

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЧЕБОКСАРСКИЙ ЭЛЕКТРОАППАРАТНЫЙ ЗАВОД»

ОКПД2 27.11.50.120

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПК ПТ

АО «ЧЭАЗ»

_____ А.А. Ильбеков

«_____» _____ 20__ г.

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ РЕГУЛИРУЕМЫЙ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ СЕРИИ ВЧРП**

Руководство по эксплуатации

БКЖИ.674712.142РЭ

И-№№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	И-№№ дцкл.
Подп. и дата	

Содержание

1	Описание и работа.....	8
1.1	Описание и работа изделия	8
1.2	Описание и работа составных частей изделия	20
2	Использование по назначению.....	29
2.1	Эксплуатационные ограничения.....	29
2.2	Подготовка изделия к использованию	31
2.3	Использование изделия.....	46
2.4	Действия в экстремальных ситуациях.....	63
3	Техническое обслуживание	66
4	Текущий ремонт	71
4.1	Текущий ремонт изделия.....	71
4.2	Текущий ремонт составных частей изделия.....	72
5	Хранение.....	97
5.1	Правила постановки изделия на хранение и снятия его с хранения	97
5.2	Перечень составных частей изделия с ограниченными сроками хранения.....	97
5.3	Перечень работ, правила их проведения, меры безопасности при подготовке изделия к хранению, при кратковременном и длительном хранении изделия, при снятии изделия с хранения.....	97
5.4	Условия хранения изделия	98
5.5	Предельные сроки хранения в различных климатических условиях.....	98
6	Транспортирование	99
6.1	Требования к транспортированию изделия и условиям, при которых оно должно осуществляться.....	99
6.2	Порядок подготовки изделия для транспортирования различными видами транспорта.....	99
6.3	Способы крепления изделия для транспортирования его различными видами транспорта.....	99
6.4	Порядок погрузки и выгрузки изделия и меры предосторожности	100
7	Утилизация.....	101

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

БКЖИ.674.712.14.2РЭ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Терентьев		
Проб.		Дожаков		
Нач. отд.		Пугачев		
Н.контр.		Матвеева		
Утв.		Пугачев		

Преобразователь частоты
регулируемый высоковольтный
серии ВЧРП
Руководство по эксплуатации

Лит.	Лист	Листов
A	2	111
АО «ЧЭАЗ»		

7.1 Меры безопасности	101
7.2 Сведения и проводимые мероприятия по подготовке и отправке изделия на утилизацию.....	101
7.3 Перечень утилизируемых составных частей (расчетный)	101
7.4 Перечень утилизируемых составных частей, выявляемых по результатам текущего ремонта, ТО и хранения (см. также табл. 4.1)	102
7.5 Показатели утилизации.....	102
7.6 Методы утилизации, если изделие представляет опасность для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока службы (эксплуатации)	102
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Номенклатурный ряд ВЧРП	104
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) Массогабаритные номенклатурные показатели ВЧРП	107
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Схема внешних подключений.....	110

Изм. № докум.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Изм. № докум.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



БКЖИ.674.712.142РЭ

Руководство по эксплуатации предназначено для изучения принципа работы многоуровневого преобразователя частоты регулируемого высоковольтного серии ВЧРП с целью обеспечения его правильной эксплуатации и квалифицированного обслуживания в составе промышленных установок.

РЭ включает в себя описание оборудования, названия его составных частей, принципа управления, принципов эксплуатации, устранения ошибок, технического обслуживания.

РЭ рассчитано на обслуживающий персонал, прошедший специальную подготовку по техническому использованию и обслуживанию высоковольтных устройств (свыше 1000 В), а также устройств с цифровой и аналоговой микроэлектроникой и силовой полупроводниковой техникой.

В РЭ имеются разделы, выделенные предупреждающими символами, на которые необходимо обратить особое внимание:

Символ	Название символа	Пояснение обозначения
	Опасно!	Означает предельно опасную ситуацию, которая в случае неправильного обращения с оборудованием может привести к летальному исходу или причинению тяжкого вреда здоровью
	Внимание!	Означает потенциально опасную ситуацию, которая в случае неправильного обращения с оборудованием может вызвать травмы легкой или средней тяжести или привести к порче оборудования

Надежность и долговечность работы ВЧРП обеспечивается надлежащей эксплуатацией, техническими и организационными мероприятиями, изложенными в данном руководстве, поэтому соблюдение всех требований настоящего РЭ обязательно.

В случае эксплуатации ВЧРП с нарушением условий, приведенных в данном руководстве, изготовитель не несет ответственность за его корректную работу и безопасность для обслуживающего персонала.

В случае проведения каких-либо регламентных работ (пуско-наладка, техническое обслуживание, ремонт, испытания) уполномоченный персонал обязан соблюдать указанные далее меры безопасности.

Изм. № подл. Подп. и дата. Изм. № докум. Изм. инв. № Подп. и дата. Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ



В ВЧРП имеются цепи с опасными уровнями напряжения $\sim 3/6/10$ кВ, $=900$ В и $\sim(200-440)$ В, в связи с чем необходимо всегда держать двери закрытыми на ключ. Открывать их допускается только для обслуживания или обследования при условии соблюдения всех мер безопасности. Секция управления изолирована от силовой части.



