно номинального напряжения 380В. Защита активизируется по истечению времени, указанного в параметре «Задержка контроля защиты напряжений». В случае, когда наименьшее напряжение любой из трех фаз становится равно или ниже уставки минимального напряжения, начинается отсчет времени заданный в параметре «Задержка срабатывания от низкого напряжения». По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчета времени задержки аварийная ситуация исчезает, т.е. напряжение становится выше значения, указанного в параметре «Уставка низкого напряжения», отсчет времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка от низкого U фазы».

После срабатывания защиты по пониженному напряжению АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка от низкого U фазы»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ отклонения питания».

В противном случае после отключения по пониженному напряжению ПЭД будет пущен по истечению времени АПВ после срабатывания защиты по пониженному напряжению.

#### 6.2.7. Дисбаланс напряжения

Максимальное значение дисбаланса напряжения задаётся в параметре «Уставка дисбаланса напряжений». Защита активизируется по истечению времени, указанного в параметре

«Задержка контроля защиты напряжений». В случае, когда значение дисбаланса напряжения становится равно или выше уставки дисбаланса напряжения, начинается отсчёт времени заданный в параметре «Задержка срабатывания от дисбаланса напряжений». По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчёта времени задержки аварийная ситуация исчезает, отсчёт времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка от дисбаланса напряжений».

После срабатывания защиты по пониженному напряжению АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка от дисбаланса напряжений»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ дисбаланса напряжения».

В противном случае после отключения по дисбалансу напряжений ПЭД будет пущен по истечению времени АПВ после срабатывания защиты по дисбалансу напряжений.

6.2.8. Отключение при снижении давления в трубопроводе по сигналу контактного манометра.

Защита активизируется по истечению времени, указанного в параметре «Задержка контроля контактного манометра» сразу после пуска». При появлении на входе «ДАВЛЕНИЕ» контроллера аварийного сигнала, начинается отсчёт времени заданный в параметре «Задержка срабатывания от контактного манометра». По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчёта времени задержки аварийный сигнал исчезает, отсчёт времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита по сигналу контактного манометра».

После срабатывания защиты по сигналу ЭКМ АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только по команде оператора.

6.2.9. Неверное чередование фаз.

Запуск не состоится в случае, если направление чередования фаз не совпадает с направлением, указанным в параметре «Направление чередования фаз». Последующие пуски будут невозможны до устранения неисправности. Для пуска ПЭД необходимо либо подключить установку так, чтобы чередование фаз совпадало с направлением, указанным в параметре «Направление чередования фаз», либо изменить значение параметра, если установка подключена правильно.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита от неверного чередования фаз».

6.2.10. Ошибка ОЗУ.

Является следствием разряда ионистора, питающего часы реального времени и подбатарейную память часов из-за длительного нахождения СУ без питания. Необходимо проверить все параметры и уставки, а так же установить текущую дату.

6.2.11. Открывание дверей силового отсека.

ПЭД будет отключен при открывании любой из дверей силового отсека или отсека подключения, если в параметре «Блокировка двери силового отсека СУ» установлено «Вкл.»

После срабатывания защиты при открывании пуск будет запрещён до тех пор, пока все двери не будут закрыты, либо не отключена защита от открывания дверей (в параметре «Блокировка двери силового отсека СУ» установить «Откл.»).

6.2.12. Низкое давление на приёме насоса (По давлению).

Минимального значение давления на приёме насоса задаётся в параметре «Уставка минимального давления на приёме насоса». Уставка начинает контролироваться после пуска

по истечении времени в параметре «Задержка контроля для ТМС». Когда измеренное давление становится равно или ниже этой уставке, начинается отсчёт времени заданный в параметре «Задержка срабатывания от низкого Р на приеме насоса». По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчёта времени задержки аварийная ситуация исчезает, отсчёт времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка от низкого Р на приеме насоса».

После срабатывания защиты по пониженному давлению АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка от низкого Р на приеме насоса»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ для ТМС».

ПЭД будет пущен автоматически после того, как истечет время АПВ и давление достигнет значения, записанного в параметре «Номинальное давление».

#### 6.2.13. Высокая температура обмотки ПЭД.

Максимальное значение температуры задаётся в параметре «Уставка максимальной температуры обмотки ПЭД». Уставка начинает контролироваться после пуска по истечении времени в параметре «Задержка контроля для ТМС». Когда измеренная температура становится равной или выше этой уставки, начинается отсчёт времени заданный в параметре «Задержка срабатывания от высокой Т обмотки ПЭД». По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчёта времени задержки аварийная ситуация исчезает, отсчёт времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка от высокой Т ПЭД».

После срабатывания защиты по пониженному давлению АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка от высокой Т ПЭД»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ для ТМС».

ПЭД будет пущен автоматически после того, как истечет время АПВ и температура достигнет значения, записанного в параметре «Номинальная температура».

#### 6.2.14. Повышенная вибрация насосной установки.

Вибрация контролируется по трем осям X, Y, Z. Максимальное значение допустимой вибрации задаётся для каждой из осей в параметре «Уставка максимальной вибрации ПЭД». Уставка начинает контролироваться после пуска по истечении времени в параметре «Задержка контроля для ТМС». Когда измеренное значение вибрации становится равно или выше этой уставки, начинается отсчёт времени заданный в параметре «Задержка срабатывания от вибрации». По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчёта времени задержки аварийная ситуация исчезает, отсчёт времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка от вибрации».

После срабатывания защиты по пониженному давлению АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка от вибрации»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ для ТМС».

Во всех остальных случаях ПЭД будет пущен автоматически после того, как истечет время АПВ.

#### 6.2.15. Защита ЧРП.

Является неотключаемой защитой. Каждый выходной ключ инвертора защищен индивидуальной аппаратной быстродействующей защитой от превышения максимального тока. Защита настроена на полуторакратное превышение значения номинального тока через силовые ключи инвертора. При срабатывании аппаратной защиты по превышению максимального тока ключей ПЭД будет отключен. После срабатывания защиты возможен режим АПВ после самотестирования СУ при условии того, что силовая часть исправна, с количеством повторных включений не более 5.

#### 6.2.16. Превышение максимальной температуры дросселей выходного LC фильтра СУ.

Является неотключаемой защитой. Защита по превышению температуры выходного фильтра отключает ПЭД при достижении температуры выше  $+95^{\circ}\text{C}$ . Повторный запуск возможен только по команде оператора.

#### 6.2.17. По количеству АПВ.

Защита по превышению количества АПВ по какой-либо из защит, если это предусмотрено настройками защиты. После срабатывания данной аварии дальнейшие запуски блокируются, необходимо вмешательство оператора.

#### 6.2.18. Дополнительный аналоговый вход 0.

Значение аналогового входа 0 превысило установленное уставкой значение. Уставка начинает контролироваться после пуска по истечении времени в параметре «Задержка контроля для аналогового входа 0». Когда измеренное значение входа становится равно или выше этой уставки, начинается отсчет времени заданный в параметре «Задержка срабатывания аналоговый вход 0». По истечении времени задержки ПЭД будет отключен. Если во время отсчета времени задержки аварийная ситуация исчезает, отсчет времени задержки прекращается. Отсчет начнется заново при возникновении новой аварийной ситуации.

Контроль защиты может быть отключен установкой значения «Откл» параметра «Защита/блокировка по аналоговому входу 0».

После срабатывания защиты по пониженному давлению АПВ будет заблокирован и следующий пуск возможен только вручную или дистанционно в случае, если:

- значение «Блк» параметра «Защита/блокировка по аналоговому входу 0»;
- счетчик АПВ превысит число, записанное в параметре «Уставка кол-ва АПВ после защит аналогового входа 0».

Во всех остальных случаях ПЭД будет пущен автоматически после того, как истечет время АПВ.

#### 6.2.19. Пропало питание.

Является следствием пропадания питания СУ в режиме «Работа», «Ожидание». АПВ возможен только в автоматическом режиме работы СУ. После восстановления питания если станция находилась в режиме «Работа», то произойдет АПВ через промежуток времени «Задержка АПВ после отключения питания». Если СУ находилась в режиме ожидания, то после восстановления питания вычисляется время отсутствия питания, если это время меньше оставшегося времени ожидания, то выжидается время ожидания и происходит АПВ. Если время больше, то выжидается время «Задержка АПВ после отключения питания» и происходит АПВ. Если СУ находилась в состоянии аварии в ручном режиме, то после восстановления питания авария питания будет проигнорирована и произойдет восстановление предыдущей аварии.

#### 6.2.20. Авария питания.

Является следствием отказа источников питания контроллера измерительного при условии, что напряжения питания СУ находятся в допустимом пределе. Дальнейшая работа СУ

невозможна. Необходимо обратиться в сервисную службу. Если же данная авария возникла при работе СУ с одновременным срабатыванием аварии «Пониженное напряжение», то авария «Авария питания» игнорируется и активной аварией становится авария «Пониженное напряжение», как первопричина.

#### 6.2.21. Сбой уставок.

При включении питания СУ проверяются уставки, относящиеся к работе ЧРП на корректность их значения. При выходе любой из уставок за пределы нормы будет выдана соответствующая авария без возможности деблокировки и дальнейшего пуска. Необходимо проверить значения уставок или загрузить значения по умолчанию.

#### 6.2.22. Питание драйверов.

Является следствием недопустимо низкого напряжения питания для драйверов IGBT силовой части СУ. При срабатывании защиты анализируются сопутствующие аварии. Например, при одновременном срабатывании защиты «Питание драйверов» и «Пониженное напряжение», авария «Питание драйверов» игнорируется и активной аварией становится авария «Пониженное напряжение», как первопричина.

#### 6.2.23. Низкое U силовой цепи.

Является следствием недопустимо низкого снижения напряжения в звене постоянного тока ЧРП. АПВ по данной защите заблокирован. Если же данная защита сработала во время работы СУ, то анализируются сопутствующие аварийные ситуации. Например, при одновременном срабатывании защиты «Низкое U силовой цепи» и «Пониженное напряжение», авария «Низкое U силовой цепи» игнорируется и активной аварией становится авария «Пониженное напряжение», как первопричина.

#### 6.2.24. Высокое U силовой цепи.

Является следствием недопустимо высокого подъема напряжения в звене постоянного тока ЧРП. АПВ по данной защите заблокирован. Если же данная защита сработала во время работы СУ, то анализируются сопутствующие аварийные ситуации. Например, при одновременном срабатывании защиты «Высокое U силовой цепи» и «Повышенное напряжение», авария «Высокое U силовой цепи» игнорируется и активной аварией становится авария «Повышенное напряжение», как первопричина.

#### 6.2.25. Автомат фильтра

Является следствием включенного состояния автоматического выключателя SF8 синусного фильтра в режиме ВД, а так же отключенного состояния этого автомата в режиме ЧР подробное описание приведено в п.10.1.

#### 6.2.26. МТЗ – Максимальная токовая защита - только в режиме ВД.

Причина, как правило в потере синхронизации вентильного ЭД, что приводит к резкой остановке ротора ВЭД и повышению тока. Защита позволяет избежать механического повреждения погружной установки – слом вала и т.п.

#### 6.2.27. Деблокировка.

Для деблокировки АПВ необходимо перевести переключатель «РАБОТА/СТОП» в положение СТОП. При этом надпись, индицирующая наименование аварии исчезнет, красный светодиод «АВАРИЯ» индикаторов состояния станции погаснет. Для продолжения работы необходимо перевести тумблер «РАБОТА/СТОП» в верхнее положение, при этом, если исчезла причина, вызвавшая аварию, то на экране высветится сообщение «Готов», показывающее отсутствие аварий и готовность к пуску.

### 6.3. Работа в режиме просмотра архива событий.

6.3.1. Для просмотра архива событий необходимо зайти в подменю «Архив» и выбрать один из интересующих нас архивов, затем прокручивая список архивных параметров вниз с помощью клавиши «Вниз» убедиться, что архив не пустой, т.е. значение поля «Текущий номер записи» отлично от нуля. После чего нажатием клавиш «Влево» для уменьшения номера текущей просматриваемой записи и «Вправо» для увеличения номера записи просмотреть содержимое архива. Для просмотра доступны все записи каждого архива.

**Примечание.** Просмотр архива изменения уставок на панели управления не несет полного информационного смысла и является критерием наличия факта изменения уставок в определенном временном диапазоне. Для получения полной картины необходимо перенести архив на персональный компьютер и просмотреть с помощью программы «Etalon-AV».

### 6.4. Работа при установленном пароле.

В контроллере для ограничения доступа могут использоваться два пароля, первого уровня (пароль оператора) и второго уровня (пароль электрика). Все основные параметры, относящиеся к работе скважины и СУ могут быть заблокированы для оператора и доступны только лишь после ввода второго пароля. Пароль второго уровня также снимает ограничения по установленному паролю первого уровня и нет необходимости вводить оба пароля сразу. Значением для пароля может служить любое число от 0 до 9999. В случае установленного пароля доступ на изменение уставок будет заблокирован. Соответственно, статус параметра будет с индикацией невозможности его модификации (восклицательный знак):

```
> Б л о к и р о в к а   д в е р и
   с и л о в о г о   о т с е к а   С У
       1 5   Б л о к   д в е р е й   С У
!           В к л
```

В случае совпадения введённого числа с установленным паролем, будет открыт доступ к редактированию параметров соответствующего уровня, а также доступ на изменение самих паролей.

```
> Б л о к и р о в к а   д в е р и
   с и л о в о г о   о т с е к а   С У
       1 5   Б л о к   д в е р е й   С У
*           В к л
```

Пароль после ввода будет действовать в течение 5мин, после чего необходимо будет ввести пароль снова. В случае если параметр «Пароль» любого уровня равен 0, доступ и редактирование параметров и защит будет разрешён без ввода пароля.

При установленных паролях первого и второго уровня, уставки относящиеся к второму уровню доступа скрываются (становятся невидимыми) и являются недоступными даже для просмотра до ввода корректного пароля. После ввода пароля первого уровня доступа открываются для редактирования уставки, относящиеся к первой группе доступа, а также становятся видимыми (но без возможности редактирования) уставки второго уровня доступа. Редактирование этой группы уставок возможно только после успешного ввода пароля второго уровня.

### 6.5.1. Пуск и останов.

После команды «ПУСК» происходит нарастание выходной частоты до номинального значения. Номинальное значение выходной частоты задаётся в параметре «Номинальная частота». Дальнейшее изменение выходной частоты происходит в соответствии с заданным режимом

работы. Изменение выходной частоты в любом режиме происходит в пределах между значениями заданными в параметрах «Минимальная частота» и «Максимальная частота». В любом режиме скорость изменения частоты в сторону увеличения задаётся параметром «время увеличения выходной частоты», а скорость изменения частоты в сторону уменьшения задаётся параметром «время уменьшения выходной частоты».

6.5.2. Автоматическое изменение выходной частоты за определённый промежуток времени. Данный режим управления возможен только в режиме управления – ручной (в параметре «Автоматический режим регулирования» установлено «РУЧНОЕ»). Для выбора режима «автоматический вывод на режим» необходимо в параметре «Изменение частоты в сутки» задать значение на которое выходная частота будет плавно изменяться от номинального значения до максимального.

6.5.3. Регулирование выходной мощности.

Подводимая к ПЭД мощность определяется двумя параметрами:  
характеристика нарастания выходного напряжения;  
напряжение при 50Гц;

При линейной характеристике нарастания выходного напряжения (в параметре «Характеристика нарастания выходного напряжения» установлено «Линейная») выходное напряжение изменяется пропорционально изменению выходной частоте. ( $U_{\text{вых}}=K \cdot f_{\text{вых}}$ );  
При квадратичной характеристике нарастания выходного напряжения (в параметре «Характеристика нарастания выходного напряжения» установлено «Квадратичная») выходное напряжение изменяется квадратично изменению выходной частоте. ( $U_{\text{вых}}=K \cdot f_{\text{вых}}^2$ ).

где  $U_{\text{вых}}$  – действующее значение напряжения на выходе СУ,

$f_{\text{вых}}$  – выходная частота,

$K$  – коэффициент наклона характеристики. Коэффициент наклона характеристики зависит от значения параметра «Базовое напряжение».

Для примера рассмотрим АД с номинальным напряжением 380В и номинальной частотой 60Гц, характеристика нарастания – линейная. Для нормальной работы двигателя необходимо установить значение 380 параметра «Базовое напряжение» и значение 60 параметра «Базовая частота». При работе напряжение на двигателе достигнет значения 380В на частоте 60 Гц. Для двигателя с номинальной частотой 50Гц необходимо устанавливать параметр «Базовая частота» равный 50Гц.

6.5.4. Изменение чередования фаз на выходе СУ.

При изменении чередования фаз на выходе СУ в режиме «РАБОТА» происходит плавное снижение выходной частоты до полного останова, затем плавное нарастание выходной частоты с измененным направлением чередованием фаз. Для изменения чередования фаз следует изменить значение параметра «Вращение».

6.5.5. При пуске СУ контролирует напряжение на выходных зажимах, определяя частоту и чередование фаз сигнала, создаваемого двигателем. При совпадении чередования фаз сигнала с направлением вращения, формируемым частотным преобразователем, устанавливается выходная частота СУ, равной измеренной частоте сигнала и происходит разгон двигателя до номинальной частоты с заданным темпом. При несовпадении чередования с направлением вращения (обратное вращение ПЭД) устанавливается выходная частота, равной измеренной частоте сигнала, но с обратным направлением вращения (в соответствии с вращением двигателя), затем происходит снижение выходной частоты в соответствии с заданным темпом и плавный разгон в нужном направлении.

### 6.5.6. Специальные алгоритмы СУ ЧР

#### 1. Сценарий запуска ПЭД при подклинивании насоса.

- 1.1. Во время автоматического запуска ПЭД после окончания времени ожидания АПВ, окончания времени паузы при работе по программе или после дистанционной команды на запуск, СУ ЧР осуществляет попытку плавного разгона;
- 1.2. Если во время плавного разгона УЭЦН рабочий ток ПЭД превысит уставку ЗП, активируются специальные алгоритмы, если выполняются следующие условия:
- $R_{изол} > 1 \text{ МОм}$ ;
  - С момента первичного запуска прошло  $< 365$  суток.
- Если заданные условия не выполняются, либо запуск осуществлен вручную оператором, СУ ЧР отработывает стандартную защиту от ЗП при фиксации перегрузки.
- 1.3. Во время действия специальных алгоритмов применяется минимальная дискретность записи хронологии событий.
- 1.4. Во время действия специальных алгоритмов автоматически активируется функция токоограничения. По умолчанию уставка токоограничения равна 150% (перегрузка 1,5). Т.е. при достижении рабочим током ПЭД во время разгона значения данной уставки набор выходной частоты приостанавливается, и незамедлительно осуществляет автоматический переход к **толчковому режиму** (текущая частота снижается до значения  $F_{толчка}$  без останова СУ).
- 1.5. Если во время плавного разгона рабочий ток превысил уставку ЗП, а выходная частота СУ достигла значения уставки «Рабочая частота» (т.е. нет перегрузки 1,5), то для ухода от ЗП будет осуществлено снижение выходной частоты, но не более чем на 1Гц.
- Если после снижения выходной частоты не более чем на 1Гц кратность перегрузки осталась в пределах 1,35 – 1,5, то через пять секунд, при отсутствии снижения тока, СУ осуществляет автоматический переход к **толчковому режиму** (текущая частота снижается до значения  $F_{толчка}$  без останова СУ);
  - Если после снижения выходной частоты не более чем на 1Гц кратность перегрузки находится в пределах 1,0 – 1,35 и уставка ЗП осталась превышена, то СУ дорабатывает оставшееся время до отключения, согласно таблице 3;
  - Если после снижения частоты не более чем на 1Гц перегрузка пропадает, то СУ должна продолжать работу на новой частоте неограниченное время, а в случае снижения рабочего тока автоматически переходить к частоте «Рабочая частота».
- 1.6. Если во время плавного разгона ПЭД СУ остановилась по одной из следующих аварий: перегруз, предельное токоограничение, защита ЧРП, то СУ должна перейти к ожиданию АПВ на 30 минут. После окончания времени АПВ СУ должна запуститься в толчковом режиме, и, отработав заданное количество толчков, перейти к плавному разгону.
- 1.7. Если плавный разгон ПЭД прошел штатно и авария перегруз отсутствует, то СУ должна отработать на «Рабочей частоте» (либо на частоте, до которой пришлось снизиться чтобы уйти от ЗП) в течение 5 минут, после чего отключить действие специальных алгоритмов, перейдя к стандартной карте уставок и защит.

*Толчковый режим*

- 1.8. В случае если плавный разгон осуществить не удалось или произошло отключение по одной из следующих аварий: перегруз, предельное токоограничение, защита ЧРП, СУ переходит к точковому запуску ПЭД (выдержав 30 минут в останове, если было отключение по аварии). По умолчанию настройки толчкового режима следующие: Fтолчка – 20Гц, Uтолчка – 130%, кол-во толчков 5.
- 1.9. После выполнения заданного количества толчков СУ осуществляет плавный разгон ПЭД. Если во время плавного разгона рабочий ток ПЭД превысил значение уставки токоограничения (150% - перегрузка 1,5), то набор выходной частоты приостанавливается и незамедлительно осуществляется автоматический переход к **режиму раскачки** (текущая частота снижается до значения Fраскачки без останова СУ).
- 1.10. Если во время плавного разгона после проведения серии толчков рабочий ток превысил уставку ЗП, а рабочая частота достигла значения «Рабочая частота» (т.е. нет перегрузки 1,5), то для ухода от ЗП СУ снизит выходную частоту (не более чем на 1Гц).
- Если после снижения выходной частоты не более чем на 1Гц кратность перегрузки осталась в пределе 1,35 – 1,5, то через пять секунд, при отсутствии снижения тока, СУ осуществляет автоматический переход к **режиму раскачки** (текущая частота снижается до значения Fраскачки без останова СУ);
  - Если после снижения выходной частоты не более чем на 1Гц кратность перегрузки находится в пределе 1,0 – 1,35 и уставка ЗП осталась превышена, то СУ дорабатывает время, оставшееся до отключения, согласно таблице 1;
  - Если после снижения частоты не более чем на 1Гц перегрузка отсутствует, то СУ должна продолжать работу на новой частоте неограниченное время, а в случае снижения рабочего тока автоматически переходить к частоте Fзад.
- 1.11. Если во время плавного разгона ПЭД после проведения толчков (либо во время проведения толчков) СУ остановилась по одной из следующих аварий: перегруз, предельное токоограничение, защита ЧРП, то СУ должна перейти к ожиданию АПВ на 30 минут. После окончания времени АПВ СУ должна повторить серию толчков и перейти к плавному разгону.
- 1.12. Если плавный разгон ПЭД прошел штатно и авария перегруз отсутствует, то СУ должна отработать на «Рабочей частоте» (либо на частоте, до которой пришлось снизиться чтобы уйти от ЗП) в течение 5 минут, после чего отключить действие специальных алгоритмов, перейдя к стандартной карте уставок и защит.

*Режим раскачки*

- 1.13. В случае если после завершения толчкового режима плавный разгон осуществить не удалось, СУ автоматически переходит к режиму раскачки ПЭД. По умолчанию настройки режима следующие: Fраскачки – 10Гц, Uраскачки – 130%, кол-во циклов раскачки 10.
- 1.14. После выполнения заданного количества циклов раскачки СУ осуществляет плавный разгон ПЭД. Если во время плавного разгона рабочий ток ПЭД превысил значение уставки токоограничения (150% - перегрузка 1,5), то набор выходной частоты приостанавливается, и через 5 секунд СУ останавливается по аварии перегруз с АПВ через 30 минут. Если число АПВ по аварии перегруз превышено (по умолчанию 2 АПВ), то дальнейшая работа СУ блокируется.
- 1.15. Если после плавного разгона рабочий ток превысил уставку ЗП, а рабочая частота достигла значения «Рабочая частота» (т.е. нет перегрузки 1,5), то для ухода от ЗП необходимо снизить выходную частоту (не более чем на 1Гц).

- Если после снижения выходной частоты не более чем на 1Гц кратность перегрузки находится в пределе 1,0 – 1,5 и уставка ЗП осталась превышена, то СУ дорабатывает оставшееся время до отключения, согласно таблице 1. Если число АПВ по аварии перегруз превышено (по умолчанию 2 АПВ), то дальнейшая работа СУ блокируется;

1.16. Если после снижения частоты не более чем на 1Гц перегрузка пропадает, то СУ должна продолжать работу на новой частоте неограниченное время, а в случае снижения рабочего тока автоматически переходить к «Рабочей частоте».

1.17. Если плавный разгон ПЭД после раскачки прошел штатно, и авария перегруз отсутствует, то СУ должна отработать на частоте «Рабочей частоте» (либо на частоте, до которой пришлось снизиться чтобы уйти от ЗП) в течение 5 минут, после чего отключить действие специальных алгоритмов, перейдя к стандартной карте уставок и защит.

## 2. Сценарий работы режима дегазации во время фиксации недогруза.

**Внимание!** Работа режима дегазации разрешается автоматически после включения уставки 4.13.1 «Специальные алгоритмы работы СУ ЧР». Если во время эксплуатации режим дегазации не требуется, то его необходимо отключить, задав для параметра 4.4.9 «Режим дегазации» значение «Откл».

2.1. Режим дегазации активируется во время фиксации низкой загрузки ПЭД;

2.2. Активация режима дегазации происходит автоматически, если выполняются следующие условия:

- Авария недогруз непрерывно фиксируется в течение 10 секунд;
- После предыдущей успешной прокачки газа прошло не менее 10 минут.

2.3. Процедура дегазации может состоять из одного, двух или трех циклов. Во время каждого цикла прокачки СУ выполняет следующие действия:

- Переход к нижней частоте прокачки газа и работа на данной частоте в течение времени, заданного параметром 4.9.5 «Время работы на частоте дегазации». По умолчанию в качестве уставки нижней частоты прокачки задается минимальная допустимая частота работы ПЭД;
- Переход к верхней частоте прокачки газа и работа на данной частоте в течение времени, заданного параметром 4.9.5 «Время работы на частоте дегазации». По умолчанию в качестве уставки верхней частоты прокачки задается значение равное  $F_{зад} + 5Гц.$ , но не выше максимальной допустимой частоты работы ПЭД;
- Переход к частоте «Рабочая частота» и анализ загрузки в течение 20 секунд. В случае восстановления загрузки алгоритм прокачки газа прекращается, дальнейшая активация режима будет возможна только через 10 минут. Если загрузка не восстановилась, то СУ повторяет еще максимум два цикла:  $F_{прокачки\ ниж.} \rightarrow F_{прокачки\ выс.} \rightarrow F_{рабочая}$ . Отсутствие восстановления загрузки в конце третьего цикла приводит к незамедлительному отключению СУ по аварии недогруз.

2.4. Критерием восстановления загрузки, во время работы на частоте  $F_{рабочая}$  в конце каждого цикла, является превышение текущей загрузкой ПЭД на величину значения уставки 4.9.6 «Порог отключения прокачки газа» над уставкой недогрузки;

2.5. В случае отключения по ЗСП в конце третьего цикла дегазации СУ переходит к ожиданию АПВ на время, определяемое стандартной настройкой защиты по ЗСП;

2.6. После запуска в работу и повторной фиксации недогрузки СУ повторяет 3 цикла дегазации.

2.7. По умолчанию, разрешено 2 АПВ по ЗСП.

### 3. Сценарий подхвата и разворота вала ПЭД при турбинном вращении.

**Внимание!** Функция подхвата вала ПЭД разрешается автоматически после включения уставки 4.13.1 «Специальные алгоритмы работы СУ ЧР». Если во время эксплуатации работа функции подхвата вала ПЭД не требуется, то ее необходимо отключить, задав для параметра 2.5.1 «Контроль турбинного вращения» значение «Вкл».

- 3.1. Алгоритм подхвата и разворота вала при турбинном вращении активируется только в тех случаях, если номинальная мощность ПЭД не превышает 70 кВт. В случае если номинальная мощность ПЭД превышает 70 кВт, СУ будет отрабатывать стандартный сценарий защиты – ожидание окончания турбинного вращения (когда турбинное вращение станет ниже уставки 2.5.2 турбинного вращения);
- 3.2. Первая попытка подхвата и разворота ротора производится сразу же после истечения времени АПВ с текущей частоты турбинного вращения;
- 3.3. В случае успешного разворота вала и последующего разгона до частоты  $f_{\text{рабочая}}$  действие алгоритма прекращается. В случае срабатывания какой-либо защиты (ЗП, высокое  $U_d$ , защита ЧРП) СУ переходит в ожидание. СУ находится в ожидании АПВ 10 минут или менее 10 минут, если текущая частота турбинного вращения становится равной:  $f_{\text{турб. тек.}} = f_{\text{турб.}}$  при предыдущей попытке подхвата – 5Гц. Далее производится повторная попытка подхвата и разворота вала ПЭД;
- 3.4. На подхват и разворот вала дается 3 попытки. Если третья попытка закончилась неудачей, СУ переходит в состояние ожидания окончания турбинного вращения (когда турбинное вращение станет ниже уставки 2.5.2 турбинного вращения).

## 7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. Все работы по установке, монтажу, демонтажу, эксплуатации и техническом обслуживанию должны выполняться в соответствии с действующими:

- «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- «Правилам безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения»;
- «Правилам безопасности в нефтяной и газовой промышленности»;

а также ведомственными действующими инструкциями и настоящим руководством.

7.2. Заземление и защитные меры безопасности должны выполняться в соответствии требованиями ПУЭ.

Корпус станции должен быть надежно соединен заземляющим проводником с заземлителем. Присоединение заземляющего проводника к заземлителю должно быть выполнено сваркой.

Сопротивление цепей заземления не должно превышать 0.5 Ом.

7.3. При подключении станции должна быть выполнена надежная электрическая связь нулевого провода с корпусом станции.

7.4. При выполнении работ внутри станции необходимо выполнить следующие мероприятия по безопасности работ:

- установить автоматический выключатель QF1 в положение "ОТКЛ" (нижнее положение). Для СУ ЧР АВ 2500 необходимо отключить автоматы в двух шкафах;
- снять напряжение с подводящих кабелей;
- вывесить предупредительные плакаты;

- проверить отсутствие напряжения на подводящих кабелях.
- выждать не менее 5 минут для разрядки конденсаторов.

7.5. При обслуживании обратить внимание на то, что при отключенном автоматическом выключателе QF1 под напряжением находятся следующие цепи:

- клеммы ввода напряжения 380В А, В, С;
- верхние клеммы автоматического выключателя SF2;
- верхние клеммы автоматического выключателя SF1;

## 8. УСТАНОВКА И МОНТАЖ

8.1. Станцию необходимо установить на горизонтальную подставку, высота которой позволяет предотвратить затопление станции водой и занос снегом.

Размеры площадки обслуживания должны обеспечивать с передней и задней сторон станции пространство для свободного доступа с целью обслуживания с учетом зоны открытой двери не менее 1м.

8.2. После установки станцию необходимо закрепить к площадке обслуживания болтами, для чего в основании станции предусмотрены отверстия. СУ ЧР АВ разместить на площадке, демонтировать транспортные распорки. Для упрощения рекомендуется отвернуть полностью только верхние болты распорок и наживить их на крепежную скобу (чтобы не потерять при эксплуатации). Распорки повернуть вертикально и зафиксировать к стойкам рамы скотчем 4-5 слоев.

8.3. После установки станции и подготовки её к работе согласно разделу 9 необходимо произвести монтаж внешних соединений в соответствии со схемой, приведенной в приложении 4.

## 9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

После установки и монтажа станции необходимо выполнить следующие работы:

- произвести внешний осмотр;
- проверить сопротивление изоляции;
- проверить функционирование контроллера и подготовить его к работе;
- проверить функционирование станции.

9.1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре необходимо проверить:

- наличие и комплектность эксплуатационной документации;
  - четкость включения и отключения автоматического выключателя QF1;
  - отсутствие следов перегрева на болтовых соединениях и токоведущих частях СУ;
  - работу дверных замков, двери должны отпираться и запираться легко, без заеданий;
- затяжку винтовых и болтовых соединений, обратив особое внимание на затяжку болтовых соединений силовых токоведущих цепей и присоединений к нулевым шинам.

9.2. Проверка функционирования контроллера и подготовка его к работе в режиме АД.

Перед проверкой необходимо установить автоматический выключатель QF1 и переключатель SA1 «РАБОТА/СТОП» положение "СТОП".

Подать напряжение питания 380В на вводные клеммы А, В, С.

9.2.1. Включить автоматические выключатели QF1, SF2. Закрыть дверь силового отсека. При этом на контроллер подается напряжение питания. Проверить автоматический выключатель SF8 – он должен быть в положении «Вкл» - Режим Асинхронный.

9.2.2. Выбрав соответствующие параметры необходимо проверить следующие текущие значения:

- напряжение питания трёх фаз;
- дисбаланс напряжения;
- сопротивление изоляции «ТМПН – ПЭД»;
- правильность установки текущей даты и времени.

9.2.3. При необходимости установить уставки по умолчанию и обнулить все счётчики

9.2.4. Ввести паспортные данные подключенного электродвигателя:

- номинальный ток двигателя;
- номинальная мощность двигателя;
- номинальный коэффициент мощности двигателя;

9.2.5. Ввести значение напряжения отпайки вторичной обмотки ТМПН. При выборе напряжения следует учесть падение напряжения на выходном фильтре ~10В.

9.2.6. Установить значения параметров в зависимости от условий эксплуатации.

9.2.7. Задать координаты скважины, установив значения в параметрах «Номер месторождения», «Номер куста», «Номер скважины».

9.3. Проверка функционирования станции.

9.3.1. Закрыть дверь силового отсека.

9.3.2. Установить переключатель «РАБОТА/СТОП» в положение «РАБОТА». Нажать кнопку «ПУСК». При этом должен включиться в работу преобразователь частоты и загореться зеленый светодиод «РАБОТА».

Установить переключатель «РАБОТА/ СТОП» в положение «СТОП». Светодиод «РАБОТА» должен потухнуть, СУ перейти в режим «СТОП».

9.3.3. Проверить работоспособность блокировки работы станции при открытой двери силового отсека. Для этого убедиться в том, что защита от открывания дверей силового отсека включена, включить станцию, затем открыть дверь силового отсека. Преобразователь частоты должен отключиться.

## 10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Оперативные включения и отключения СУ должны производиться персоналом, имеющим квалификационную группу по технике безопасности не ниже III, прошедшие специальный инструктаж и допущенным к указанной работе.

10.1 Подключение СУ к ПЭД производится высоковольтным кабелем типа КПБК через газоотделительную коробку. Ввод в СУ производится через уплотнительную муфту в вводной коробке-обеспечивающей защиту от атмосферных осадков. Броня кабеля должна надежно зажиматься в заземляющий зажим внутри СУ. Токпроводящие жилы перед подключением предварительно сформовать для оптимальной укладки а также чтобы исключить механические напряжения на выводы трансформатора. **Изоляция кабеля не должна касаться частей СУ до брони кабеля. Отпайку трансформатора выбрать в соответствии с расчетами.** На рисунке 1 приведен внешний вид трансформатора и обозначение выводов. На рисунке 2 приведена схема трансформатора.

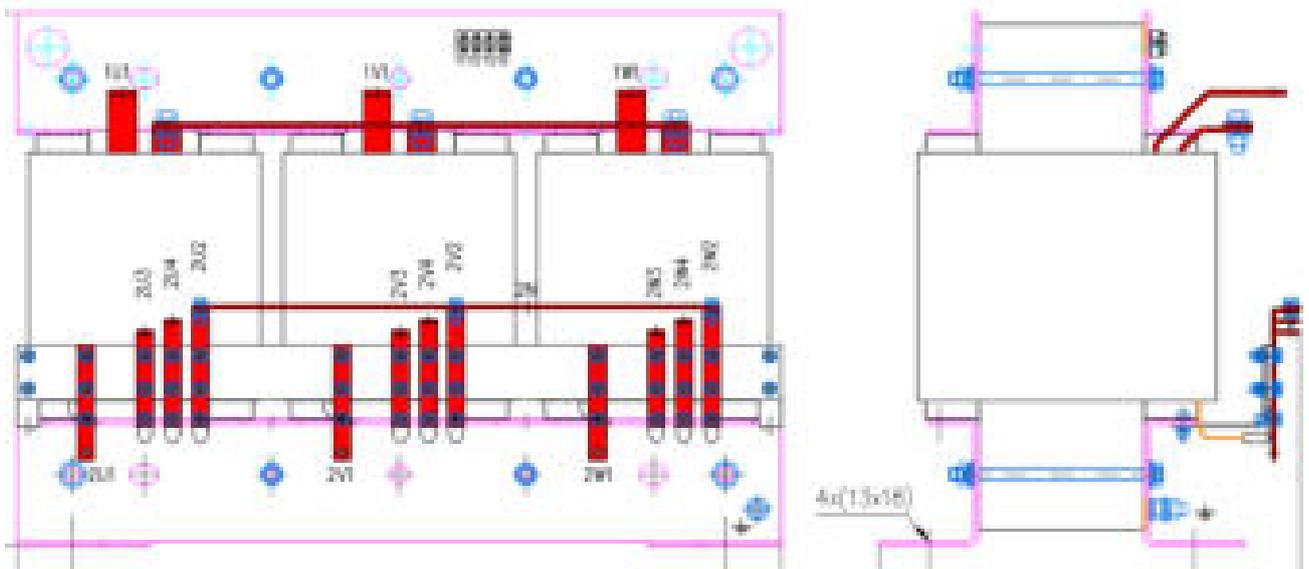


Рисунок 1 Внешний вид трансформатора

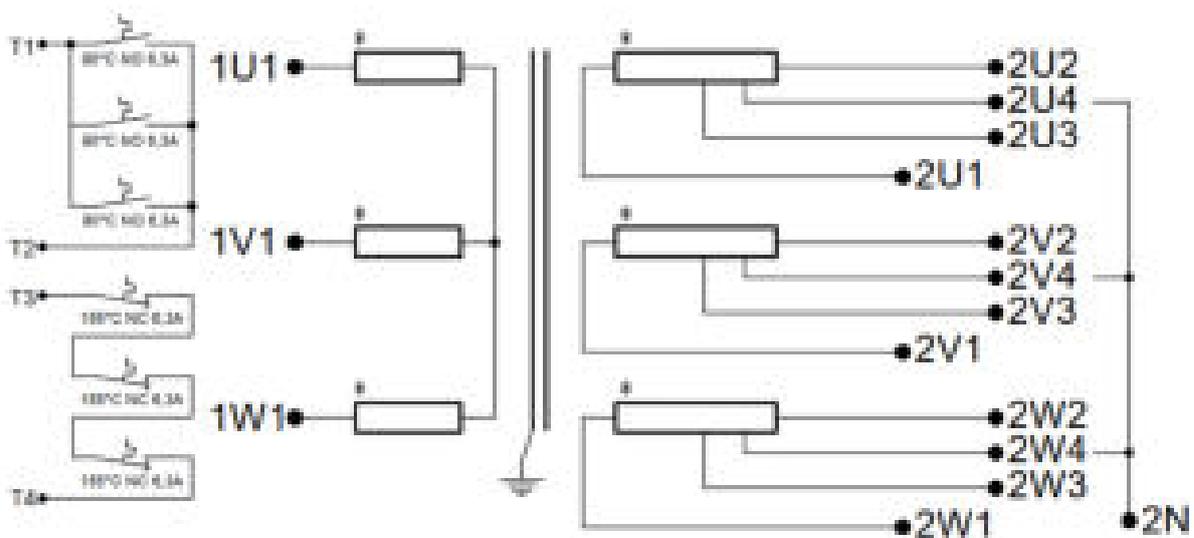


Рисунок 2 Схема трансформатора

Примечание. Подробная информация о трансформаторе приведена в паспорте.

**ВНИМАНИЕ, ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ! Категорически запрещается открывать нижнюю дверь СУ при наличии питающего напряжения. Выходное напряжение трансформатора 2800В до 600 Гц.**

10.2 Выбор типа ЭД. Для СУ с обозначением АВ –универсальная для асинхронных и вентильных ЭД перед работой выбрать тип ЭД переключателем S1 Рисунок 3.

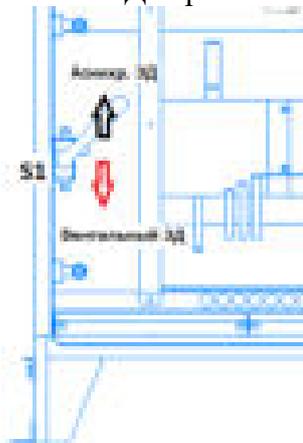


Рисунок 3. Выбор типа ЭД

10.3 Включение станции.

Для включения УЭЦН необходимо:

- закрыть дверь силового отсека, если защита от открывания дверей силового отсека включена.
- Произвести настройку параметров в соответствии - приложением 10 настоящего РЭ - «Инструкция по настройке вентильного привода Эталон».

**ВНИМАНИЕ! Вентильный двигатель по своим свойствам достаточно сильно отличается от асинхронного двигателя. В связи с этим, необходимо тщательно настраивать параметры СУ, вводить только корректные значения, внимательно проверять результаты ввода. В противном случае ВПЭД вероятно вообще не будет вращаться.**

- установить переключатель «РАБОТА/СТОП.» в положение «РАБОТА».
- нажать кнопку SB1 «ПУСК». После пуска должен загореться зеленый светодиод «РАБОТА» индикаторов состояния станции.

10.4. Отключение станции.

Для отключения УЭЦН необходимо:

- перевести переключатель «РАБОТА/СТОП.» SA1 в положение «СТОП».
- Отключить автоматический выключатель SF2.
- Отключить автоматический выключатель QF1.

10.5. Деблокировка АПВ.

Для деблокировки АПВ необходимо перевести переключатель «РАБОТА/СТОП.» SA1 в положение «СТОП».

## 11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.1. Во время эксплуатации необходимо периодически контролировать состояние всех элементов станции, изоляции и контактных соединений, не допуская запыления, загрязнения, обгорания контактных поверхностей.

11.2. Техническое обслуживание станции должно производиться в зависимости от условий эксплуатации не реже, чем 1 раз в 12 месяцев. Профилактические осмотры и при необходимости обслуживание, рекомендуется проводить 2 раза в год (весной и осенью). Для СУ со степенью защиты IP54 техническое обслуживание станции должно производиться в зависимости от условий эксплуатации но не реже, чем 1 раз в 6 месяцев.