Запрещается эксплуатировать ВЧРП со снятыми задними и/или боковыми стенками шкафов.



Запрещено прикасаться к внутренним частям ВЧРП влажными руками.



Ни в коем случае не разрешается прикасаться к оборудованию внутри шкафов ВЧРП при подключенном силовом питании или питании системы управления.



Категорически запрещается прикасаться к деталям внутри шкафов ВЧРП в течение, как минимум, 10 мин после отключения питания ввиду наличия остаточного заряда в конденсаторах СЯ.



Пока ВЧРП и ЭД находятся в работе, запрещается отключать силовое напряжение питания или напряжение питания управления ни при каких обстоятельствах.



Если ВЧРП подключен к сети, выходные шины могут быть под напряжением, даже если ЭД не запущен.

Изм. № подл. Подп. и дата. Вып. шиф. №. Инв. № докл. Подп. и дата.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ



Преобразователи серии ВЧРП различных климатических исполнений предназначены для работы только в стационарных условиях, регламентируемых изготовителем в зависимости от исполнения.



Запрещено производить какие-либо измерения, если ВЧРП подключен к сети или не был выведен в ремонт.



Не рекомендуется проводить испытания каких-либо частей ВЧРП повышенным напряжением без согласования с изготовителем. Эти испытания должны проводиться только в соответствии со специальной инструкцией по проверке прочности изоляции, нарушение которой может привести к повреждению оборудования.



ВЧРП может иметь большой емкостный ток утечки.



При эксплуатации ВЧРП на промышленном объекте обязательно требуется наличие вводного КРУ.



Разрешается использовать только запасные части, поставляемые изготовителем ВЧРП, либо представителями организации, уполномоченной изготовителем.



При необходимости проведения каких-либо измерений на ЭД или двигательном кабеле, требуется отсоединить кабель, идущий к ЭД, от выходных шин ВЧРП.

Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № докл. Подп. и дата.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ



При подаче питания на ВЧРП и поступлении команды «Пуск» ЭД будет запущен. Учитывая то, что при изменении параметров или версии программного обеспечения функционал клемм входов/выходов может меняться, рекомендуется отключить ЭД, если внезапный пуск может стать причиной возникновения опасной ситуации.



Запрещено прикасаться к элементам на плате управления, поскольку существует вероятность ее повреждения при воздействии ЭСР.



Управляющие клеммы входов/выходов изолированы от силового напряжения. Однако релейные выходы и другие клеммы входов/выходов могут находиться под опасным напряжением питания системы управления, даже если высокое напряжение на вход ВЧРП не подано.



Преобразователи серии ВЧРП готовы к работе сразу после проведения работ по шефмонтажу, но в случае хранения или транспортировки при пониженной температуре и/или повышенной влажности, необходимо прогреть ПСТ тепловой пушкой в течение не менее чем 12 ч. Также следует выдержать шкафы ВЧРП не менее 6 ч в необходимых условиях.



В том случае, когда в составе ВЧРП имеется отдельная цепь предзаряда, подача команды на запуск ограничена по времени 1 раз каждые 10 мин

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

1 Описание и работа

1.1 Описание и работа изделия

1.1.1 Назначение изделия

1.1.1.1 Преобразователи частоты серии ВЧРП предназначены для частотного пуска и регулирования скорости вращения высоковольтных АД и СД, обеспечивающих работу технологических устройств различного назначения.

1.1.1.2 Область применения ВЧРП – дутьевые вентиляторы, дымососы, насосы подачи воды, циркуляционные насосы, питательные насосы, насосы различного назначения, нефтяные насосы, компрессоры, мельницы, дробилки и другие механизмы на объектах общепромышленного назначения.

1.1.1.3 ВЧРП шкафного исполнения (для внутреннего применения) предназначены для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом в закрытом отапливаемом помещении (климатическое исполнение УХЛ, категория размещения 4 по ГОСТ 15150). По требованию заказчика ВЧРП могут поставляться в БМЗ для наружного применения, предназначенном для эксплуатации ВЧРП в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом вне помещения (климатическое исполнение УХЛ, категория размещения 1 по ГОСТ 15150).

1.1.1.4 Верхнее рабочее значение предельной температуры окружающего воздуха при эксплуатации – плюс 40 °С, нижнее рабочее значение температуры – плюс 1 °С.

Среднегодовое значение относительной влажности – 60 % при плюс 20 °С.

Верхнее значение относительной влажности – 85 % при плюс 25 °С.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	8											

БКЖИ.674.712.142РЭ

1.1.1.5 Структура условного обозначения преобразователей частоты серии ВЧРП:

ВЧРП -XX- XXX -XX- XXX -X -X-X XX+1 XXX

Вид климатического исполнения и категория размещения по ГОСТ 15150:
 УХЛ4 – шкафное исполнение с размещением в отапливаемом помещении
 УХЛ1 – исполнение с размещением в БМЗ полной заводской готовности

Функции байпаса силовых ячеек (при наличии):
 МБ – механический (без резервирования ячеек)
 ЭБ – электрический (без резервирования ячеек)

Опции по требованию (через дефис):
 Б1 – синхронизированный перевод на сеть
 Б2 – сервисное (ручное) переключение на сеть
 В – резервные вентиляторы охлаждения
 Д1 – работа с датчиком скорости
 Д2 – работа с датчиком техпараметра
 Ж – жидкостное охлаждение
 З1 – базовый комплект ЗИП
 З2 – полный комплект ЗИП
 И – ИБП для питания системы управления
 КХ – контроллер для внешней АСУ и/или для каскадного пуска X двигателей
 Л – лампы внутреннего освещения в шкафах
 М – обмен по протоколу Modbus
 НХХ – номинальное входное напряжение (при его отличии от выходного)
 О – антиконденсатный обогрев шкафов
 П – обмен по протоколу Profibus-DP
 Р1 – схема преобразователя с рекуперацией
 Р2 – шкаф с тормозными резисторами
 С – воздушное принудительное охлаждение существующей системой вентиляции
 Т – пирометры для дополнительного контроля температуры обмоток трансформатора
 Ф1 – удаленная панель оператора
 Ф2 – выносной пульт управления
 Ч – задание частоты от потенциометра
 Ш – входной шкаф с разьединителем
 Э – измеритель параметров электроэнергии
 РХХ – шкаф защищенного исполнения IP

Тип регулируемого электродвигателя:
 А – асинхронный
 С – синхронный

Номинальный ток на выходе ВЧРП, А:
 25 – 25 А и т.д.

Номинальное напряжение на выходе ВЧРП:
 03 – 3 кВ
 06 – 6 кВ
 10 – 10 кВ

Номинальная полная мощность ВЧРП, кВ·А:
 130 – 130 кВ·А и т.д.

Вариант схемного решения преобразователя:
 ТМ – многоуровневая схема инвертора напряжения на базе стандартного решения с входным согласующим трансформатором с использованием импортных комплектующих
 ВЧРП – Преобразователь частоты регулируемый высоковольтный

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.
Подп. и дата	Взам. инв. №
Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Пример записи обозначения ВЧРП шкафного исполнения со степенью защиты IP31 на импортной компонентной базе для управления скоростью вращения АД, с номинальной полной мощностью 8300 кВ·А, номинальным выходным напряжением 6 кВ, номинальным током на выходе 800 А, с воздушным принудительным охлаждением, с установленными ИБП, контроллером и устройством обмена по протоколу Modbus RTU с базовым комплектом ЗИП в комплекте с удаленной панелью оператора при поставках на территории РФ:

«ВЧРП-ТМ-8300-06-800-А-31-И-К1-Л-М-Ф1-IP31 УХЛ4 ТУ 3416-061-05797954-2011»

1.1.2 Технические характеристики (свойства)

Основные технические характеристики преобразователей частоты серии ВЧРП приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные технические характеристики преобразователей серии ВЧРП

Наименование параметра		Значение		
Номинальное напряжение питающей сети по ГОСТ 29322, кВ		~3	~6	~10
Допустимое отклонение напряжения питающей сети, % от номинального значения		От плюс 10 до минус 15		
Сохранение работоспособности при просадке напряжения питающей сети на, % от номинального значения (в течение 60 с)		До минус 20		
Номинальная частота напряжения питающей сети, Гц		50		
Допустимое отклонение частоты напряжения питающей сети, измеренное в интервале времени 10 с по ГОСТ 32144, Гц: - в течение 95 % времени интервала в одну неделю; - в течение 100 % времени интервала в одну неделю		От минус 0,2 до плюс 0,2 От минус 0,4 до плюс 0,4		
Число фаз входного напряжения питающей сети		3		
Значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения в точках присоединения K_u , усредненные в интервале времени 10 мин по ГОСТ 32144, %, не более: - в течение 95 % времени интервала в одну неделю; - в течение 100 % времени интервала в одну неделю		±5 ±8		
Входной коэффициент мощности, не менее		0,95		
Номинальное выходное напряжение по ГОСТ 24607, кВ		~3	~6	~10
Диапазон изменения выходного напряжения, кВ		0,15÷3	0,3÷6	0,5÷10
Число фаз выходного напряжения		3		
Диапазон регулирования частоты выходного напряжения, Гц		5÷50 (60)/0,05÷50 (60)		
Номинальная полная мощность, кВ·А		130÷8300	260÷16600	430÷27700
Номинальная мощность регулируемого ЭД по ГОСТ 12139, кВт		100÷7100	200÷14000	320÷22500
Номинальный выходной ток (по ГОСТ 25953), А		25÷1600		
Скорость увеличения/снижения/изменения частоты вращения при разгоне/торможении/регулировании ЭД, для ЭД с номинальной скоростью, об/мин за 1 с		3000 об/мин	100÷150	
		1500 об/мин	50÷75	
		1000 об/мин	33,3÷50	