11.3. При производстве работ внутри станции необходимо принять соответствующие меры безопасности, изложенные в разделе 7.

11.4. При техническом обслуживании необходимо:

- проверить состояние и подтяжку болтовых соединений, обратив особое внимание на затяжку болтовых соединений силовой цепи;
- проверить на загрязненность и прочистить решетки системы вентиляции установленные на боковых вентиляционных карманах и на дне СУ используя щетку с жестким ворсом. При значительных загрязнениях произвести, замену фильтрующих элементов системы вентиляции. Дополнительные сведения приведены в п. 11.6.
- проверить целостность и произвести очистку всех изоляционных деталей;
- проверить отсутствие следов перегрева на болтовых соединениях и токоведущих частях СУ;
- зачистить контактные поверхности, не имеющие гальванопокрытий
- протереть бензином и смазать техническим вазелином контактные поверхности, имеющие гальваническое покрытие;
- проверить работу дверных замков, смазать трущиеся поверхности консистентной смазкой;

11.5. После производства технического обслуживания проверить станцию на функционирование.

11.6. При профилактических осмотрах производится тепловизионный (дистанционными измерителями температуры) контроль контактных соединений, оборудования во время работы и визуальный осмотр фильтров системы вентиляции.

11.7. Для защиты от заметания снега при отключенной вентиляции в СУ предусмотрены воздушные фильтры установленные на боковых вентиляционных карманах которые следует использовать только в зимний период. Конструкция фильтров имеет 2 варианта:

- сдвижной фильтр;
- поворотный фильтр, (сеткой к корпусу СУ – «зима», сеткой от корпуса – «лето»).
- Для СУ с IP 54 предусмотрены сменные фильтрующие элементы (фильтрующий материал ФТ-100-G2 или аналогичный).

1.8. Конструкция устройства позволяет произвести замену контроллера верхнего уровня (панели оператора) при его отказе без отключения СУ в соответствии с п.1 приложения 6.

## 12. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

12.1. Транспортирование станций может производиться в вертикальном положении. В исключительных случаях допускается перевозка СУ ЧР АВ 160, 250, 400, 630 – в горизонтальном положении передней стороной вверх с опорой на основание и крышу. Не допускается транспортирование станции с опорой на ее переднюю сторону.

При транспортировании необходимо закрепить станции растяжками во избежание опрокидывания или перемещения.

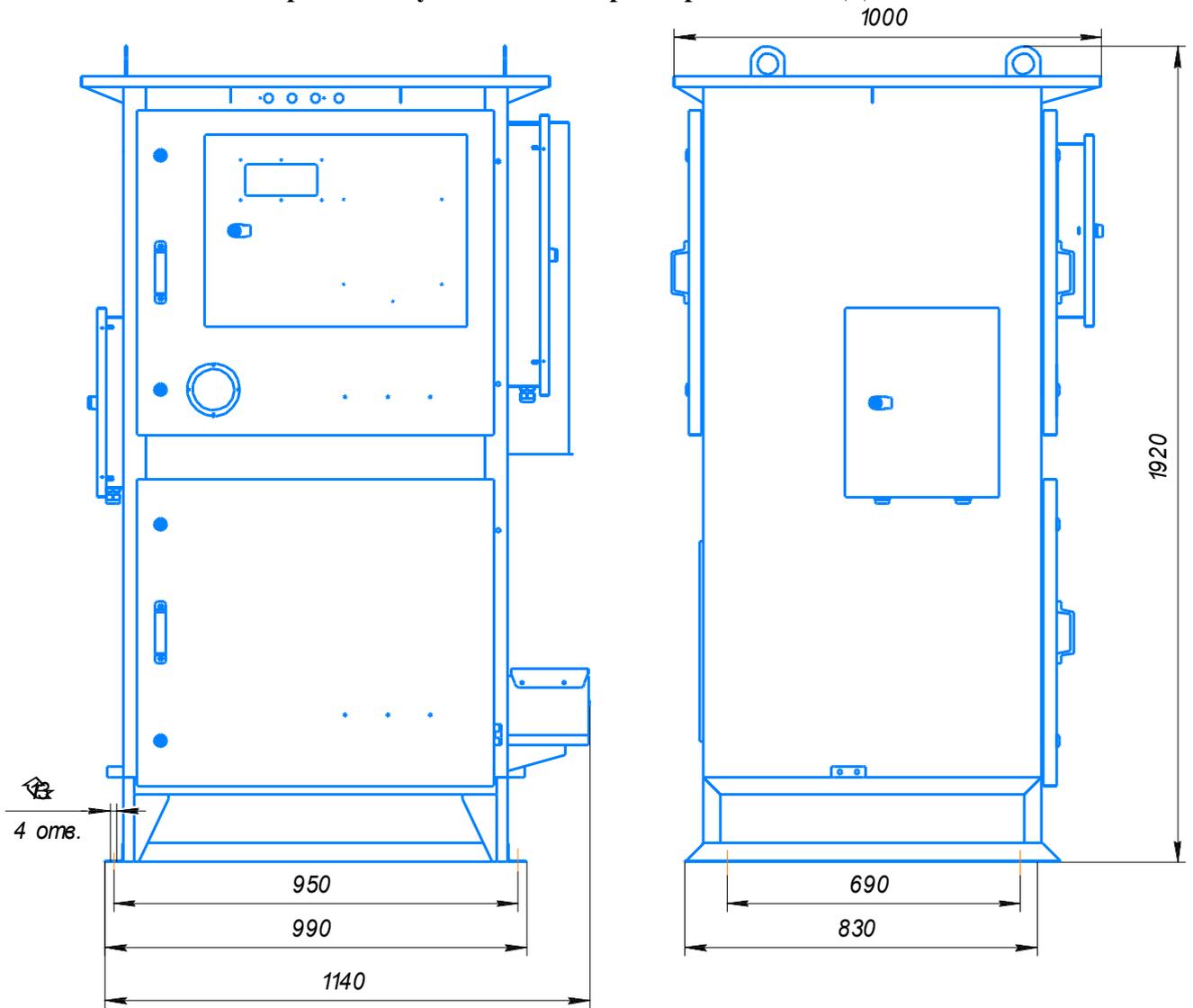
Станции допускается транспортировать любым видом транспорта в соответствии с правилами и нормами, действующими на соответствующем виде транспорта. Способ установки станций на транспортирующее средство должен исключать их перемещение.

#### 12.2. Правила хранения станций.

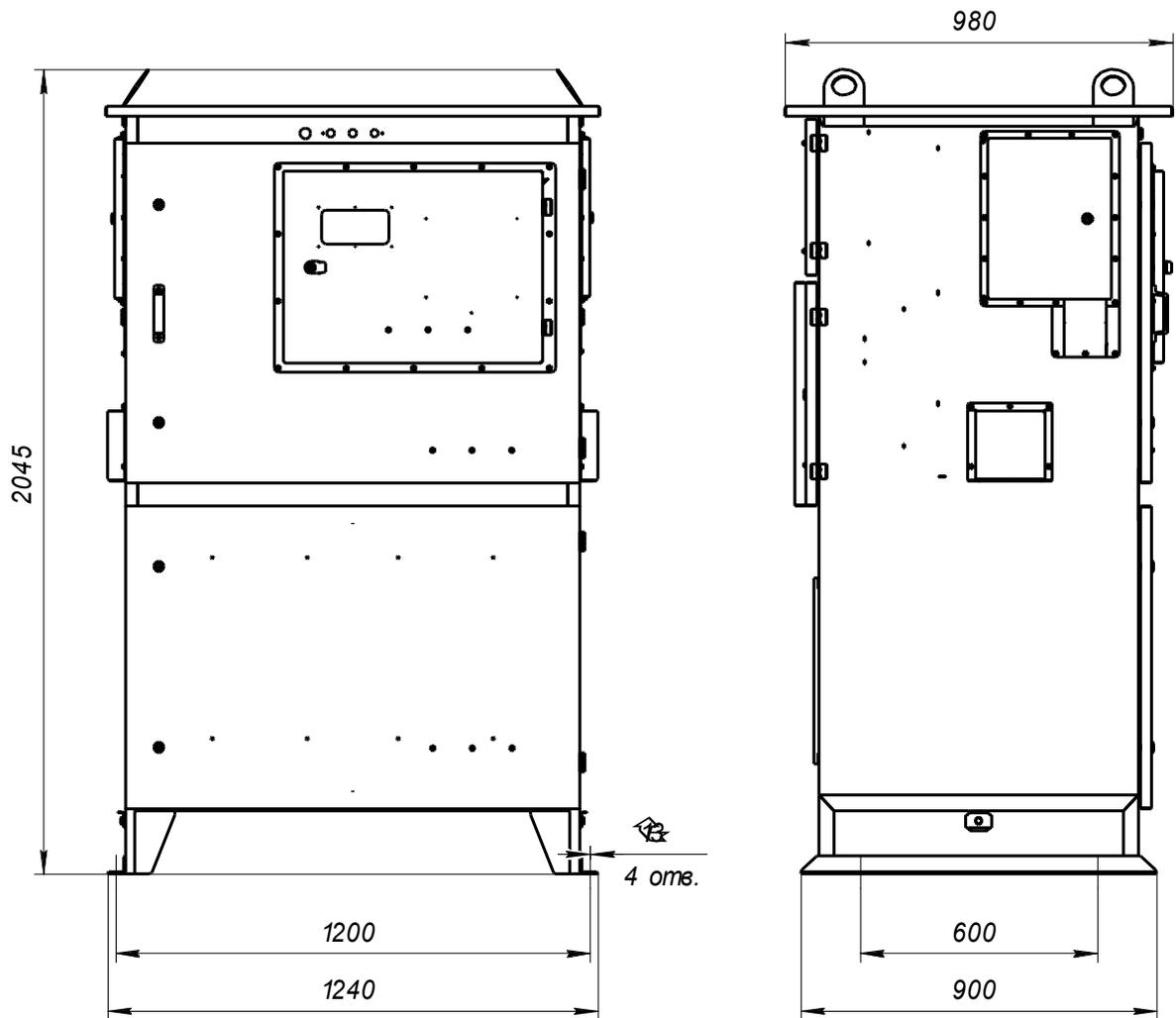
Станции должны храниться в условиях 4 по ГОСТ 15150 . В зависимости от типа упаковки и консервации условия и сроки хранения могут быть изменены, что отражается в паспорте на устройство.

Приложение 1.

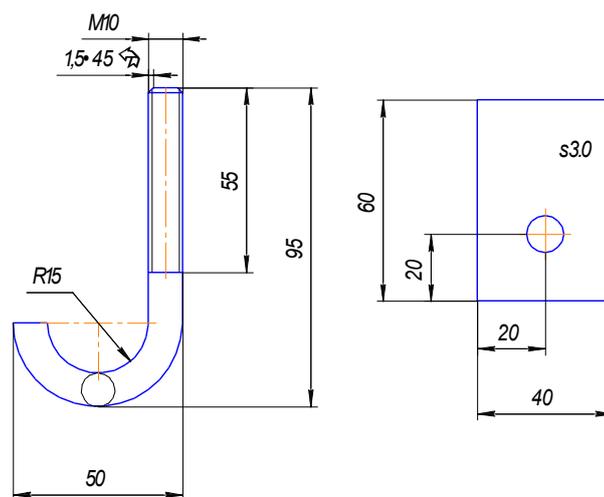
Габаритные и установочные размеры СУ ЧР ВД 160 ТП



### Габаритные и установочные размеры СУ ЧР АВ 400 ТП



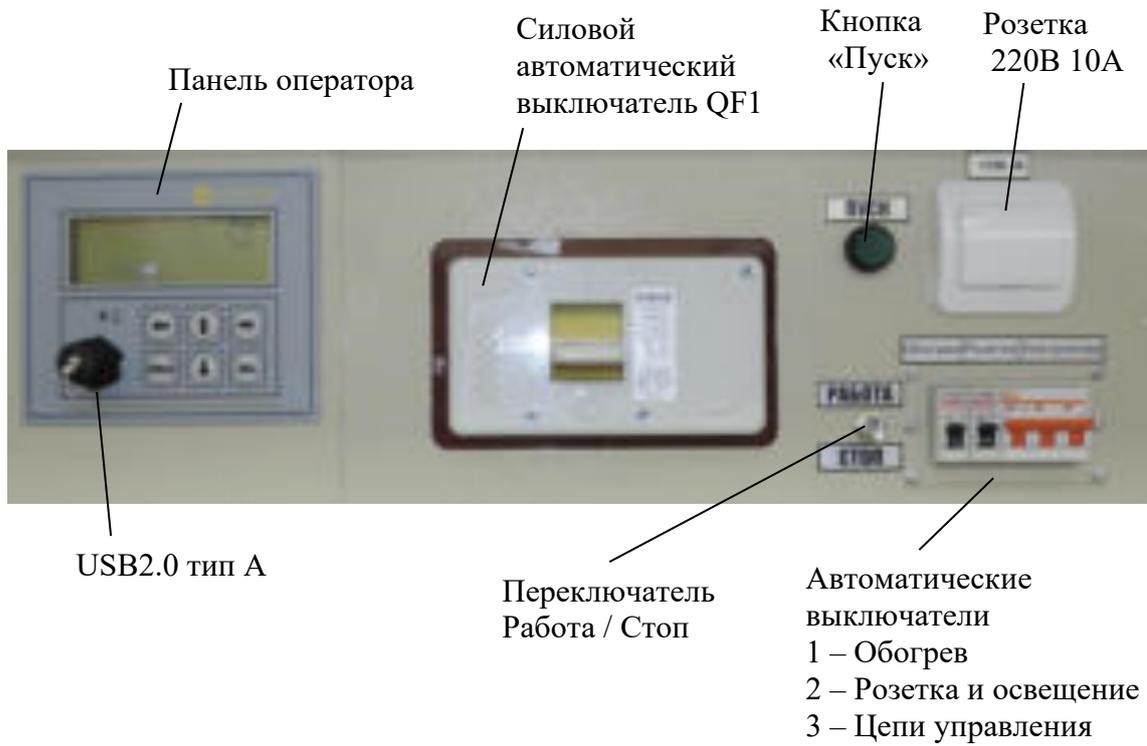
**Габаритные размеры «Комплект крепежный ТЛСА.301152.528»**  
 (Опция, поставляется по заявке, предназначен для крепления СУ к площадке).



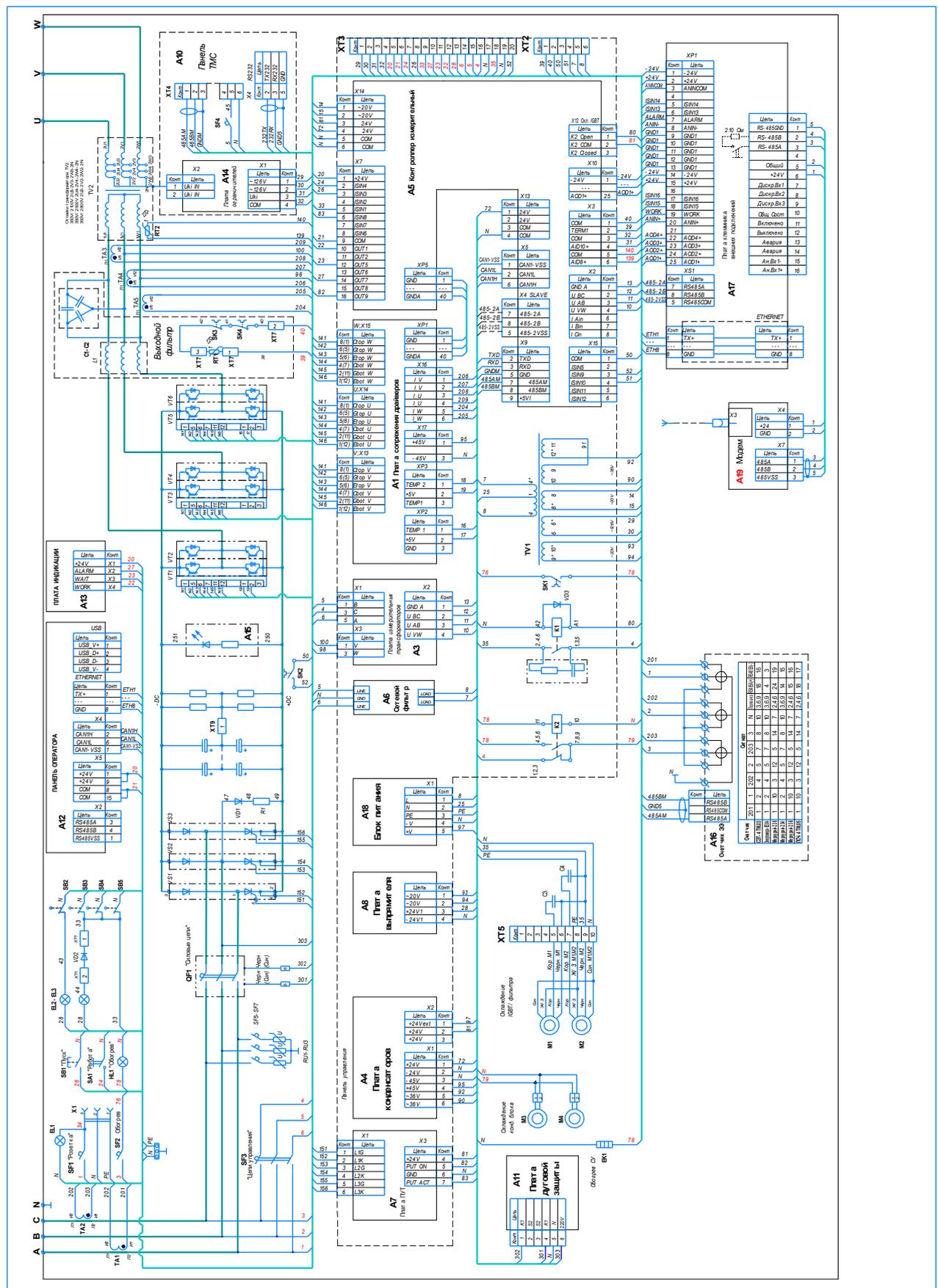
Болт ТЛСА.741149.435 -4шт	Пластина ТЛСА.741149.434 -4шт
Гайка М10х1,5 -4шт	

## Приложение 2. Приборная панель станции.

**Примечание:** Реальное расположение элементов может отличаться в зависимости от варианта исполнения СУ.



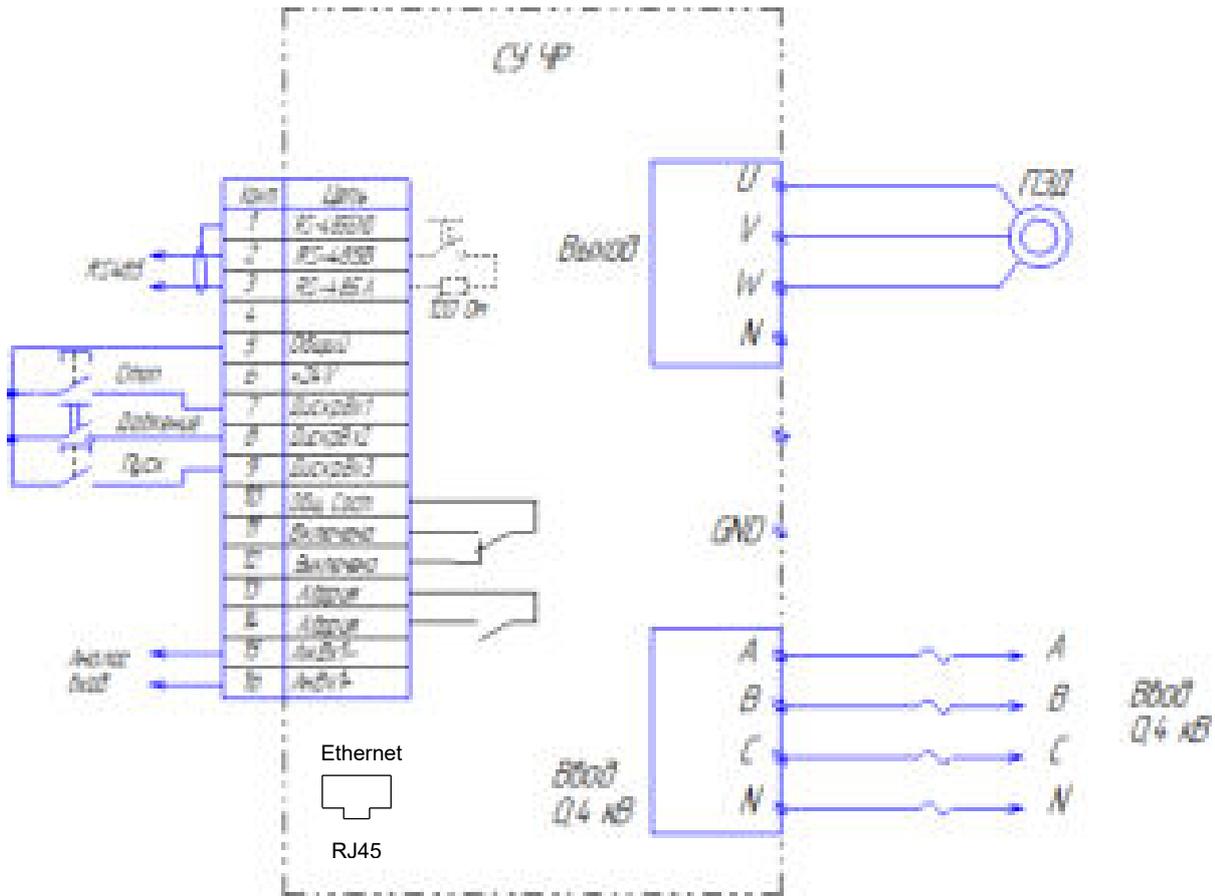
Приложение 3. Схема электрическая принципиальная базовых СУ ЧР ВД 160 ГП



Примечание. Точные схемы на конкретные исполнения размещаются на двери СУ.