Инд. № подл. Подп. и дата
Инд. № докл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инд. № подл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
10

Окончание таблицы 1.1

Наименование параметра		Значение
Абсолютная погрешность позиционирования частоты вращения вала ЭД во всем диапазоне, об/мин, не более		3,0*
Перегрузочная способность, %, в течение	90 с	120
	3 с	150
КПД ВЧРП в номинальном режиме %, не менее		96,5
Напряжение цепей оперативного питания частоты 50 Гц, В		~220/380
Уровень шума, дБ, не более		80
Режим управления		Скалярный/векторный
Пульсность схемы выпрямления напряжения, не менее		18 30 42
Входы и выходы управления ВЧРП		Аналоговые, цифровые, дискретные
Язык интерфейса панели управления		Русский
Сетевой протокол (по выбору)		Ethernet/Modbus RTU/Profibus-DP
Степень защиты по ГОСТ 14254, не менее		IP21
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150		УХЛ4
Ввод кабелей (по выбору)		Сверху/сбоку/снизу
Способ охлаждения (по выбору)		Воздушное/жидкостное
Электромагнитная совместимость	ГОСТ Р 51524	Категория С1
	ГОСТ 30804.6.2	По критерию качества функционирования А
* В режиме замкнутого векторного управления (с датчиком скорости в цепи обратной связи).		

1.1.2.1 СУМЗ преобразователей частоты серии ВЧРП обеспечивает:

- а) частотный пуск, останов и регулирование по частоте ЭД в соответствии с ГОСТ Р 51137;
- б) работу с АД и СД;
- в) регулирование частоты вращения вала ЭД в заданном диапазоне от 0,1 до 160 % от номинального значения по сигналам, получаемым от АСУ ТП;
- г) реализацию функций защиты ЭД путем его отключения по аварийным параметрам ВЧРП;
- д) обмен сигналами с системами АСУ ТП, АСТУЭ, РЗА;
- е) контроль параметров состояния и автоматическое управление основным и вспомогательным оборудованием ВЧРП;
- ж) контроль и управление силовой коммутационной аппаратурой, необходимой для работы ВЧРП;
- з) местное и дистанционное управление режимом работы ЭД;

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

и) исключение самопроизвольной подачи напряжения на ЭД в нулевом положении органов управления;

к) обеспечение возможности пропуска критических частот вращения ротора ЭД в рабочем диапазоне регулирования частоты (не менее трех точек);

л) автоматический самозапуск ЭД при восстановлении напряжения после глубоких провалов напряжения питания (снижение напряжения ниже 80 % от номинального значения) и/или после перерыва электроснабжения длительностью до 2,5 с с определением текущей частоты вращения выбегающего ЭД, при этом время, за которое ВЧРП определяет текущую частоту вращения выбегающего ЭД, не превышает 3 с;

м) сохранение работоспособности после внезапного отключения питающего выключателя без повреждения оборудования ВЧРП, отключения СУМЗ и прекращения выдачи данных о числе оборотов ротора ЭД;

н) реверс ЭД.

СУМЗ ВЧРП в режиме замкнутого векторного управления (с датчиком обратной связи по скорости) дополнительно к указанному выше обеспечивает:

а) точность поддержания скорости;

б) возможность автоматического регулирования значений ускорения/замедления с заданной точностью;

в) заданные значения перерегулирования частоты вращения при изменении задания и время отработки сигнала;

г) ограничение значений тока ЭД в динамических режимах и при перегрузках на заданном уровне с заданной точностью.

1.1.2.2 ВЧРП осуществляет работу в одном из выбранных оператором режимов управления:

– местный – от МПУ на двери секции управления ВЧРП;

– дистанционный 1 – от ВПУ;

– дистанционный 2 – от АСУ ТП по сигналам, передаваемым по одному из промышленных протоколов (Modbus RTU, Profibus-DP, Device Net, IS Bus) с использованием интерфейса RS485.

1.1.2.3 В преобразователях серии ВЧРП реализованы следующие селективные защиты от:

– внешних и внутренних перенапряжений;

– КЗ и тока перегрузки;

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

БКЖИ.674.712.142РЭ

- несимметрии токов фаз;
- повышения и понижения напряжения;
- недопустимого снижения (исчезновения) питающего и оперативного напряжения;
- перегрева преобразовательных ячеек (модулей) и трансформаторов;
- пробоя полупроводниковых силовых ключей;
- нарушения связи в цепях управления;
- неисправности в системе питания цепей управления;
- отказа системы охлаждения (охлаждающих вентиляторов);
- несанкционированного проникновения во внутреннее пространство шкафов ВЧРП;
- внешней неисправности (при отклонении регулируемого технологического параметра) по отдельному входу;
- от заклинивания (стопорения) вала ЭД.

Преобразователи частоты ВЧРП имеют световую сигнализацию о состоянии (включенном и отключенном) и о срабатывании защит.

1.1.2.4 Шкафы и секции ВЧРП, в которых элементы находятся под напряжением свыше 1000 В, снабжены блокировками, препятствующими включению преобразователя при открытых дверях шкафов (секций) и/или снимающими напряжение при открывании любой из дверей силовых шкафов (секций) в процессе работы.