**Приложение 4. Схема внешних соединений станции со встроенным LC фильтром и повышающим трансформатором.**



Назначение контактов клеммника внешних подключений;

Клеммник XT1:

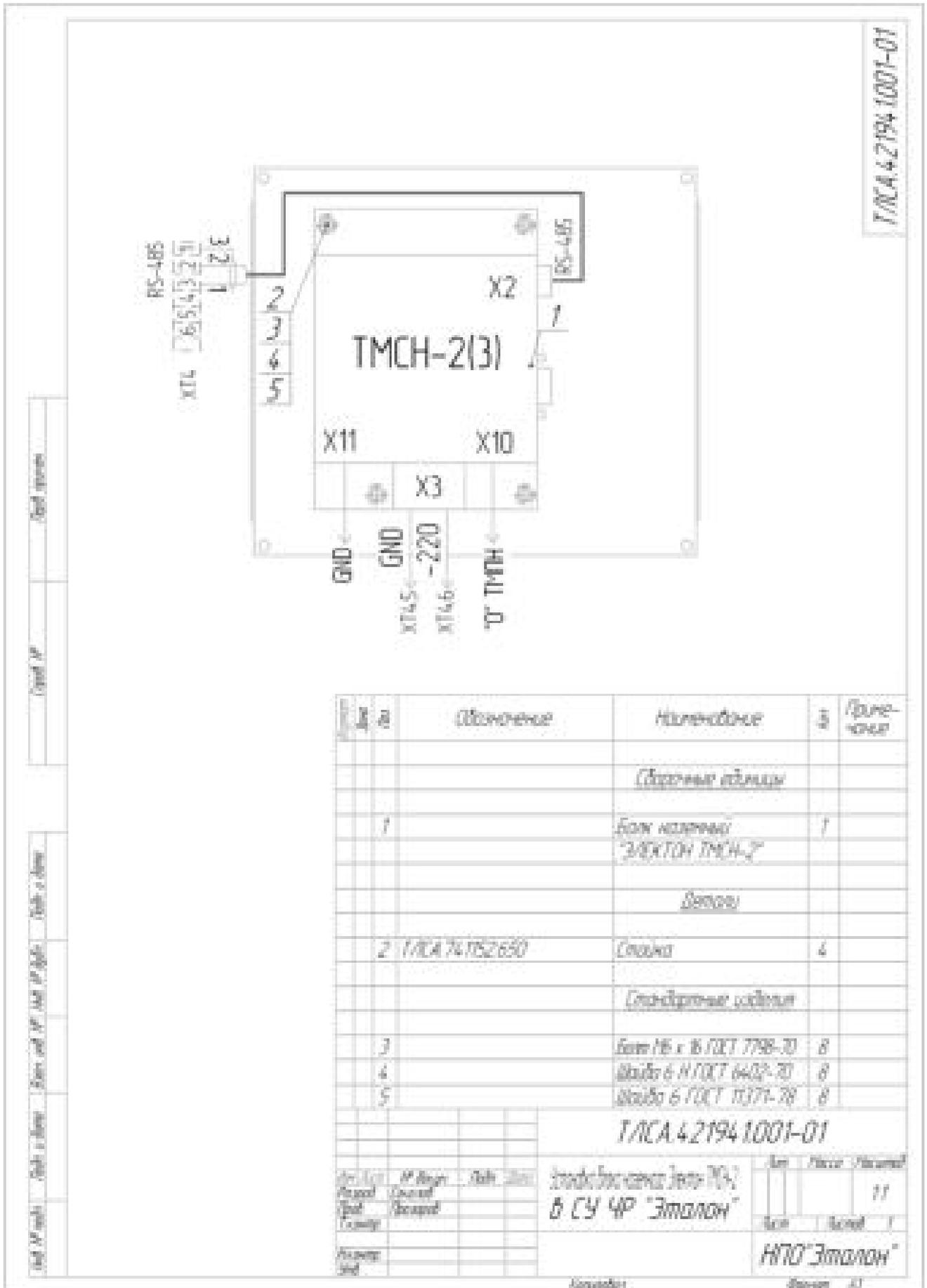
- 1, 2, 3 – интерфейс RS-485, протокол Modbus RTU. Для использования резистора-терминатора необходимо переключить тумблер на плате КВП в положение «ВКЛ»;
- 5 – общий для цепи внешнего питания и дискретных входов 1-3.
- 6 – цепи питания общего назначения +24В ток до 1А;
- 7, 8, 9 – входные дискретные сигналы телеуправления СУ. Цепи 24В;
- 10, 11, 12 – выходные цепи, определяющие состояние СУ. Тип – сухой контакт;
- 13, 14 – выходные цепи аварийного состояния СУ. Тип – сухой контакт;
- 15, 16 – входной аналоговый сигнал. Дополнительный аналоговый вход с диапазоном входного напряжения 0-10В. Входное сопротивление около 5кОм;

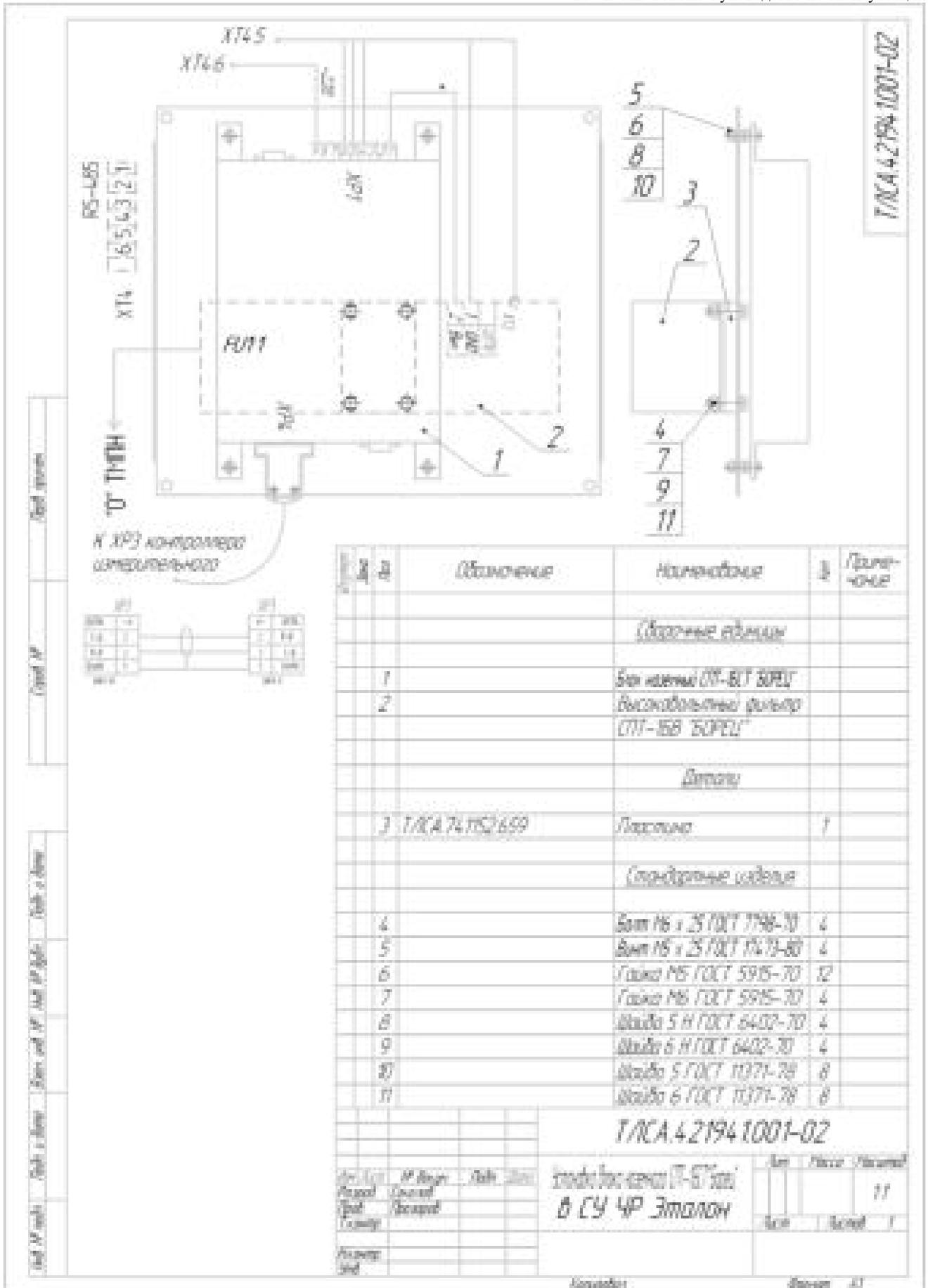
Порт RJ45 для подключения Ethernet.

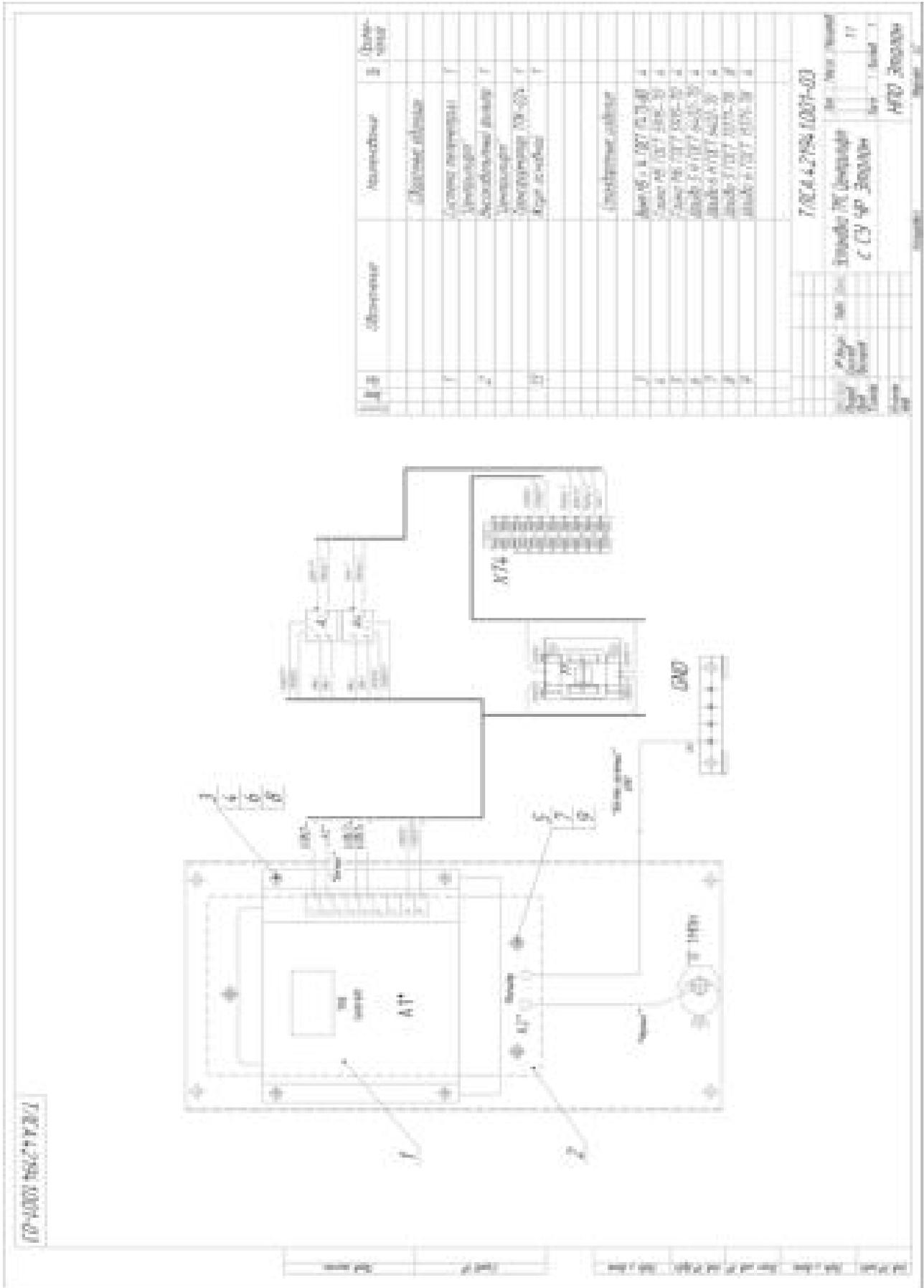
Опционально клеммник XT4 для внешнего отключения автоматического выключателя.

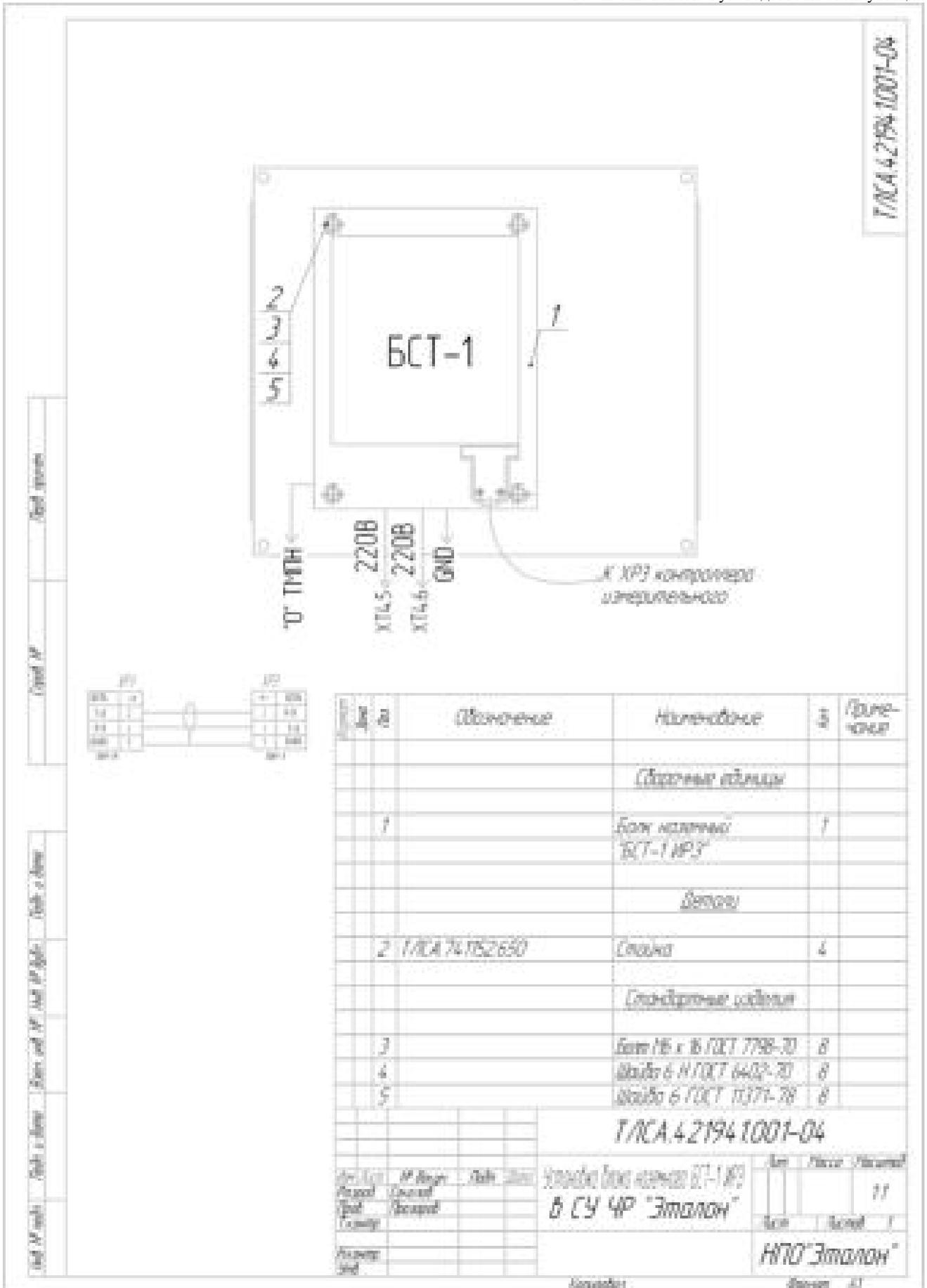
Внимание! На XT4 присутствует опасное напряжение 230VAC! подключать только цепь с сухим контактом рассчитанным на напряжение 230VAC, потребляемый ток не более 0,5А.

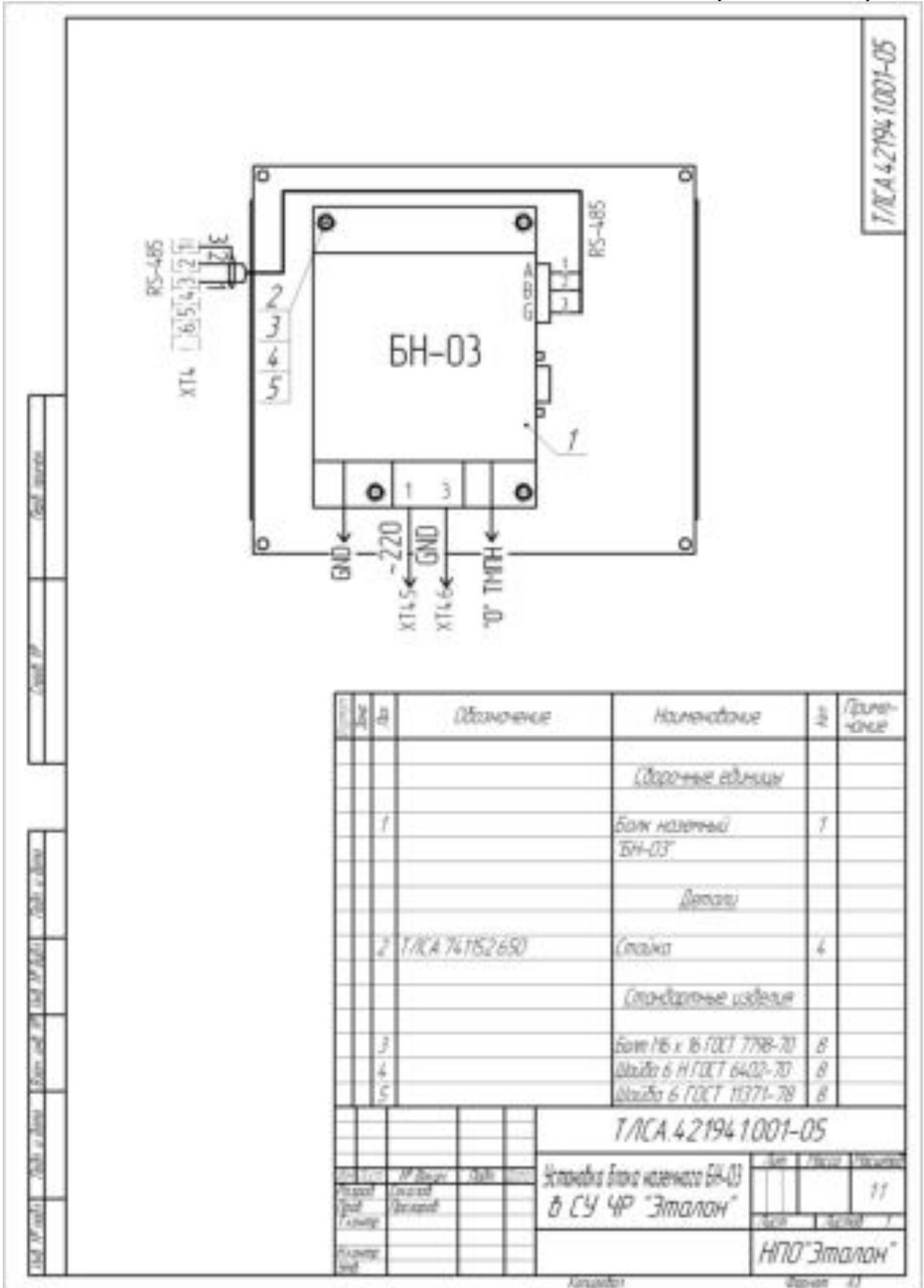
Приложение 5. Схема соединений станции с ТМС