1.1.2.5 Интерфейс ВЧРП состоит из следующих сигналов входа/выхода:

- два аналоговых входа для сигналов $4 \div 20$ мА с разрешением 12 бит;
- пять запрограммированных входов для дискретных сигналов «Пуск», «Стоп», «Разрешение пуска», «Сброс аварий» и «Аварийный останов» ($=24 \text{ В}/20 \text{ мА}$);
- четыре программируемых входа для дискретных сигналов ($=24 \text{ В}/20 \text{ мА}$);
- четыре аналоговых выхода сигналов $4 \div 20$ мА с разрешением 12 бит;
- семь запрограммированных внешних дискретных релейных выходов для выдачи сигналов «Аварийное отключение КСО», «В работе/Остановлен», «Авария», «Тревога», «Критическая авария», «Готовность», «Местный/Дистанционный», питаемых от внешнего источника питания либо $\sim 220 \text{ В}/1 \text{ А}$, либо $=100 \text{ В}/0,2 \text{ А}$, либо $=24 \text{ В}/1 \text{ А}$;
- три программируемых внешних дискретных релейных выходов для выдачи сигналов управления и состояния, питаемых от внешнего источника питания либо $\sim 220 \text{ В}/1 \text{ А}$, либо $=100 \text{ В}/0,2 \text{ А}$, либо $=24 \text{ В}/1 \text{ А}$.

1.1.2.6 Система управления ВЧРП имеет стандартный интерфейс типа RS485 с обменом по протоколу Modbus RTU. По согласованию с заказчиком, возможно

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.
Подп. и дата	Инд. № подл.
Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

сопряжение с другими устройствами и системой управления верхнего уровня по любым протоколам для промышленных сетей передачи информации (Modbus TCP, Profibus-DP).

1.1.2.7 ВЧРП имеют функцию системной самодиагностики, благодаря которой статус сохраняется в момент до и после каждой аварии. Система самодиагностики ВЧРП позволяет определить место возникновения неисправности на уровне функциональных блоков. В памяти ВЧРП могут храниться данные диагностики до 20 последних аварий. Наборы данных при самодиагностике состоят из 14 каналов высокоскоростного сканирования (2,4 кГц), 28 каналов стандартного сканирования (1 кГц) и 8 каналов длительного сканирования (100 Гц).

1.1.2.8 Преобразователи частоты серии ВЧРП функционируют и сохраняют свои параметры в процессе воздействия механических факторов по ГОСТ 16962, соответствуют группе условий эксплуатации М13 по ГОСТ 30631 и обладают сейсмостойкостью не менее 6 баллов по шкале ШСИ-17 (MSK-64). Остальные показатели эксплуатации указаны в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Условия эксплуатации преобразователей частоты серии ВЧРП

Климатический фактор		Значение
Температура ОС для ВЧРП шкафового исполнения, °С	Предельная рабочая	От плюс 1 до плюс 40
	Рабочая	От плюс 1 до плюс 35
Высота над уровнем моря, м, не более		1000
Рабочее значение относительной влажности при плюс 25 °С, %		От 5 до 80 (без конденсации)
Рабочее атмосферное давление, кПа		От 86,6 до 106,7
Категории помещений для установки ВЧРП		В1–В4, Г, Д по СП 12.13130.2009
Тип атмосферы		II (промышленная)
Содержание коррозионных газов, не более, мкг/м ³	Сернистый газ	310
	Хлориды	0,375
	Озон	40

1.1.3 Состав изделия

Внешний вид базового исполнения ВЧРП из двух шкафов показан на рис. 1.1.

1.1.3.1 В базовый состав ВЧРП входят следующие функциональные элементы:

- входной ПСТ, установленный в шкафу трансформатора (1 на рис. 1.1);
- СЯ, расположенные в шкафу инвертора (2 на рис. 1.1);
- СУМЗ, находящаяся в секции управления (3 на рис. 1.1).

Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № докум. Подп. и дата.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