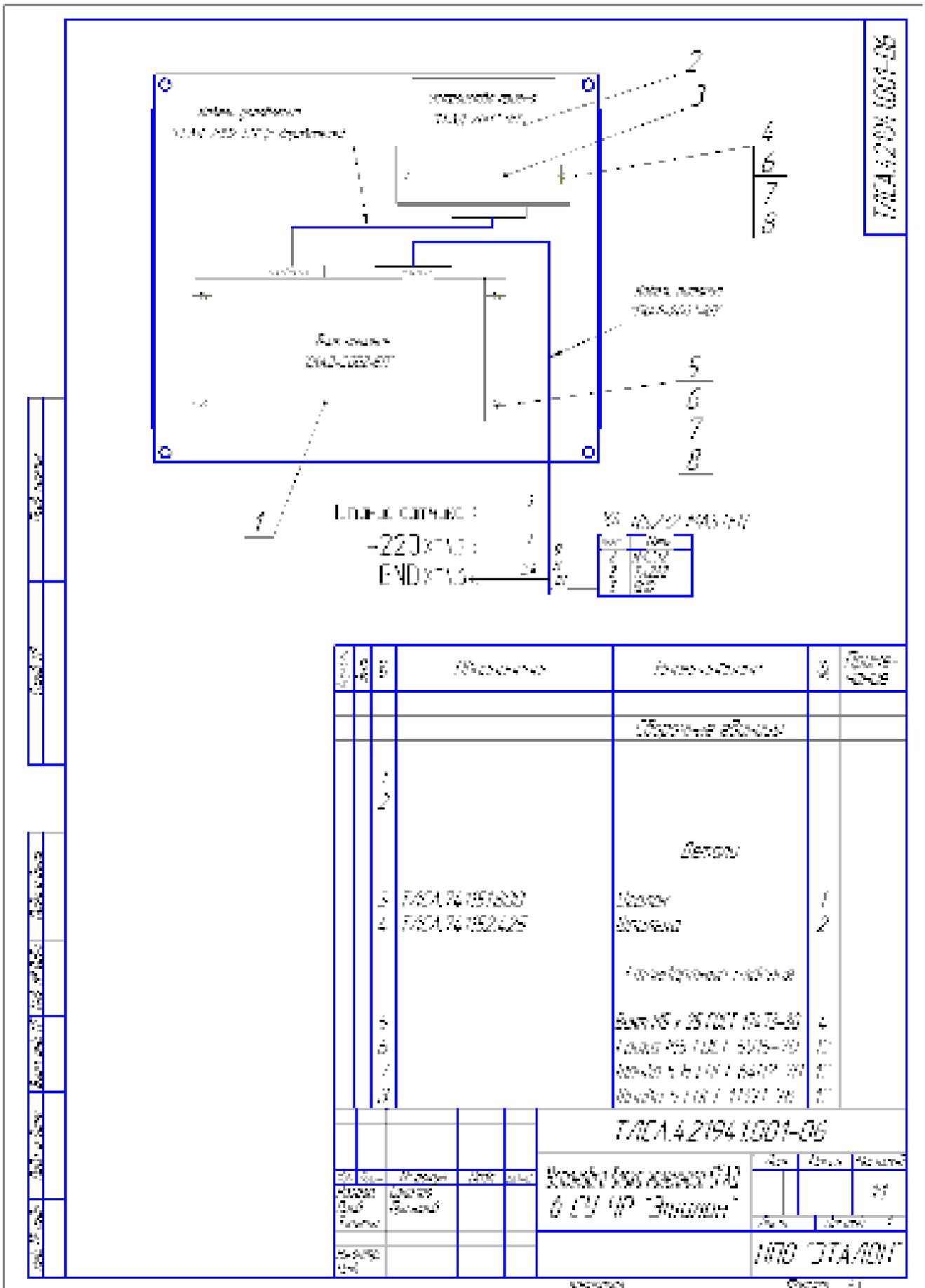


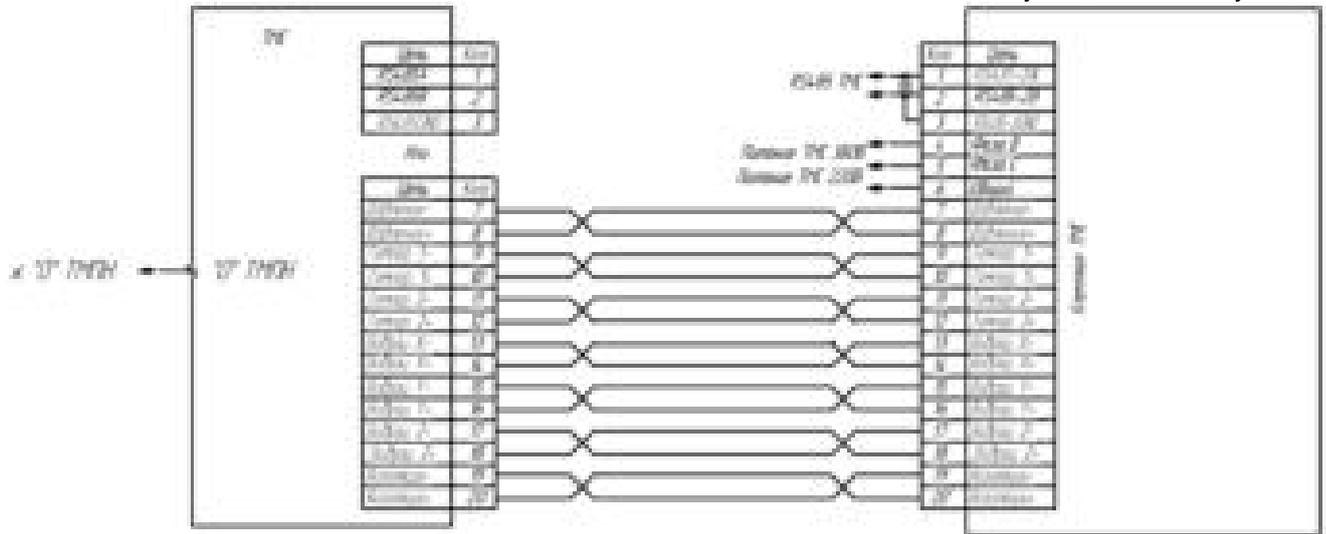












Примечание. При использовании ТМС с напряжением питания, отличным от 220В или 380В, например 110В, необходимо установить промежуточный понижающий трансформатор. Контакты клеммника 7-20 являются аналоговыми входами для подключения ТМС, имеющих преобразователи в аналоговые сигналы измеряемых параметров. Каждый из входов представляет из себя дифференциальную пару, принимающую 0 - 10В (0-20мА, 4-20мА) полезного сигнала с синфазной составляющей помехи до 50В. Входы гальванически развязаны от цепей СУ, но имеют между собой одну общую землю. Допускается объединять все отрицательные входы в одну или несколько групп для упрощения подключения (зависит от типа аналоговых выходов на подключаемой ТМС). После подключения необходимо задать тип, а также масштаб каждого аналогового входа. При использовании типа входа по напряжению входное сопротивление каждого канала около 100 кОм, по току 500 Ом. Описание сигналов клеммника ТМС:

1,2,3 – интерфейс RS485 мастер для подключения ТМС, имеющую в качестве выхода соответствующий цифровой интерфейс. Выход интерфейса имеет гальваническую развязку.  
 4,5,6 – цепи для питания подключаемой ТМС. Для получения напряжения 220В необходимо использовать контакты 4,6 или 5,6. Для получения питания 380В необходимо использовать контакты 4,5. Цепи имеют защиту автоматическим выключателем.  
 7,8 – входы для подключения сигнала давления на приеме насоса.  
 9,10 – входы для подключения сигнала температуры обмотки ПЭД.  
 11,12 – входы для подключения сигнала температуры жидкости на приеме насоса.  
 13,14 – входы для подключения сигнала вибрации насосной установки по оси X.  
 15,16 – входы для подключения сигнала вибрации насосной установки по оси Y.  
 17,18 – входы для подключения сигнала вибрации насосной установки по оси Z.  
 19,20 – вход для подключения сигнала сопротивления изоляции, если это предусмотрено конструкцией ТМС. При этом необходимо установить в параметре «Источник сигнала Ризоляции» значение «Ан. входы» и настроить «коэффициент коррекции сигнала Ризоляции»

**Приложение 6. Перечень возможных неисправностей, вероятная причина и методы их устранения.**

<b>Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки</b>	<b>Вероятная причина</b>	<b>Методы устранения</b>
1. При подаче напряжения не светится индикатор панели оператора.	1. Нет питания 24В на X5 2. Неплотная установка разъемов на блоке управления и панели оператора. 3. Неисправна панель оператора. 4. Обрыв вставки плавкой платы сопряжения блока управления 5. Неисправен блок управления	1. Проверить питание СУ, включение автомата питания SF2, плавкие вставки в плате сопряжения. 2. Проверить установку разъемов. 3. Заменить панель оператора*. 4. Заменить ставку плавкую или плату сопряжения 5. Заменить блок управления.
2. При подаче напряжения индикатор дисплейной панели светится, но сообщения не соответствуют функциональному состоянию.	1. Напряжение питания ниже допустимого уровня. 2. Неплотная установка разъемов на блоке управления. 3. Неисправен контроллер измерительный. 4. Версии ПО нижнего контроллера несовместима с ПО панели оператора.	1. Проверить напряжение питания на X5. При восстановлении напряжения отключить и включить питание контроллера. 2. Обеспечить надежный контакт. 3. Заменить контроллер измерительный блока управления. 4. Обновить ПО панели оператора.
3. Индицируемый дисбаланс напряжений не соответствует фактическому.	1. Неисправна плата трансформаторов блока управления. 2. Неисправен контроллер измерительный.	1. Заменить плату трансформаторов или блок управления. 2. Заменить контроллер.
4. Индицируемое сопротивление изоляции не соответствует фактическому.	1. Неисправна плата гасящих резисторов. 2. Неисправен контроллер измерительный.	1. Заменить плату. 2. Заменить контроллер.
5. При закрытых дверях станция не включается. Индицируемая авария «Открыта дверь»	Неисправен конечный выключатель SB2.	Заменить конечный выключатель
6. Постоянная работа вентиляторов системы охлаждения, показания температуры 150°C	1. Обрыв цепи датчика температуры 2. Неисправна плата сопряжения блока управления 3. Неисправен контроллер измерительный	1. Проверить и устранить обрыв 2. Заменить плату 3. Заменить контроллер

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Методы устранения
7. После включения питания СУ находится в аварии «Сбой уставок»	1. Не корректные значения параметров и уставок	1. Проверить и установить уставки. 2. Установить значения по умолчанию
8. Не происходит считывание архива на USB накопитель	1. Не корректный формат или ошибка файловой системы  2. большое количество файлов на накопителе	1. Произвести форматирование накопителя при помощи стандартных средств Microsoft Windows 2. Произвести очистку накопителя
9. Отключается вводной силовой автоматический выключатель QF1	1. Утечка тока в выпрямителе или инверторе (только для СУ ЧР АВ 800 и выше) 2. Срабатывает система защиты от перегрева и от дуги.	1. Требуется диагностика специалиста.  2. Если дуга и перегрев отсутствуют – заменить платы дуговой защиты.
10. Высокая температура или авария Перегрев IGBT, или Перегрев Фильтра.	1. Неисправен вентилятор 2. Неисправны датчики  3. Засорение фильтрующих элементов или решетки (на входе-выходе вентиляции)	1 и 2 Проверить цепи управления и исправность вентилятора. Заменить вентилятор, датчики. 3. Заменить (прочистить) фильтрующий элемент. Прочистить решетку.
11. Авария – «Автомат фильтра»	1. Неверно выбран режим SF8 (S1) Асин – Вентиль. 2. При работе в режиме Асин. Отключился выключатель.	1. Переключить в соответствии с режимом работы. 2. Проверить ток через выключатель SF8 в холостом режиме, если он превышает 70А - обратиться в службу сервиса.

\* - **Замена панели оператора.** Питание контроллера производится безопасным сверхнизким напряжением 24В и его замена может производиться без отключения станции управления. Замена производится с соблюдением мер безопасности от прикосновения к цепям, находящимся под напряжением (автоматические выключатели на приборной панели). При замене рекомендуется сперва отключить разъем X5 – питание, затем разъемы X2, X4 и Ethernet. После замены панели оператора подключение разъемов производить в обратном порядке. Момент затяжки крепежных винтов корпуса 2-3 Н\*м. Версия ПО должна соответствовать версии неисправной панели. При необходимости обновление ПО панели оператора производится также без отключения СУ согласно п.5.3.3.5.



## Приложение 7. Полный перечень аварийных ситуаций, возможных в СУ ЭТАЛОН, вероятные причины, алгоритмы и методы диагностики.

1. Панель оператора.
  - 1.1. **Timeout запроса CAN** – означает отсутствие связи панели оператора с измерительным контроллером по шине CAN. Проверьте работоспособность контроллера измерительного по свечению светодиода VD20 и миганию светодиода VD2, при рабочем контроллере измерительном заменить панель оператора А9.
2. Контроллер измерительный.
  - 2.1. **Недогруз** - неверные показания выходных токов СУ, неверное измерение активной мощности, неверная установка параметров ЗСП, неверные установки коэффициентов коррекции по току или же номиналов двигателя. Вероятная причина:
    - неверное измерение выходных токов, проверить фактический ток на выходе СУ по всем фазам, а так же показания контроллера СУ. Проверить цепь трансформаторов тока на выходе СУ ТТ3-ТТ5.
    - неверное показание загрузки по причине неверного измерения коэффициента мощности. При нулевых показаниях активной мощности при работе СУ проверить цепь датчиков тока в звене постоянного напряжения CS1-CS3, произвести замену платы сопряжения Semikube A1.
  - 2.2. **Перегруз** – неверные показания выходных токов СУ, неверная установка параметров ЗП, номиналов двигателя, неверные установки коэффициентов коррекции по току, отказ погружного оборудования. Наиболее вероятная причина:
    - неверное измерение выходных токов, проверить фактический ток на выходе СУ по всем фазам, а так же показания контроллера СУ. Проверить цепь трансформаторов тока на выходе СУ ТТ3-ТТ5.
  - 2.3. **Низкое Виз** – неверная установка уставок по сопротивлению изоляции, неверные коэффициенты коррекции по сопротивлению изоляции. Отказ измерительного контроллера или платы гасящих резисторов. Отказ ТМПН или погружного оборудования. Отключить кабель от точки подключения «0» ТМПН. Проверить постоянное напряжение минус 146В на клемме подключения «0» ТМПН относительно корпуса СУ, при его отсутствии проверить питающий трансформатор Т1, произвести замену платы ограничителей А8.
  - 2.4. **Низкое напряжение** – низкое значение питающей сети, неверная установка уставок по защитам по напряжению. Неверные коэффициенты коррекции по напряжению. Отказ платы измерительных трансформаторов А3, проверить переменное напряжение 5В на контактах разъема Х2.2, Х2.3, Х2,4 относительно Х2. При их отсутствии заменить плату А3. В противном случае заменить контроллер измерительный А5.
  - 2.5. **Высокое напряжение** - высокое значение питающей сети, неверная установка уставок по защитам по напряжению. Неверные коэффициенты коррекции по показаниям напряжения питания СУ.
  - 2.6. **Высокое U силовой цепи** – высокое значение (более 750В) напряжения в звене постоянного тока ЧРП. Возможные вероятные причины:
    - высокое входное напряжение питания СУ;
    - неверные коэффициенты коррекции по напряжению Udc. Проверить фактическое напряжение в звене постоянного тока и коэффициенты коррекции напряжения Udc.
    - неисправна цепь измерения напряжения Udc. Произвести замену платы сопряжения Semikube A1.
  - 2.7. **Низкое U силовой цепи** – низкое значение (менее 350В) напряжения в звене постоянного тока инвертора ЧРП. Возможные вероятные причины:
    - пропадание, либо глубокая просадка напряжения питания СУ;
    - неверные коэффициенты коррекции по напряжению Udc, проверить коэффициент коррекции, фактическое напряжение DC и показания контроллера;

- отключен, либо неисправен силовой автомат QF1;
  - неисправен блок зарядных резисторов A24 силовых конденсаторов, проверить целостность резисторов;
  - неисправна цепь измерения напряжения Udc. Произвести замену платы сопряжения Semikube A1.
- 2.8. **Превышено количество пусков** – превышение количества ручных пусков за время сброса счетчиков пуска. Проверить уставку количества разрешенных пусков.
- 2.9. **Перегрев IGBT** – перегрев силовых ключей инвертора ЧРП:
- отказ вентиляторов, неисправность датчика перегрева или измерения температуры. Проверить при необходимости заменить неисправные элементы. При исправной системе охлаждения заменить контроллер измерительный А5.
  - загрязнения вентиляционных решеток или воздушных фильтров системы охлаждения – прочистить (заменить фильтрующие элементы).
- 2.10. **Перегрев фильтра** – перегрев реакторов выходного синусного фильтра, возможные причины:
- загрязнения вентиляционных решеток или воздушных фильтров системы охлаждения – прочистить (заменить фильтрующие элементы);
  - неработоспособность системы вентиляции, проверить вентиляторы охлаждения реакторов выходного синусного фильтра;
  - обрыв цепи датчика температуры RT1. Проверить целостность цепи датчика.
  - неисправен контроллер измерительный А5, заменить контроллер;
- 2.11. **Защита ЧРП** – обобщенная авария силового модуля Semikube, такая как низкое питание датчиков, перегрузка силовых ключей, неисправность цепей питания и т.д. для расшифровки аварии подробнее смотрите Приложение 8.
- 2.12. **Питание драйверов** – напряжение питания драйверов инвертора Semikube ниже нормы (менее 19В), вероятная причина:
- низкое напряжение питания СУ, проверить фактическое напряжение питания СУ;
  - неисправность соединительного шлейфа, соединяющего платы А1 и А5;
  - неисправность измерительного контроллера А5, заменить плату А5;
  - неисправность платы сопряжения с Semikube А1, заменить плату А1.
- 2.13. **Контактный манометр** – активен управляющий дискретный сигнал ЭКМ на клеммнике внешних подключений. Проверить фактическое наличие сигнала на клеммнике внешних подключений А13. При отсутствии внешних подключений проверить плату КВП А13, соединяющий шлейф платы А13 и А2. Отключить контроль дискретов КВП в уставках контроллера.
- 2.14. **Доп. аналог. вход 0** - при включенной защите величина значения аналогового входа 0 (на клеммнике внешних подключений) выше значения уставки. Проверить величину сигнала на аналоговом входе 0, проверить коэффициенты коррекции входа 0. При корректных уставках произвести замену контроллера измерительного А5.
- 2.15. **Чередование фаз** – направление чередования фаз входных питающих напряжений не совпадает с уставкой. Проверить уставку чередования фаз, а так же фактическое чередование питающего напряжения на входе СУ.
- 2.16. **Высокая температура** – температура ПЭД выше уставки. Проверить корректность параметров и защит ТМС.
- 2.17. **Высокая вибрация** – вибрация ПЭД выше уставки. Проверить корректность параметров и защит ТМС.
- 2.18. **Низкое давление** – давление на приеме насоса ниже уставки. Проверить корректность параметров и защит ТМС.
- 2.19. **Дисбаланс токов** – дисбаланс выходных токов выше уставки, неверное значение коэффициентов коррекции по току или их большой разброс по значениям, неисправность наземного или погружного оборудования, неисправность измерительного контроллера А5;
- неверное измерение выходных токов, проверить фактический ток на выходе

СУ по всем фазам, а так же показания контроллера СУ. Проверить цепь трансформаторов тока на выходе СУ ТТ3-ТТ5.

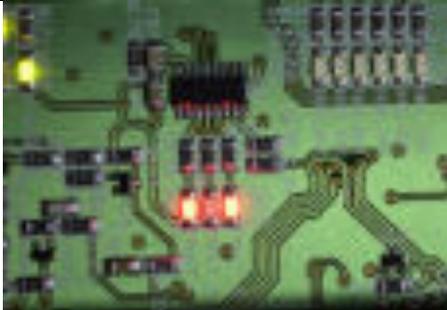
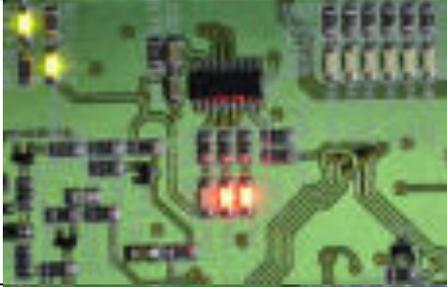
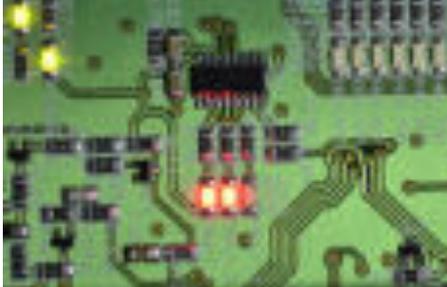
- заменить контроллер измерительный А5.

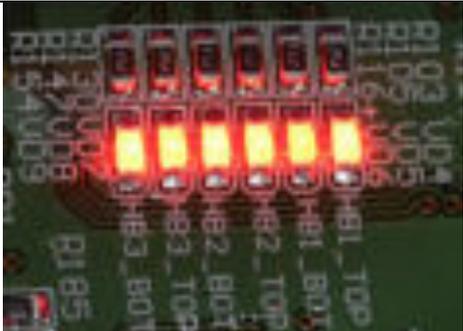
- 2.20. **Дисбаланс напряжений** – дисбаланс входных напряжений выше уставки, неверное значение коэффициентов коррекции по напряжению или их большой разброс по значениям, неисправность платы измерительных трансформаторов А3, неисправность измерительного контроллера А5. Отказ платы измерительных трансформаторов А3, проверить переменное напряжение 5В на контактах разъема Х2.2, Х2.3, Х2.4 относительно Х2. При их отсутствии заменить плату А3. В противном случае заменить контроллер измерительный А5.
- 2.21. **Турбинное вращение** – частота турбинного вращения ПЭД выше уставки. Отключить нагрузку СУ, при сохранении аварии произвести замену платы сопряжения Semikube А1.
- 2.22. **Авария питания** – внутренняя ошибка контроллера измерительного. При нормальном напряжении питания СУ означает отказ источников аналогового питания, неисправность соединительных шлейфов. Произвести кратковременное отключение питания цепей управления автоматом SF2. Если авария не устранилась, произвести сперва замену платы сопряжения Semikube А1, а затем замену контроллера измерительного А5.
- 2.23. **Открыта дверь** – открыта дверь силового отсека СУ при включенной уставке контроля блокировки двери. При закрытой двери проверить цепь конечных выключателей SB2, SB4, при исправности их цепи произвести замену контроллера измерительного А5.
- 2.24. **Пропало питание** – произошел перезапуск управляющего контроллера из-за недопустимо низкого или отсутствующего питания СУ. Если питание не отключалось, проверить цепь трансформатора Т1, напряжение 24В на контактах 5,6 разъема платы сопряжения А2.
- 2.25. **Авария тиристоров** – нет сигнала контроля открывания силовых тиристоров при включенном управляющем сигнале открытия тиристоров. Вероятная причина:
- неисправна плата управления тиристорами А7, заменить плату А7;
  - неисправность соединительных шлейфов и проводников платы А7 и платы А2, проверить цепи, надежность контактных соединений.
- 2.26. **Внешний стоп** – останов СУ дискретным сигналом «СТОП» с клеммника внешних подключений. Проверить фактическое наличие сигнала на клеммнике внешних подключений А13. При отсутствии внешних подключений проверить плату КВП А13, соединяющий шлейф платы А13 и А2. Отключить контроль дискретов КВП в уставках контроллера.
- 2.27. **Защита МТЗ** – только в режиме ВД срабатывает при превышении номинального тока ВПЭД выше 1,5...2 номиналов (согласно уставке). Защита срабатывает в основном при потере синхронизации и остановке ВПЭД. Защита позволяет защитить от механических перегрузок погрузную установку.
- 2.28. **Ошибка ОЗУ** – несовпадение контрольной суммы подбатарейной памяти часов реального времени, отказ часов реального времени, разряд ионистора, питающего память и часы, из-за длительного отсутствия питания СУ. Включить питание СУ на время более 10мин для зарядки ионистора, после чего произвести отключение питания СУ на некоторое время с повторным включением. Если авария сохранится, заменить контроллер измерительный А5.
- 2.29. **Автомат фильтра** – защита от работы при неверной конфигурации фильтра, которая зависит от режима работы, Асинхронный / Вентильный. Полное описание см. П.10.1.

## Приложение 8. Диагностика

### 1. Диагностическая сигнализация платы сопряжения драйверов «Эталон»

Статус состояния драйверов во всех режимах работы отображается с помощью светодиодных индикаторов. Системное состояние драйверов, наличие ШИМ (управляющих сигналов), питания платы и драйверов, указываются светодиодами VD4 – VD9, VD14 – VD15, VD17 – VD19. В процессе диагностики по данным светодиодам определяется состояние драйверов.

Состояние	Индикация	Описание
Работа		СУ в работе. Все индикаторы светятся
Защита транзистора IGBT Фаза U		Защита транзистора IGBT по фазе U. Погас индикатор VD18 FAULT_2. Шим отсутствует. СУ в останове
Защита транзистора IGBT Фаза V		Защита транзистора IGBT по фазе V. Погас индикатор VD17 FAULT_1. Шим отсутствует. СУ в останове
Защита транзистора IGBT Фаза W		Защита транзистора IGBT по фазе W. Погас индикатор VD19 FAULT_3. Шим отсутствует. СУ в останове
Источники питания платы сопряжения и драйверов		Отсутствие свечения VD15 (+15V) – неисправность DA5, питание драйверов. Отсутствие свечения VD14 (+24V) – неисправность DA3, питание платы сопряжения драйверов.

Состояние	Индикация	Описание
Наличие сигналов ШИМ		Свечение индикаторов свидетельствует о наличии ШИМ: HB1_TOP – (+)U HB1_BOT – (-)U HB2_TOP – (+)V HB2_BOT – (-)V HB3_TOP – (+)W HB3_BOT – (-)W

## 2. Контрольная проверка нагрева основных элементов СУ

Про проведении профилактических осмотров произвести бесконтактный контроль основных элементов СУ с помощью пирометра или тепловизора. Контроль производят после 2-х часовой обкатки в номинальном режиме (с номинальным током) Величины температур приведены в таблице 2.

**Таблица 2** - Максимально допустимая температура элементов при номинальной нагрузке и температуре окружающего воздуха +20...25<sup>0</sup>C\*.

	Элемент	Место измерения (см. приложение 3)	Норма не более
1	Автоматический выключатель силовой	Боковые стенки корпуса автомата	80 <sup>0</sup> C
2	Шины ввод-вывод силового автоматического выключателя.	Присоединения шин автомата – (ВА 1, 2, 3,) p	100 <sup>0</sup> C
3	Шины выпрямителя	DC+1, DC+2 , DC-1, DC-2 рис. 1,	100 <sup>0</sup> C
4	Радиатор	AI-1	80 <sup>0</sup> C
5	Конденсаторы инвертора	C_DC	85 <sup>0</sup> C
6	Шины выход инвертора	U, V, W, U1, V1, W1 (	90 <sup>0</sup> C
7	Реакторы LC фильтра	L_LC	130 <sup>0</sup> C
8	Выводы реакторов	Выводы L	110 <sup>0</sup> C

## Приложение 9. Способы расчета измеряемых и вычисляемых параметров

1. Входное напряжение, выходное напряжение и токи непосредственно измеряются соответственно через датчики напряжения и тока (трансформаторы тока). Вычисление среднеквадратического значения за период производится путем суммирования квадратов мгновенных значений и последующего извлечения квадратного корня из суммы квадратов.
2. Напряжение и ток ДС непосредственно измеряются через датчики напряжения и тока, показания интегрируются за 100мс.
3. Активная мощность, потребляемая нагрузкой, вычисляется путем перемножения напряжения и тока ДС. Интегрируется за 100мс.
4. Полная мощность нагрузки вычисляется по формуле  $S=(I_a+I_b+I_c)*U_{out}$ , где  $I_a, I_b, I_c$  – выходной ток СУ,  $U_{out}$  – выходное напряжение СУ.
5. Коэффициент мощности вычисляется по формуле:  $K_{мощн} = P/S$ , где  $P$  – активная мощность,  $S$  – полная мощность.

## Приложение 10. Инструкция по настройке вентильного привода Эталон (Предназначена для версии привода 8х.04 и выше)

Прежде всего, необходимо обратить внимание на то, что вентильный двигатель по своим свойствам достаточно сильно отличается от асинхронного двигателя. В связи с этим, необходимо тщательно настраивать параметры СУ, вводить только корректные значения, внимательно проверять результаты ввода. В противном случае ВПЭД вероятно вообще не будет вращаться.

Также следует понимать, что нормальное функционирование СУ может быть обеспечено только с сопоставимым по мощности ВПЭД. Не рекомендуется подключать к СУ ВПЭД, номинальная мощность которого более чем в 5 раз отличается от номинальной мощности СУ.

Угловое положение ротора относительно поля принято характеризовать углом рассогласования  $\theta$ .

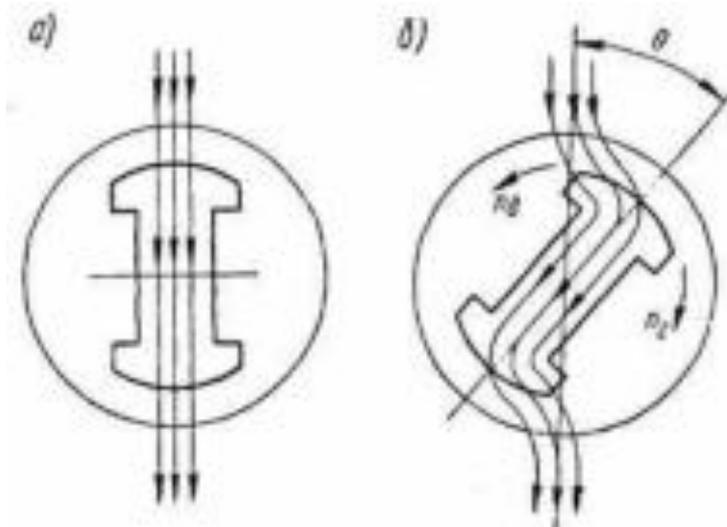


Рисунок 1.

Параметры, характеризующие работу машины в номинальном режиме, называются номинальными. К номинальным параметрам ВД относятся:

- Номинальная мощность,  $P_{ном}$ , Вт;
- Синхронная (номинальная) скорость вращения,  $n_{ном}$ , об/мин;
- Номинальный ток,  $I_{ном}$ , А;
- Номинальное напряжение,  $U_{ном}$ , В;
- Номинальная частота напряжения питания,  $f_{ВПЭД}$ ;
- Номинальный  $\cos\phi$ ;
- Количество пар полюсов.

В таблице 7 приведен список параметров, которые необходимо корректно установить для правильного функционирования ВПЭД. Также в таблице приведен пример настройки параметров для скважины со следующими параметрами и оборудованием: ВПЭД (200 Гц, 6000 об, ном ток 25А, ном напряжение 1200В), глубина спуска 2000м. В таблице 8

приведен пример настройки параметров для оборудования ВПЭД 100 Гц. Параметры следует настраивать в такой очередности, как показано в таблице.

Особенным моментом является параметр «Предельная рабочая частота» ЧРП. В общем случае данный параметр равен номинальной рабочей частоте ВПЭД.

Если в паспорте на ВПЭД отсутствует параметр «Номинальная частота двигателя», то рассчитать его можно так:

$$\text{Частота}_{\text{ ВПЭД}} = \frac{\text{Кол-во пар полюсов} \cdot \text{Номинальные обороты}_{\text{ ВПЭД}}}{60}$$

Например двигатель Ритэк имеет 4 пары полюсов, обороты 3000 об/мин, считаем:

$$\frac{4 \times 3000}{60} = 200, \text{ Гц}$$

Из практики известно, что обычное количество пар полюсов для ВПЭД различных производителей следующее: Новомет – 2, Борец – 2, Лепсе – 3, Ритэк – 4, Шлюмберже – 1.

Теперь возвращаемся к параметру «Предельная рабочая частота». Необходимо знать, что в случае ВПЭД имеется возможность эксплуатации его на частотах, отличных от номинальной. Так, например, 100 Гц ВПЭД возможно эксплуатировать на частотах до 120 Гц. Также на практике часто 200 Гц ВПЭД эксплуатируют на частотах до 165 Гц (согласно частоты вращения насоса). Таким образом, «Предельная рабочая частота» – это есть параметр частоты, которая является максимальной в процессе эксплуатации ВПЭД, соответственно U/f характеристика двигателя строится до значения параметра «Предельная частота». При этом следует помнить, что параметр «Базовая частота» всегда должен быть равен номинальной частоте ВПЭД согласно паспорта.

Параметры «Индуктивность фазы ВПЭД» и «Активное сопротивление ВПЭД» не всегда указываются в паспорте на ВПЭД. В подобном случае необходимо ввести типовые значения 25 мГн и 1500 МОм. Однако при этом надежность функционирования СУ не гарантируется, так как указаны не реальные параметры. Также после ввода параметра «Номинальные обороты ВПЭД» контроллер автоматически назначит частоту пуска ВПЭД и пусковое напряжение 1-й точки. После ввода параметров контроллер произведет расчет рекомендуемой отпайки ТМПН. Реально на ТМПН необходимо установить отпайку на 15-20 % выше рекомендуемой. При этом СУ будет во время функционирования автоматически подстраивать оптимальные параметры для ВПЭД. После ввода всех необходимых параметров контроллер произведет расчет точек характеристики U/f. Правильность расчета данной характеристики для ВПЭД очень важна, так как отклонение на 20% от необходимой величины приведет к полному отсутствию вращения ВПЭД.

Первая точка частоты U/f характеристики, всегда равна 8 Гц, остальные частоты равномерно распределены до предельной частоты (она же 5-я точка). Напряжение указывается в %, оно пропорционально распределено между точками U/f характеристики и увеличивается с увеличением частоты. Верхнее значение 5-й точки должно быть в пределах 70-80%. Если оно сильно отличается, значит необходимо изменить отпайку ТМПН.

Также особое значение имеет напряжение 1-й точки. Это так называемое пусковое напряжение ВПЭД. В процессе настройки возможно понадобится ручная подстройка

данного параметра. В таблице 1 приведены типовые значения пусковых напряжений для разных типов ВД.

Таблица 1. В таблице приведены типовые значения пусковых напряжений для разных типов ВД

№ п/п	Номинальные обороты ВПЭД	Номинальная частота ВПЭД	Пусковое напряжение (1-я точка)
1	3000	100 Гц (Новомет, Борец)	13 – 15 %
2	3000	200 Гц (Ритэк)	8 – 10 %
3	3000	50 Гц (Шлюмберже)	13 – 15 %
4	6000	200 Гц (Новомет, Борец)	6 – 8 %
5	10000	500 Гц (Лепсе)	3.5 – 5 %

В момент старта СУ в течении 3 секунд производится процедура пуска ПЭД. При этом выходная частота СУ постоянно удерживается равной пусковой частоте, а выходное напряжение СУ формируется по определенному закону с целью придания двигателю начального момента вращения.

Следует также обратить внимание, что значения точек характеристики автоматически пересчитываются при вводе практически любого из указанных в таблице 2 параметров. В связи с этим, если была произведена ручная подстройка точек характеристики, и после этого был изменен один из параметров таблицы, то контроллер произведет пересчет параметров характеристики. В этом случае необходимо повторно произвести ручную коррекцию точек характеристики, если такая была произведена раньше.

Следует иметь в виду, что работа ВД без нагрузки, с пустым валом, и под реальной нагрузкой, существенно отличается, поэтому необходимо выделить два типа настройки: на холостом ходу и под нагрузкой. Для корректной настройки вначале следует ознакомиться с параметрами и принципами, заложенными в алгоритм управления ВПЭД. Данная информация представлена непосредственно в следующей главе описания. Пошаговый алгоритм настройки описан далее.

### **Настройка вентильного привода Эталон в режиме регулирования «по углу».**

Большинство параметров, указанных в таблице 2, могут быть определены заранее с высокой степенью достоверности, однако, в связи с большим количеством различных моделей ВПЭД, ТМПНов, различной глубины спуска и температуры скважины, а так же большим количеством различных моделей насосов, которые могут быть использованы, существуют настроечные параметры, которые необходимо подстроить во время запуска и эксплуатации для оптимальной работы данного ВПЭД с данным насосом.

Рассмотрим более подробно каждый из таких параметров, степень и характер его влияния на работу двигателя и методику настройки данного параметра.

Как известно, ВД является синхронным двигателем. Такой двигатель может быть в двух основных состояниях: или вращаться синхронно с полем, которое создает протекающий ток, или совершать небольшие колебания вокруг своей оси, в целом

оставаясь на месте. Когда ВД отрывается от поля, это называется срывом (потерей синхронизации, рассинхронизацией). При синхронном вращении вместе с полем ротор двигателя может на некоторый небольшой угол (ориентировочно 15-10 градусов) опережать поле или отставать от него. Это зависит от степени нагрузки и значения тока, протекающего через ВД. Для достижения максимальных значений косинуса ротору ВД необходимо на наибольший угол отставать от поля. Однако в этой ситуации вероятность срыва максимальна. Процесс оптимальной настройки параметров работы ВД сводится к подбору таких значений параметров, которые позволяют получить оптимальный косинус в работе и при этом не давать возможность ВД срываться.

Главным параметром при этом является «Максимальный угол ротора».

Значение данного параметра является заданием, при котором ротор ВД практически не отстает от поля, обеспечивая оптимальное функционирование СУ. Для поддержания СУ в данном оптимальном режиме существует система измерения текущего положения угла ротора.

СУ постоянно измеряет текущее положение угла ротора и при превышении текущего угла над максимальным путем увеличения тока через ВД сильнее притягивает ротор ВД к полю и таким образом уменьшает текущее значение угла и удерживает его от срыва. При отставании текущего угла от максимального происходит обратный процесс. Работа ВД на номинальной нагрузке с оптимальным косинусом сопровождается углом отставания ротора от поля порядка 90-95 градусов. При значениях текущего угла выше 100, как правило происходит срыв ВД.

В общем виде настройка СУ сводится к следующим пунктам:

1. Настройка корректности измерения угла с помощью системы измерения текущего угла;
2. Подбор задания Максимального угла ротора в пределах 90 – 95 градусов, при котором будет наиболее оптимальное значение выходных токов и выходного косинуса, и в тоже время устойчивое, без срывов функционирование двигателя во всем диапазоне частот.

Таблица 2. Параметры, непосредственно используемые в системе измерения угла.

Параметр	Описание	Настройка
Напряжение отпайки ТМПН.	Определяет текущий коэффициент трансформации ТМПН. Используется для расчета тока двигателя.	Устанавливается равным реальной отпайке ТМПН.
Длина линии подвеса ПЭД.	Определяет индуктивность кабельной линии и её активное сопротивление. Данные параметры используются для расчетов падения напряжения в кабеле и рекомендуемой отпайки ТМПН.	Устанавливается реальное значение подвеса ЭЦН плюс расстояние до ТМПН.
Сечение линии подвеса ПЭД.	Определяет активное сопротивление кабельной линии.	Устанавливается реальное значение.
Индуктивность фазной обмотки ПЭД.	Используется для корректного измерения угла ротора. В случае, когда реальное значения данного параметра неизвестно, необходимо ввести типовое значение 25 мГн, однако при этом	Устанавливается реальное значение.

	точность измерения угла, а следовательно и надежность функционирования СУ не гарантируется.	
Активное сопротивление фазной обмотки ПЭД	Используется для корректного измерения угла ротора. В случае, когда реальное значения данного параметра неизвестно, необходимо ввести типовое значение 1500 мОм, однако при этом точность измерения угла, а следовательно и надежность функционирования СУ не гарантируется.	Устанавливается реальное значение.
Задержка канала измерения (сдвиг изм. канала)	Задержка между реальной фазой выходного тока СУ и фазой тока СУ, полученной после прохождения по каналам измерения тока. Данный параметр есть постоянное смещение в системе измерения текущего угла ротора.	<u>Не изменять!</u> Базовое значение – 110 мкс.
Задержка силового канала (сдвиг ТМПН)	Задержка между реальной фазой выходного тока СУ и фазой тока, поданной непосредственно на обмотки ПЭД. Значение данного параметра может лежать в пределах от 30 до 200 мкс. На практике, для корректного функционирования СУ, наряду с Максимальным углом, требует очень тщательной настройки на реальном объекте. На заводе изготовителе устанавливается типовое значение, требующее дальнейшей подстройки.	Подстраивается в процессе наладки. Базовое значение – 50.

Некорректная установка любого из вышеприведенных параметров гарантировано приведет к неработоспособности СУ.

В процессе поддержания заданного Максимального значения угла, СУ производит регулирование выходного напряжения по определенному закону. Устойчивость работы регулятора настраивается и поддерживается пропорциональным и интегральным коэффициентами регулирования (Таблица 3).

Таблица 3.

Параметр	Описание	Настройка
Пропорциональный коэффициент регулирования	Определяет пропорциональную составляющую закона	Высокие значения данного параметра позволяют СУ быстро реагировать на

	<p>регулирования выходного напряжения. В небольших пределах, зависящих от значения данного параметра СУ способна практически мгновенно изменять значение выходного напряжения, тем самым обеспечивая наиболее быструю реакцию на быстро изменяющуюся степень нагруженности ПЭД. Данная реакция нужна в случаях, когда в процессе функционирования электрические и механические факторы меняются быстро. Например: подклинивание насоса, газовая пробка, резкое проседание питающего напряжения СУ и т.п.</p>	<p>небольшие скачки условий вращения ПЭД. Однако могут привести к перерегулированию системы регулирования. Низкие значения делают реакцию на резкие изменения условий более слабой, однако позволяют СУ работать устойчивее. Также при настройке холосто ПЭД значения данного параметра нужно уменьшить в 3-5 раз относительно базового значения, так как ПЭД с пустым валом наиболее подвержен возбуждению.</p>
<p>Интегральный коэффициент регулирования</p>	<p>Определяет интегральную составляющую закона регулирования выходного напряжения. Данный параметр определяет инерционность процесса регулирования. В отличие от пропорционального коэффициента, способного оказывать воздействие только в узком диапазоне изменения выходного напряжения, данная составляющая процесса регулирования обеспечивает регулирование во всем возможном диапазоне значений выходного напряжения начиная от Нижнего предела регулирования и кончая Верхним пределом регулирования и Компенсационным пределом регулирования, что позволят</p>	<p>Высокие значения данного параметра делают процесс регулирования менее инерционным, но могут привести к перерегулированию. Низкие значения медленнее реагируют на изменения в условиях, однако делают регулировку в целом более устойчивой. Также при настройке холостого ПЭД значения данного параметра нужно уменьшить в 3-5 раз относительно базового значения, так как ПЭД с пустым валом наиболее подвержен возбуждению.</p>

	СУ подстраиваться под широкий диапазон изменяющихся условий. Однако это происходит инерционно.	
Нижний предел регулирования (НПР).	Обуславливает предел уменьшения выходного напряжения относительно заданного по характеристике. Он указывает процент, на который может уменьшится выходное напряжение СУ в процессе регулирования.	Типовые значения данного параметра 20 – 25%.
Верхний предел регулирования (ВПР).	Обуславливает предел повышения выходного напряжения СУ. Он указывает максимальный процент, на который может увеличиться выходное напряжение СУ в процессе регулирования.	Типовые значения данного параметра 30 – 35%.
Компенсационный предел регулирования (КПР).	Данный параметр расширяет диапазон ВПР, на интервале, начиная с 0 Гц и заканчивая 3-ей точкой характеристики. Т.е. на старте результирующий верхний предел будет иметь значение ВПР + КПР. При наборе частоты до 3-ей точки КПР будет линейно уменьшаться до 0%. После 3-ей точки действует только ВПР.	Предназначен для компенсаций потерь на малых частотах при пуске ВПЭД.