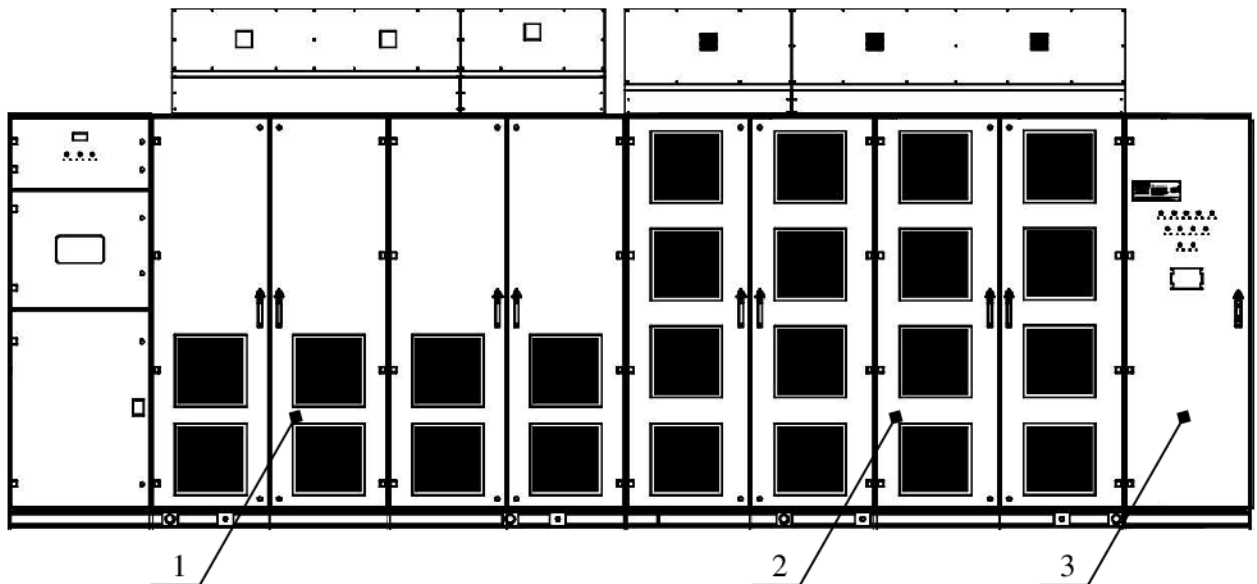


Рисунок 1.1 – Внешний вид базового исполнения ВЧРП из двух шкафов

1.1.3.2 Конструктивное исполнение силовой части ВЧРП – высоковольтные шкафы с одно/двухсторонним обслуживанием (по согласованию с заказчиком). Конструкция ВЧРП по умолчанию предусматривает подвод и вывод силовых и управляющих кабелей снизу шкафов. Охлаждение шкафов – воздушное принудительное.

1.1.3.3 Рабочее положение шкафов ВЧРП – вертикальное. Допускается отклонение от вертикального положения не более чем на 5° в любую сторону.

1.1.3.4 Номенклатурный ряд ВЧРП, исходя из мощностей ЭД, приведен в приложении А.

1.1.3.5 В зависимости от модификации ВЧРП, можно выделить общие существенные отличия в конструкции изделий и особенности их комплектации, обозначенные в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Конструктивные особенности и отличия типоразмеров ВЧРП

Модификация	Типоразмер		
	Стандартное		
	~3 кВ	~6 кВ	~10 кВ
Количество силовых ячеек (общее/на фазу)	9/3	12/4	21/7
	12/4	15/5	24/8
	–	18/6	27/9
Количество ПСТ	1 или 2, в зависимости от мощности		
Исполнение цепи предзаряда СЯ	Номинальный ток СЯ не более 350 А – система предзаряда отсутствует. Номинальный ток СЯ более 350 А – резисторы и контактор для предзаряда		
Исполнение с функцией синхронизированного перевода ЭД на сеть/захвата ЭД от сети	Добавляются сглаживающий реактор и система синхронизации		

Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № докум. Подп. и дата.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
15

1.1.3.6 Конструкция шкафов ВЧРП обеспечивает минимальные сроки технического обслуживания, замены блоков и восстановления работоспособности при наличии рекомендуемого расширенного комплекта ЗИП, приведенного в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Рекомендуемый расширенный комплект ЗИП для ВЧРП

Наименование комплектующих	Описание	Кол-во, шт.		
		~3 кВ	~6 кВ	~10 кВ
Блок управления	Главная плата управления	1		
	Плата драйвера ячейки	1		
Контроллер	ПЛК	1		
Местный пульт управления	ЖКИ-дисплей сенсорный	1		
Источники питания	Источник +5 В	1		
	Источник +24 В	1		
Предохранители	Предохранитель СЯ	1	2	2
Элементы автоматики	Контактор	1		
	Автоматический выключатель	1		
	Электротепловое реле	1		
	Кнопка	1		
	Индикаторная лампа	1		
Вентилятор	Охлаждающий вентилятор	1		
Силовая ячейка	~690÷750 В/50÷1250 А	1	1	2
Волоконно-оптический кабель	Дуплексный	1 (самый длинный)		

1.1.4 Устройство и работа

1.1.4.1 Принцип действия ВЧРП основан на алгоритме, при котором входной переменный ток первоначально выпрямляется, а затем преобразуется в переменный ток регулируемого напряжения и частоты по схеме инвертора напряжения с многоуровневой ШИМ. При этом на выходе формируется многоуровневое напряжение, близкое к синусоиде и наиболее благоприятное для ЭД, форма которого приведена на рис. 1.2, б.

1.1.4.2 При включении ВЧРП высокое переменное напряжение ~3/6/10 кВ начинает поступать от внешнего источника питания на ПСТ, где преобразуется в напряжения ~690÷750 В, выдаваемые на вторичных обмотках, которые подаются на СЯ, подключенные последовательно в фазах. Каждый ПСТ питает количество СЯ, равное

Изм. № подл. Подп. и дата. Изм. № докум. Изм. инв. № Подп. и дата. Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

числу его вторичных силовых обмоток (рис. 1.3, а-в). Кроме того, вторичные обмотки ПСТ сдвинуты по фазе для снижения уровня гармоник, генерируемых в питающую сеть.