Для наглядного определения текущего состояния регулятора существует параметр «Текущий коэффициент регулирования». Его значения могут быть от 1 минус нижний предел регулирования (НПР) до 1 плюс верхний предел регулирования (ВПР). Например, если НПР равен 25, ВПР равен 35, а компенсационный предел регулирования (КПР) равен 15, то данный параметр может иметь значения от 0,75 до 1,50 на малых частотах и от 0,75 до 1,35 на частотах выше 3-ей точки. При правильной настройке СУ текущее значение данного параметра находится между указанными границами, плавая между ними.

Если значение данного параметра почти все время равняется одной из границ, нижней или верхней, то это означает, что регулятору для обеспечения нормального вращения ВД не хватает выделенного диапазона регулировок. В подобных случаях

необходимо внимательно проанализировать ситуацию, попытаться понять двигателю не хватает напряжения или его наоборот много. Возможно, придется произвести подстройку регулятора, изменяя «Индуктивность фазы двигателя» и «Сдвиг ТМПН». Возможно придется изменить отпайку ТМПН.

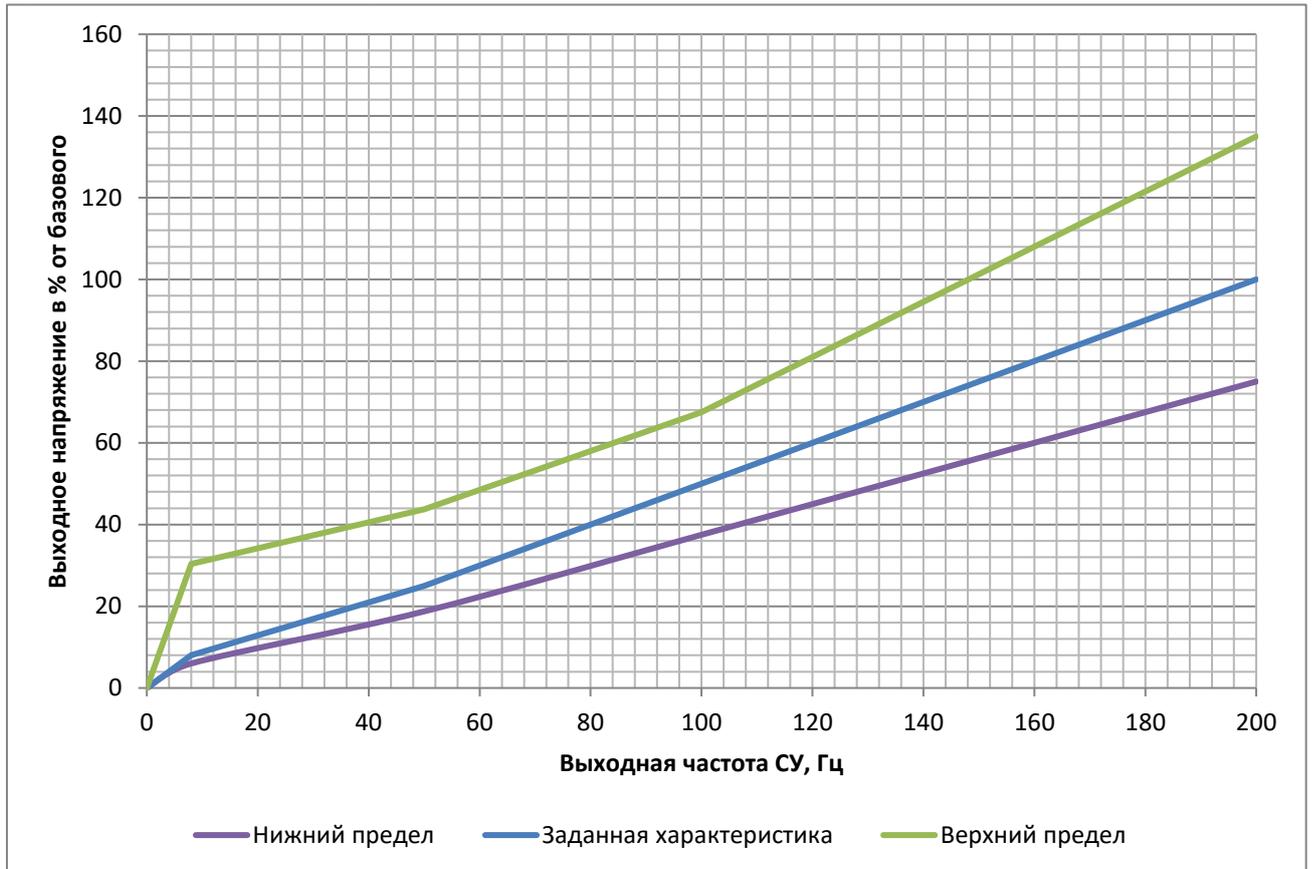


Рисунок 2. U/F характеристика двигателя и пределы регулирования выходного напряжения.

Таблица 4. Ориентировочная взаимосвязь значений текущего выходного косинуса, текущего угла положения ротора и текущих выходных токов ВД.

Двигатель без нагрузки (холостой ход)			
Текущий косинус	Текущий угол	Выходной ток ВД	Примечание
0.2 – 0.5	<<< 90	50 – 100%	Большое напряжение на двигателе для данной частоты.
0.5 – 0.9	91 - 95	10 – 20%	Типовое рабочее значение при корректной настройке параметров
0.9 – 1.0	95 >>>	20 – 40%	Двигателю не хватает напряжения, наиболее вероятен срыв.
Под нагрузкой			
0.4 – 0.6	85 – 88	120 - 130%*	Большое напряжение на двигателе для данной частоты при данной нагрузке.
0.6 – 0.7	88 – 92	110 - 120%*	Не оптимальное, но рабочее состояние установки.
0.7 – 0.95	91 – 94	90 - 100%*	Рабочее значение при корректной настройке параметров
0.9 – 1.0	95 >>>	85 – 130%*	Двигателю не хватает напряжения, наиболее вероятен срыв.
<0.3	Не определено, любой	Номинальный, чаще высокий, реже средний	Двигатель находится в рассинхронизированном состоянии.
*при номинальной мощности двигателя.			

Для успешной настройки СУ следует использовать существующую взаимосвязь текущего положения угла ротора, текущего косинуса и выходных токов. Данная взаимосвязь достаточная условная, но качественно однозначная. Данная связь выполняется при условии корректности измерения текущего косинуса и текущего угла положения ротора. Данные показатели рассчитаны на номинальную частоту ВД.

### ***Алгоритм настройки параметров***

Если все параметры введены корректно и точки характеристики соответствуют ожидаемым, можно произвести пробный пуск СУ. Для этого:

1. Устанавливаем задание частоты 20 Гц, значение максимального угла ставим 92-93, время разгона устанавливаем большое, 120 сек или более. Производим пуск СУ. Внимательно наблюдаем за токами ВПЭД. В первые несколько секунд токи ВПЭД могут быстро нарастать вплоть до значений номинального тока ВПЭД и даже немного выше. Это нормальный режим запуска при этом алгоритме. Но по выходу на задание токи должны начать падать и должны прийти к значению не более чем 10-15% от номинала.

2. Затем необходимо вывести на дисплей отображение параметра «Текущий угол» и произведя повторный пуск СУ наблюдать за значениями данного параметра. Значения данного параметра при нормальной настройке должны стремиться к значению уставки «Максимальный угол». Могут наблюдаться небольшие колебания. Если при пуске значения данного параметра существенно меньше 90, а текущий коэффициент регулирования «едет» по нижней границе, то нужно уменьшить значение напряжения первой точки характеристики на 1-2%, если значения параметра выше 95, нужно увеличить значение напряжения первой точки на 1-2%, если почти сразу происходит срыв двигателя, следует на 1 градус уменьшить максимальный угол ротора и повторить пуск СУ. Таким образом необходимо регулируя данный параметр добиться устойчивой работы ВПЭД на частоте 20 Гц с невысокими значениями токов ВПЭД не более 10-15% от номинала. Следует иметь в виду, что если ВПЭД работает в холостую, без нагрузки, то в данном случае невозможно поддержание текущих значений косинуса выше 0,4 – 0,6. Значения вплоть до 0,8 – 0,9 возможны только на нагруженном ВПЭД и на частотах, превышающих 30% от номинальной частоты ВПЭД.

3. Если данной регулировкой добиться подобного поведения ВПЭД не удастся, то, скорее всего введены значения параметров, не соответствующих реальному оборудованию. При каждом запуске не следует забывать, что если токи не опускаются вниз, необходимо сразу выключать СУ.

4. Если ВПЭД ведет себя соответствующим образом, даем задание частоты 30 Гц (можно на ходу) и смотрим на разгон ВПЭД и на токи. Токи должны слегка вырасти или остаться на тех же значениях. Одновременно наблюдаем за поведением текущего угла ротора, текущего косинуса и токов. Сравниваем наблюдаемые значения с типовыми, приведенными в вышеуказанной таблице. Если токи завышены, косинус маленький и Текущий коэффициент регулирования упирается в нижнюю границу, подстраиваем параметр Задержка силового канала (Сдвиг ТМПН) путем увеличения значения на 5-10 мкс (иногда уменьшения) и наблюдаем, когда токи придут в норму, но так, чтобы не происходил срыв двигателя. Данный параметр Задержка силового канала на практике зависит от производителя ТМПН.

5. Даем задание частоты 40 Гц, наблюдаем разгон, токи, текущее значение косинуса, текущий коэффициент регулирования. Токи должны незначительно вырасти, текущее значение косинуса должно немного увеличиться, текущий коэффициент регулирования должен начать регулироваться. Если опять происходит существенное увеличение токов, опять как в предыдущем пункте увеличиваем значение Задержки силового канала (Сдвиг ТМПН). Данный параметр позволяет сделать измерение текущего угла ротора равномерным по всему диапазону частоты. В дальнейших шагах настройки

нужно стремиться регулируя его и Максимальный угол ротора добиться отсутствия срывов ВД и существенного необоснованного снижения или увеличения текущего косинуса и токов в процессе разгона на более высокие частоты. Т.е. нужно добиться ситуации, когда с повышением частоты токи обоснованно линейно вырастают, а текущий косинус остается в пределах 0.8 – 0.9.

6. В процессе подъема частоты может начаться периодическое качание выходных токов и текущего косинуса с периодом порядка от долей секунды до одной секунды. И после возникновения данного процесса может даже произойти срыв ВД. Это свидетельствует о возбуждении регулятора. В этом случае необходимо уменьшить на 30 – 50% значения параметров Пропорциональный коэффициент регулирования и Интегральный коэффициент регулирования. Например, Пропорциональный коэффициент был 0.1, устанавливаем 0.07 – 0.05, Интегральный коэффициент был 0.01, устанавливаем 0.007 – 0.005.

7. Если все нормально, выходим через шаги в 5 – 10 Гц до частоты, составляющей 80% от необходимой. При этом, при необходимости, подстраиваем вышеописанные параметры. На данной частоте необходимо дать СУ немного поработать, несколько минут, при этом необходимо наблюдать за токами, косинусом, текущим коэффициентом регулирования. Токи должны быть в пределах номинала ВПЭД, косинус должен быть стабильным в пределах 0.8 – 0.9 или чуть более. Также эти параметры должны соответствовать вышеприведенной таблице взаимосвязи.

8. Если после некоторого времени все параметры остаются в норме, работа стабильна, можно остановить СУ и уже не меняя настройки пустить СУ сразу на необходимое задание частоты. При этом наблюдаем за поведением токов, текущего угла и текущего коэффициента регулирования характеристики. Если значения этих параметров соответствуют ожидаемым и СУ корректно выходит на указанное задание частоты, можно приступить к полноценной эксплуатации скважины. Если в процессе разгона начинается возбуждение регулятора, то необходимо еще уменьшить Пропорциональный и Интегральный коэффициенты. Если это не помогает - проводим уточняющую настройку необходимых параметров.

### *Настройка для работы холостого ВПЭД*

Для вращения холостого ВПЭД необходимо сделать следующее:

1. Заносим все параметры как для работы под нагрузкой.
2. Устанавливаем параметр Пропорциональный коэффициент регулирования в 3-5 раз меньше номинала.
3. Устанавливаем параметр Интегральный коэффициент регулирования в значение в 3-5 раз меньше номинала
4. Устанавливаем параметр Максимальный угол ротора в значение 90 – 91.
5. Пробуем запустить СУ на 20 Гц.
6. Если двигатель нормально вращается, поднимаем частоту. Следим за соответствием параметров таблице взаимосвязи, подстраиваем параметр Задержка силового канала. Также можно следовать основным рекомендациям как при настройке в работе.

Таблица 7. Пример настройки для ВПЭД 200 Гц

№	Меню/Параметр	Значение	Пример	Ед. Изм
3	Меню первого уровня «Номиналы»			
3.1	Тип СУ	Вентильная	Вентильная	
3.15	Номинальный ток СУ	Согласно паспорта на СУ	630	А
3.3	Номинальное напряжения питания СУ	380	380	В
3.5	Номинальный ток ПЭД	Согласно паспорта на ВПЭД	25	А
3.13	Номинальное напряжение ПЭД	Согласно паспорта на ВПЭД	1200	В
3.10	Длина линии (L подвеса)	Глубина подвеса ВПЭД	2000	м
3.2	Напряжение отпайки	Рекомендуемая отпайка (1397) + 10-15%	1606	В
4	Меню первого уровня «Параметры ЧРП»			
4.3	Меню второго уровня «Вентильный привод»			
4.3.21	Пропорциональный коэффициент	0.1	0.03	
4.3.22	Интегральный коэффициент	0.01	0.007	
4.3.19	Максимальный угол ротора (Макс. theta)	Начальное значение 92	95	%
4.3.7	Нижний предел регулирования	Начальное значение 25	25	%
4.3.8	Верхний предел регулирования	Начальное значение 35	35	%
4.3.9	Компенсационный предел регулирования	Начальное значение 15	15	%
4.3.15	Номинальные обороты ВПЭД	Согласно паспорта на ВПЭД	6000	об/мин
4.3.16	Количество полюсов	Согласно паспорта на ВПЭД	2	шт
4.3.17	Индуктивность	Согласно паспорта	25	мГн

	обмотки ВПЭД	на ВПЭД		
4.3.18	Активное сопротивление ВПЭД	Согласно паспорта на ВПЭД	1500	МОм
4.3.14	Пусковая частота ВД	В зависимости от типа ВД	6	Гц
4.1	Меню второго уровня «Управление частотой»			
4.1.2	Верхняя граница частоты	Как параметр «Предельная рабочая частота ЧРП с данным ВД»	200	Гц
4.1.5	Нижняя граница частоты	Согласно технологического задания	5	Гц
4.1.11	Время разгона	Согласно технологического задания	120	с
4.1.12	Время торможения	Согласно технологического задания	30	с
4.2	Меню второго уровня «Режим пуск/стоп»			
4.2.2	Останов выбегом	Да	Да	
4.2.4	Базовое напряжение	380	380	В
4.2.5	Базовая частота	Номинальная частота согласно паспорта на ВПЭД	200	Гц
4.2.6	Предельная рабочая частота ЧРП с данным ВД	Согласно технологического задания и согласно паспорта на ВПЭД	200	Гц
4.5	Меню второго уровня «Настройка характеристики»			
4.5.2	Частота точки 1 характеристики U/F	Контролировать	8	Гц
4.5.3	Напряжение точки 1 характеристики U/F	Контролировать	8,3	%
4.5.4	Частота точки 2 характеристики U/F	Контролировать	50	Гц
4.5.5	Напряжение точки 2 характеристики U/F	Контролировать	21,1	%
4.5.6	Частота точки 3	Контролировать	100	Гц

	характеристики U/F			
4.5.7	Напряжение точки 3 характеристики U/F	Контролировать	42,3	%
4.5.8	Частота точки 4 характеристики U/F	Контролировать	150	Гц
4.5.9	Напряжение точки 4 характеристики U/F	Контролировать	63,5	%
4.5.10	Частота точки 5 характеристики U/F	Контролировать	200	Гц
4.5.11	Напряжение точки 5 характеристики U/F	Контролировать	84,6	%
4.14	Меню второго уровня «Настройки»			
4.14.6	Частота ШИМ	5,0	5,0	КГц
4.14.8	Задержка силового канала	50	50	мкс

Таблица 8. Пример настройки для ВПЭД 100 Гц

№	Меню/Параметр	Значение	Пример	Ед. Изм
3	Меню первого уровня «Номиналы»			
3.1	Тип СУ	Вентильная	Вентильная	
3.15	Номинальный ток СУ	Согласно паспорта на СУ	630	А
3.3	Номинальное напряжения питания СУ	380	380	В
3.5	Номинальный ток ПЭД	Согласно паспорта на ВПЭД	25	А
3.13	Номинальное напряжение ПЭД	Согласно паспорта на ВПЭД	1200	В
3.10	Длина линии (L подвеса)	Глубина подвеса ВПЭД	2000	м
3.2	Напряжение отпайки	Рекомендуемая отпайка (1397) + 10-15%	1606	В
4	Меню первого уровня «Параметры ЧРП»			
4.3	Меню второго уровня «Вентильный привод»			
4.3.21	Пропорциональный коэффициент		0.05	

4.3.22	Интегральный коэффициент		0.007	
4.3.19	Максимальный угол ротора (Макс. theta)	Начальное значение 92	95	%
4.3.7	Нижний предел регулирования	Начальное значение 25	25	%
4.3.8	Верхний предел регулирования	Начальное значение 35	35	%
4.3.9	Компенсационный предел регулирования	Начальное значение 15	15	%
4.3.15	Номинальные обороты ВПЭД	Согласно паспорта на ВПЭД	3000	об/мин
4.3.16	Количество полюсов	Согласно технологического задания	2	шт
4.3.17	Индуктивность обмотки ВПЭД	Согласно паспорта на ВПЭД	25	мГн
4.3.18	Активное сопротивление ВПЭД	Согласно паспорта на ВПЭД	1500	МОм
4.3.14	Пусковая частота ВД	В зависимости от типа ВД	4	Гц
4.1	Меню второго уровня «Управление частотой»			
4.1.2	Верхняя граница частоты	Как параметр «Предельная рабочая частота ЧРП с данным ВД»	100	Гц
4.1.5	Нижняя граница частоты	Согласно технологического задания	5	Гц
4.1.11	Время разгона	Согласно технологического задания	120	с
4.1.12	Время торможения	Согласно технологического задания	30	с
4.2	Меню второго уровня «Режим пуск/стоп»			
4.2.2	Останов выбегом	Да	Да	
4.2.4	Базовое напряжение	380	380	В
4.2.5	Базовая частота	Номинальная	100	Гц

		частота согласно паспорта на ВПЭД		
4.2.6	Предельная рабочая частота ЧРП с данным ВД	Согласно технологического задания и согласно паспорта на ВПЭД	100	Гц
4.5	Меню второго уровня «Настройка характеристики»			
4.5.2	Частота точки 1 характеристики U/F	Контролировать	8	Гц
4.5.3	Напряжение точки 1 характеристики U/F	Контролировать	15,3	%
4.5.4	Частота точки 2 характеристики U/F	Контролировать	25	Гц
4.5.5	Напряжение точки 2 характеристики U/F	Контролировать	21,1	%
4.5.6	Частота точки 3 характеристики U/F	Контролировать	50	Гц
4.5.7	Напряжение точки 3 характеристики U/F	Контролировать	42,3	%
4.5.8	Частота точки 4 характеристики U/F	Контролировать	75	Гц
4.5.9	Напряжение точки 4 характеристики U/F	Контролировать	63,5	%
4.5.10	Частота точки 5 характеристики U/F	Контролировать	100	Гц
4.5.11	Напряжение точки 5 характеристики U/F	Контролировать	84,6	%
4.14	Меню второго уровня «Настройки»			
4.14.6	Частота ШИМ	5,0	5,0	КГц
4.14.8	Задержка силового канала	50	50	мкс

**Настройка СУ ЧР ВД Эталон для управления вентильным двигателем в режиме регулирования минимального тока Id (ПО до версии 80.10).**

Таблица 9.

Пункт	Параметр	Уставка	Примечание
2	УСТАВКИ И ЗАЩИТЫ		
2.2	Токовые защиты		
2.2.21	Уставка МТЗ	1.0	Защита от срыва
2.2.22	Защ. по косин.	Да	Защита от срыва
3	НОМИНАЛЫ		
3.01	Тип СУ	Вентильная	
3.02	Отпайка ТМПН	XXXX	Реальная отпайка ТМПН
3.03	Уноминальн. СУ	380 В	
3.04	Тип ВПЭД		Возможен выбор ВПЭД «Новомет» из базы (при наличии в базе)
3.05	Ном. Ток ПЭД	XXX А	Из паспорта двигателя
3.06	Ном. Мощн. ПЭД	XXX кВт	Из паспорта двигателя
3.07	Ном К мощн	0,8	
3.10	L подвеса	XXXX	Длина кабеля с учетом до ТМПН
3.11	T пласта	70 Гр	По факту
3.12	S кабеля мм <sup>2</sup>	XX	По факту
3.13	U ном ПЭД	XXX	Из паспорта двигателя (линейное)
3.14	Предл. Отпайка	Расчет	
3.15	Ном ток СУ	XXX А	По факту
4	ПАРАМЕТРЫ ЧРП		
4.1	Управление частотой		
4.1.01	Рабочая частота	20 Гц	20 Гц – во время первоначальной настройки, после настройки задать рабочую частоту по регламенту.
4.1.02	Верхняя граница частоты	100 Гц	Максимальная рабочая частота по регламенту.
4.1.05	Нижняя граница частоты	10 Гц	
4.1.11	Время разгона	100 с	
4.1.12	Время торможения	60 с	
4.2	Режим пуск/стоп		
4.2.01	Вращение	Прямое	
4.2.02	Останов выбегом	Да	

Пункт	Параметр	Уставка	Примечание
4.2.03	Характеристика выходного напряжения	По точкам	
4.2.04	Базовое напряжение	380 В	
4.2.05	Базовая частота	XXX Гц	Номинальная частота двигателя. (из паспорта)
4.2.06	Предельная рабочая частота ВПЭД	XXX Гц	Максимальная рабочая частота по регламенту.
4.3	Вентильный привод		
4.3.01	Тип регулятора	По мин. току	
4.3.02	Коэффициент мощности нагрузки		Показания текущего значения параметра
4.3.03	Текущий коэффициент регулирования характеристики		Показания текущего значения параметра
4.3.04	Смещение угла	300	
4.3.05	Коэффициент демпфирования	0,02	
4.3.06	Значение Idf		Показания текущего значения параметра
4.3.07	Нижний предел регулирования	5	
4.3.08	Верхний предел регулирования	10	
4.3.09	Компенсационный предел регулирования (КПР)	10	
4.3.10	Коэффициент нормирования характеристики	5	
4.3.11	Стартовый ток	1,00	
4.3.12	Стартовый угол	80	
4.3.14	Пусковая частота	2	
4.3.15	Номинальные обороты ВПЭД	XXX	Из паспорта двигателя
4.3.16	Кол-во пар полюсов	X	Из паспорта двигателя
4.3.17	Индуктивность обмотки ВПЭД	XXX	Из паспорта двигателя
4.3.18	Активное сопротивление	XXX	Из паспорта двигателя
4.3.19	Максимальный угол ротора (Макс. theta)	92	

Пункт	Параметр	Уставка	Примечание
4.3.21	Пропорциональный коэффициент	0,030	
4.3.22	Интегральный коэффициент	0,007	
4.3.23	Время пуска ВД	3	
4.3.25	Пусковой коэффициент	По умолчанию.	
4.3.26	Индуктивность реактора (L реактора)	XXX мГн	Индуктивность реактора выходного фильтра по факту
4.5	Настройка характеристики		Визуальный контроль положения 5 точки характеристики
4.13	Настройки		
4.13.06	Частота ШИМ	4 кГц	<b>6100Гц для ВПЭД Лепсе!</b>
4.13.07	Сдвиг контр.	110 мкс	
4.13.08	Сдвиг ТМПН	50 мкс	
4.13.09	Защита Т датч.	Нет	

\*в различных версиях ПО панели оператора, нумерация пунктов меню может не соответствовать представленной.

В таблице приведен список параметров, которые необходимо корректно установить для проведения процедуры запуска и настройки режима работы ВД. После ввода параметров контроллер произведет расчет рекомендуемой отпайки ТМПН. Реально, для возможности регулирования напряжения на двигателе в сторону увеличения, на ТМПН необходимо установить отпайку на 10-15% выше рекомендуемой. При этом СУ будет во время функционирования автоматически подстраивать оптимальные параметры для ВПЭД.

Коэффициент 4.3.09 «КПР» (Компенсационный предел регулирования) служит для расширения верхнего предела регулирования на низких частотах работы двигателя. Плавно уменьшается к третьей точке U/F характеристики (см. Рис. 3).

После ввода всех необходимых параметров контроллер произведет расчет точек характеристики U/F. Правильность расчета данной характеристики для ВПЭД очень важна, так как отклонение на 20% от необходимой величины приведет к нестабильной работе установки или вообще к полному отсутствию вращения ВПЭД.

### **Последовательность действий, производимых при запуске двигателя в режиме регулятора по минимальному току Id.**

Производим пуск СУ до частоты 20 Гц. Выходной ток, вначале увеличения выходной частоты, должен подрасти, затем по достижении частоты 15 Гц, начать снижаться (зависит от конкретных условий эксплуатации двигателя). Если падение тока не произошло, а наблюдается его увеличение, то это может означать, что двигатель выпал из синхронизма. Остановить СУ, повторить пуск. Если параметры запуска не изменились, то остановить СУ, увеличить уставку 4.3.11 «Стартовый ток» до 1,50. Данная уставка

задает добавочный момент двигателю в начале пуска (см. Рис. 3). Если при пуске наблюдается срабатывание МТЗ, то необходимо уменьшить уставку. Стартовый ток ограничивается напряжением верхнего предела плюс КИР.

Если при пуске постоянно происходит отключение СУ по защите МТЗ, то необходимо попробовать произвести подстройку напряжения первой точки U/F характеристики (группа параметров 4.5) плюс – минус 2-3%.

Порог защиты МТЗ не поднимать выше 1! Добиваемся работы СУ на данной частоте с показаниями тока в пределах 5-50% от номинала двигателя.

В данном режиме двигатель должен «ехать» по нижней границе регулирования. Текущий коэффициент регулирования должен быть 0,95.

Увеличиваем номинальную частоту до 30 Гц. Изменением параметра 4.3.04 «Смещение угла» в сторону уменьшения (базовое значение 300), добиваемся показаний параметра 4.3.02 «Коэффициент мощности нагрузки» значения 0,8 (для 100Гц установки) и значения 0,7 (для 200 Гц установки), при этом контролируем параметр 4.3.03 «Текущий коэффициент регулирования характеристики», который должен находиться в зоне регулирования. Для уставок верхнего и нижнего пределов регулирования – 10%, это интервал 0,9...1,1. При приближении «Текущего коэффициента регулирования характеристики» к верхнему или нижнему пределу, увеличить предел на 5%.

Данные параметры возможно получить только при правильно выставленных уставках характеристик двигателя. Если двигатель «едет» по нижней границе текущего коэффициента регулирования, а «Коэффициент мощности нагрузки» равен 1 или близок к 1, то из этого следует, что настройка установки произведена неправильно. Необходимо повторно проверить все введенные параметры двигателя и станции.

Если все уставки введены правильно, а СУ работает не в корректном режиме, то произвести сброс уставок на заводские настройки и повторить настройку СУ заново.

При адекватных показаниях параметров «Текущего коэффициента регулирования» и «Коэффициента мощности», увеличиваем частоту до 40 Гц. Проверяем состояние параметров 4.3.02 «Коэффициент мощности» и 4.3.03 «Текущий коэффициент регулирования характеристики». Увеличиваем частоту до 50 Гц. Если всё в порядке, расширяем зону регулирования до номинальных значений: 4.3.07 «Нижний предел регулирования» до 25%, 4.3.08 «Верхний предел регулирования». До 35%.

Дальнейшее увеличение частоты производим в плановом порядке, периодически контролируя параметр 4.3.03 «Текущий коэффициент регулирования характеристики». При приближении параметра к отметке 1,3, рекомендуется повысить 4.3.10 «Коэффициент нормирования характеристики» на 1%, с контролем текущего состояния установки. Резко увеличивать параметр 4.3.10 «Коэффициент нормирования характеристики» больше чем на 2% не рекомендуется, из за возможности дестабилизации регулятора двигателя.

На некоторых частотах работы вентильного двигателя, возникает явление резонанса тока. Явление выражается в появлении дребезжащего звука работы СУ, звукового эффекта типа «Вау-вау», плаванием показаний тока двигателя и текущего угла theta.

Для подавления резонанса служит параметр 4.3.05 «Коэффициент демпфирования». Начальная уставка 0,02. Для подавления эффекта резонанса необходимо увеличивать параметр с шагом 0,01, до подавления резонанса. После подавления резонанса, добавить 0,01 сверху и подождать реакции установки. Если резонанс возник, то убрать 0,01. На слух всё очень хорошо слышно. При резком появлении ненормальных звуков, лучше вернуться к уставке 0,00 и повторить заново.

В режиме U/f демпфирование не работает. Также возможна некорректная работа, если регулятор «едет» по верхнему или нижнему пределам.

Полученные значения параметров 4.3.04 «Смещение угла» и 4.3.05 «Коэффициент демпфирования» остаются на весь период эксплуатации установки.

Примечание: Рабочее значение параметра 4.3.04 «Смещение угла» всегда ниже 360, может и 340, а может быть и 200. Зависит от конкретного двигателя, ТМПН и кабеля.

После завершения настроек, параметр 2.2.21 «Уставка МТЗ» установить 1,5.

В процессе эксплуатации установки на номинальной рабочей частоте, желательно провести процедуру оптимизации регулятора, которая заключается в подборе минимального потребляемого тока двигателем. Для этого необходимо уменьшать параметр 4.3.04 «Смещение угла» и наблюдать за поведением токов двигателя. Если ток падает, то смещение уменьшаем до начала увеличения тока и откатываем чуть назад, до минимального значения.

Если ток увеличивается, то смещение увеличиваем до достижения минимального тока, достигнутого при увеличении смещения. Логика та же, сначала ток растет, затем падает, ищем середину.

**Настройка СУ ЧР ВД Эталон для управления вентильным двигателем в режиме регулирования минимального тока Id (ПО версии 80.10 и выше).**

Примерные уставки для запуска вентильного привода 200 Гц.

Пункт	Параметр	Уставка	Примечание
2	УСТАВКИ И ЗАЩИТЫ		
2.2	Токовые защиты		
2.2.21	Уставка МТЗ	1,5	Защита от потери синхронизации.
2.2.22	Защ. по косин.	Да	Защита от потери синхронизации.
2.2.23	Косинус срыва	0,45...0,5	Защита от потери синхронизации. Зависит от ТМПН, кабельной линии, двигателя
3	НОМИНАЛЫ		
3.01	Тип СУ	Вентильная	
3.02	Отпайка ТМПН	XXX В	Реальная отпайка ТМПН
3.03	U ТМПН низк.	380	Номинал. Первичное напряжение ТМПН
3.03	U номинальн. СУ	380 В	Номинальное напряж. питания СУ
3.04	Тип ВПЭД		Возможен выбор ВПЭД «Новомет» из базы (при наличии в базе)
3.05	Ном. Ток ПЭД	XXX А	Из паспорта двигателя
3.06	Ном. Мощн. ПЭД	XXX кВт	Из паспорта двигателя
3.07	Ном К мощн	0,85	
3.10	L подвеса	XXX	Длина кабеля с учетом до ТМПН
3.11	T пласта	XX Гр	По факту
3.12	S кабеля мм <sup>2</sup>	XX мм.кв.	По факту
3.13	U ном ПЭД	XXXX В	Из паспорта двигателя (линейное)
3.14	Предл. Отпайка	Расчет	Минимальное рекомендуемое напряжение отпайки ТМПН
3.15	Ном ток СУ	XXX А	По факту
3.16	Кол-во пар полюс	2	2 – 6000 об.мин 200Гц 2 – 3000 об.мин 100Гц 4 – 3000 об.мин 200Гц 3 – 10000 об.мин 500Гц
3.17	L реактора		160, 250А – 100 мкГн 400, 630А – 60 мкГн

Пункт	Параметр	Уставка	Примечание
			800А – 50 мкГн 1000, 1200, 1400А – 40 мкГн 1600, 1800А – 30 мкГн
4	ПАРАМЕТРЫ ЧРП		
4.1	Управление частотой		
4.1.01	Рабочая частота	XXX Гц	Задать рабочую частоту по регламенту.
4.1.02	Верхняя граница частоты	200 Гц	Максимальная рабочая частота по регламенту.
4.1.05	Нижняя граница частоты	10 Гц	Минимальная рабочая частота по регламенту.
4.1.11	Время увелич. F	100 с	
4.1.12	Время уменьш. F	100 с	
4.2	Режим пуск/стоп		
4.2.01	Вращение	Прямое	Рекомендуется использовать установку на прямом вращении.
4.2.02	Останов выбегом	Да	
4.2.03	Характеристика выходного напряжения	По точкам	
4.2.04	Базовое напряжение	380 В	
4.2.05	Базовая частота	200 Гц	Номинальная частота двигателя. (из паспорта)
4.2.06	Предельная рабочая частота ВПЭД	200 Гц	Максимальная рабочая частота по регламенту.
4.3	Вентильный привод		
4.3.01	Тип регулятора	Минимальный ток	
4.3.02	Коэффициент мощности нагрузки	---	Показания текущего значения параметра
4.3.03	Текущий коэффициент регулирования характеристики	---	Показания текущего значения параметра
4.3.04	Смещение угла	235...240	Регулируемый параметр в процессе настройки СУ. Значение по умолчанию – 240.
4.3.05	Коэффициент демпфирования	0,03	Служит для подавления резонансов токов возникающих в системе СУ – каб.линия – двигатель.

Пункт	Параметр	Уставка	Примечание
			Ном. значение 0,03...0,3
4.3.06	Значение Id		Показания текущего значения параметра Id. В оптимальной настройке стремится к «0».
4.3.07	Нижний предел регулирования	25	
4.3.08	Верхний предел регулирования	35	
4.3.09	Компенсационный предел регулирования (КПР)	80...100	Максимальная добавка верхнего предела. Для тяжёлых пусков, увеличивать.
4.3.10	Коэффициент нормирования характеристики	5	Используется для смещения U/F характеристики
4.3.11	Стартовый ток	2,00	Не менять!
4.3.12	Стартовый угол	80	Не менять!
4.3.14	Пусковая частота	2	Не менять!
4.3.15	Номинальные обороты ВПЭД	XXX	Из паспорта двигателя
4.3.16	Кол-во пар полюсов	XXX	2 – 6000 об.мин 200Гц 2 – 3000 об.мин 100Гц 4 – 3000 об.мин 200Гц 3 – 10000 об.мин 500Гц
4.3.17	Индуктивность обмотки ВПЭД	XXX мГн	Из паспорта двигателя
4.3.18	Активное сопротивление	XXX мОм	Из паспорта двигателя
4.3.21	Пропорциональный коэффициент	0,030	
4.3.22	Интегральный коэффициент	0,007	
4.3.23	Время пуска ВД	3 с	Время работы двигателя на пусковой частоте.
4.3.25	Пусковой коэффициент	0,5	Изменение тока на пусковой частоте.
4.3.26	Индуктивность реактора (L реактора)	XXX мГн	160, 250А – 100 мкГн 400, 630А – 60 мкГн 800А – 50 мкГн 1000, 1200, 1400А – 40 мкГн 1600, 1800А – 30 мкГн
4.3.27	Токоограничение	1,0	Не менять!
4.5	Настройка		Визуальный контроль

Пункт	Параметр	Уставка	Примечание
	характеристики		положения 5 точки характеристики
4.14	Настройки		
4.14.01	Стаб. U выходн.	Нет	
4.14.05	Защита МТЗ	АПВ	
4.14.06	Частота ШИМ	XXX кГц	4 кГц – для СУ 800 и выше 5 кГц – для СУ 160 – 630 6,1 кГц – для ВПЭД Лепсе
4.14.07	Сдвиг контр.	230 мкс	Проверить! Не менять!
4.14.08	Сдвиг ТМПН	50 мкс	Не менять!
4.14.09	Защита Т датч.	Нет	

\*в различных версиях ПО панели оператора, нумерация пунктов меню может не соответствовать представленной.

В таблице приведен список параметров, которые необходимо корректно установить для проведения процедуры запуска и настройки режима работы ВД (для частоты 200 гц. Для частоты 100 гц изменить уставки частоты).

После ввода параметров контроллер произведет расчет рекомендуемой отпайки ТМПН. Реально, для возможности регулирования напряжения на двигателе в сторону увеличения, на ТМПН необходимо установить отпайку на 10-15% выше рекомендуемой. При этом СУ будет во время функционирования автоматически подстраивать оптимальные параметры для ВПЭД.

Коэффициент 4.3.09 «КПР» (Компенсационный предел регулирования) служит для расширения верхнего предела регулирования при пуске и на низких частотах работы двигателя. Плавно уменьшается ко второй точке U/F характеристики. Используется при тяжелых пусках.

После ввода всех необходимых параметров контроллер произведет расчет точек характеристики U/F. Правильность расчета данной характеристики для ВПЭД очень важна, так как отклонение на 20% от необходимой величины приведет к нестабильной работе установки или вообще к полному отсутствию вращения ВПЭД.

### **Последовательность действий, производимых при запуске двигателя в режиме регулятора по минимальному току Id.**

Производим сброс уставок на заводские (пункт 10.01).

Выставляем параметры установки согласно регламенту. Скорость разгона не быстрее 60с. Производим пуск СУ до рабочей частоты по регламенту. Выходной ток, вначале увеличения выходной частоты, должен подрасти, затем по достижении частоты ~15...20 Гц, начать снижаться (зависит от конкретных условий эксплуатации двигателя). Если падение тока не произошло, а наблюдается его увеличение, а так же уменьшение текущего Коэфф. мощности, то это может означать, что двигатель выпал из синхронизма, либо на двигателе повышенное напряжение. Остановить СУ, проверить уставки, повторить пуск. Если параметры запуска не изменились, то остановить СУ, увеличить уставку 4.3.25 «Пусковой коэффициент» на 0,1. Данная уставка задает добавочный момент двигателю в

начале пуска. Если при пуске наблюдается срабатывание МТЗ, то необходимо уменьшить данную уставку.

Если при пуске, на пусковой частоте (2 гц по умолчанию) постоянно происходит отключение СУ по защите МТЗ, то необходимо уменьшить уставку 4.3.25 «Пусковой коэффициент» на 0,1 и повторить пуск. Подбором данной уставки подбираем безаварийную работу на пусковой частоте.

Если происходит отключение СУ по защите МТЗ при увеличении частоты на частотах 2...15гц, то необходимо уменьшить добавку верхнего предела (КПР), а если не помогло, то попробовать произвести подстройку напряжения первой точки U/F характеристики (группа параметров 4.5) плюс – минус 2-3%.

При выходе СУ на заданную частоту, проверяем показания параметра 4.3.02 «Коэффициент мощности нагрузки». Параметр должен находиться в пределах значений 0,7...0,95 и также контролируем параметр 4.3.03 «Текущий коэффициент регулирования характеристики», который должен находиться в зоне регулирования. Для уставок верхнего 35% и нижнего 25% пределов регулирования, это интервал 0,75...1,34. При приближении при работе «Текущего коэффициента регулирования характеристики» к верхнему пределу (1,3...1,34), увеличить коэфф. характеристики (п.4.3.10), либо напряжение ближайшей (вышележащей) точки U/f характеристики..

Данные параметры возможно получить только при правильно выставленных уставках характеристик двигателя. Если двигатель «едет» по нижней границе текущего коэффициента регулирования, а «Коэффициент мощности нагрузки» равен 1 или близок к 1, то из этого следует, что настройка установки произведена неправильно. Необходимо повторно проверить все введенные параметры двигателя и станции.

Если все уставки введены правильно, а СУ работает не в корректном режиме, то произвести сброс уставок на заводские настройки и повторить настройку СУ заново.

Дальнейшее увеличение частоты производим в плановом порядке, периодически контролируя параметр 4.3.03 «Текущий коэффициент регулирования характеристики». При приближении параметра к отметке 1,3, рекомендуется повысить 4.3.10 «Коэффициент нормирования характеристики» на 1%, с контролем текущего состояния установки. Резко увеличивать параметр 4.3.10 «Коэффициент нормирования характеристики» больше чем на 2% не рекомендуется, из за возможности дестабилизации регулятора двигателя.

На некоторых частотах работы вентильного двигателя, возникает явление резонанса тока. Явление выражается в появлении дребезжащего звука работы СУ, звукового эффекта типа «Вау-вау», плаванием показаний тока двигателя и текущего угла theta.

Для подавления резонанса служит параметр 4.3.05 «Коэффициент демпфирования». По умолчанию уставка 0,03. Для подавления эффекта резонанса необходимо увеличивать параметр с шагом 0,01, до подавления резонанса. После подавления резонанса, добавить 0,01 сверху и подождать реакции установки. Если резонанс возник, то убрать 0,01. На слух всё очень хорошо слышно. При резком появлении ненормальных звуков, лучше вернуться к уставке 0,00 и повторить заново.

Полученные значения параметров 4.3.04 «Смещение угла» и 4.3.05 «Коэффициент демпфирования» остаются на весь период эксплуатации установки.