1.1.4.3 Номинальное выходное напряжение ВЧРП (до ~3/6/10 кВ) достигается, благодаря использованию включенных последовательно в каждой фазе СЯ. Номинальный ток ВЧРП определяется номинальным током СЯ. Номинальное напряжение определяется количеством последовательно соединенных СЯ и номинальным напряжением СЯ.

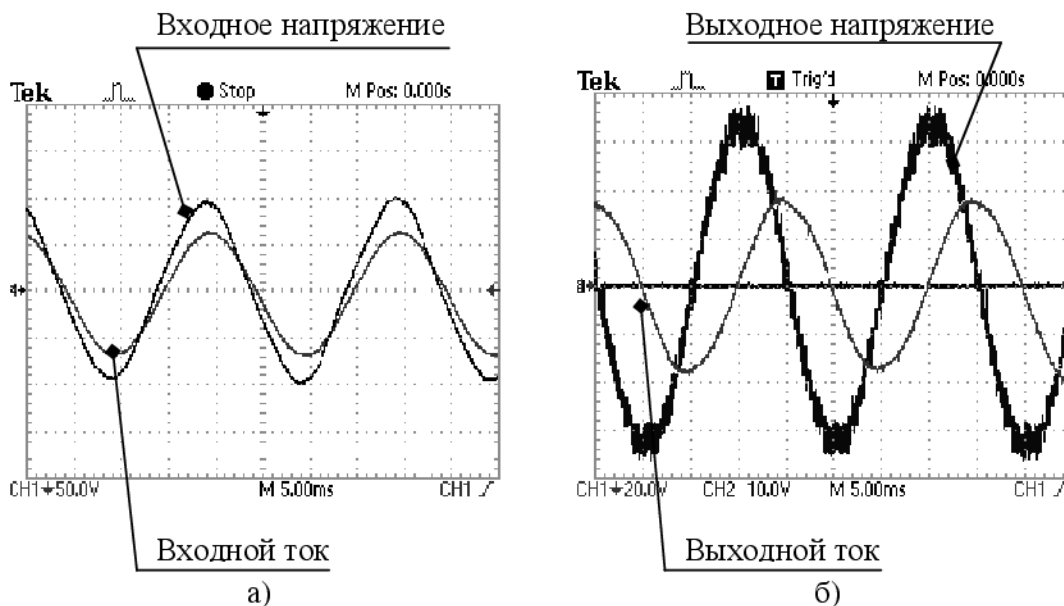
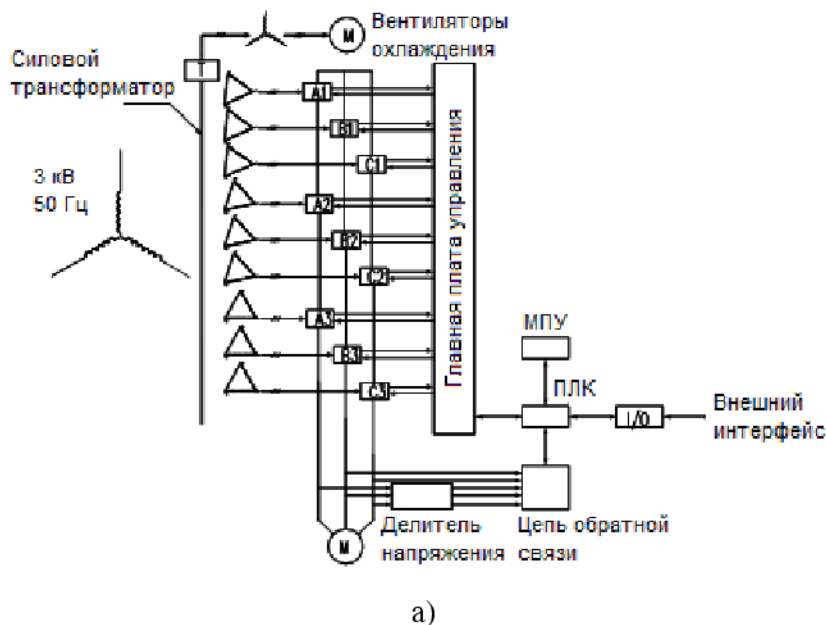


Рисунок 1.2 – Формы напряжения и тока:

а – на входе ВЧРП; б – на выходе ВЧРП

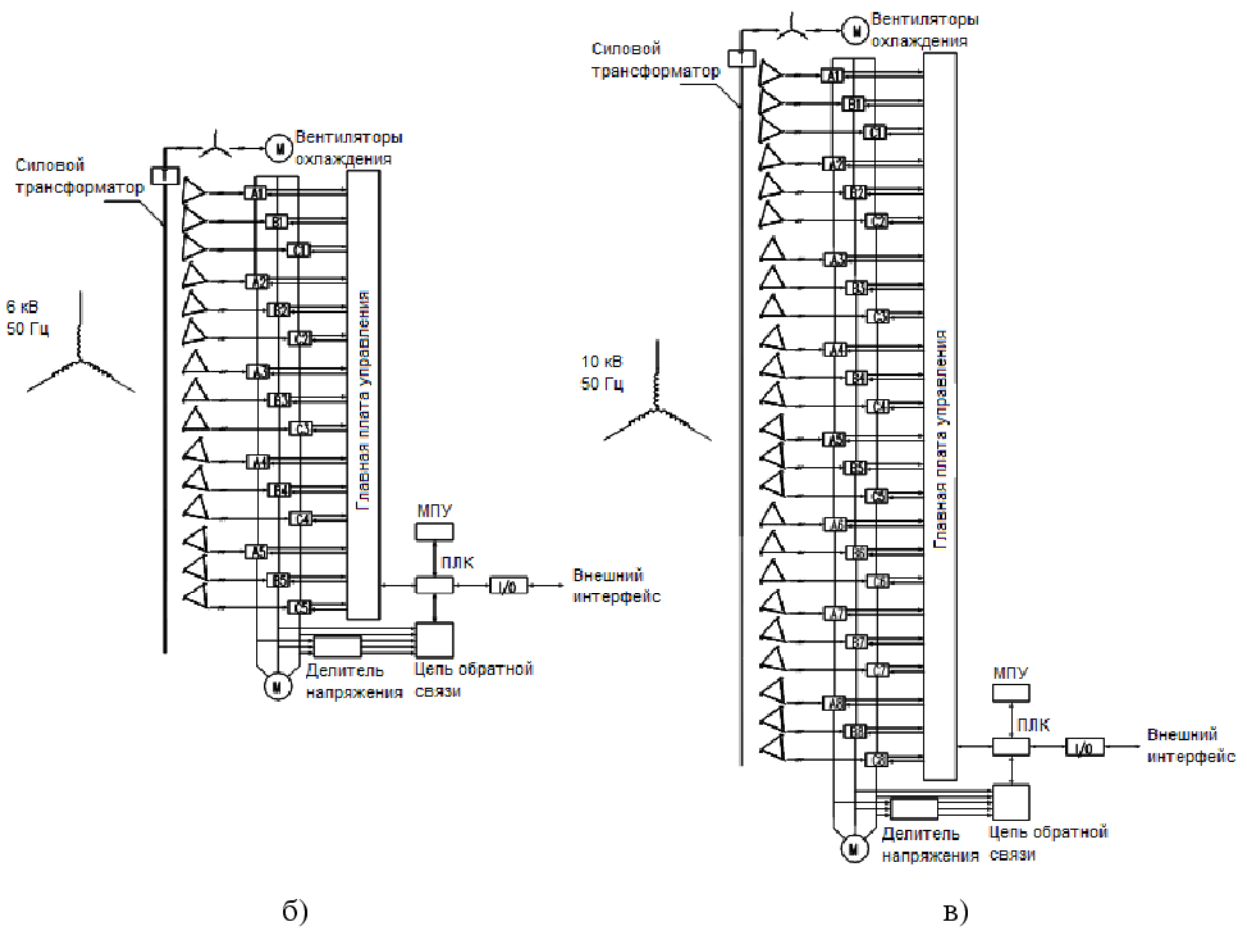
Варианты структурных схем ВЧРП приведены на рис. 1.3, а-в.



Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ



б) в)

Рисунок 1.3 – Варианты структурных схем ВЧРП:

а – для ~3 кВ; б – для ~6 кВ; в – для ~10 кВ;

МПУ – местный пульт управления; ПЛК – программируемый логический контроллер

1.1.4.4 Преобразователи частоты серии ВЧРП позволяют обеспечить:

- питание регулируемого АД или СД;
- проведение испытаний, включая нагрузочные, любых АД или СД на ~3/6/10 кВ;
- плавные разгон/торможение и регулирование скорости ЭД с возможным регулированием выходной частоты напряжения преобразователя от 0,05 до 120 Гц (при этом время разгона/торможения составляет от 1 до 3600 с, в зависимости от нагрузки, а пусковые токи не превышают 110 % от номинального);
- работу ЭД в типовых режимах S1, S2, S3, S6 и S10 с дискретными постоянными нагрузками и частотами вращения в соответствии с ГОСТ Р 52776.

1.1.5 Маркировка и пломбирование

1.1.5.1 Маркировка шкафов, секций ВЧРП и другого оборудования, входящего в состав ВЧРП, выполняется на табличках, выполненных в соответствии с ГОСТ 18620 и

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЖИ.674.712.142РЭ	Лист
						18

Изм. № подл. / Изм. № докл. / Взам. инв. № / Подп. и дата

ГОСТ 26118 и чертежами изготовителя.

1.1.5.2 Фирменная табличка, устанавливаемая на двери секции управления, изготавливается по ГОСТ 12969 и ГОСТ 12971, и содержит:

- товарный знак (логотип) и наименование предприятия-изготовителя ВЧРП;
- условное обозначение ВЧРП согласно КД;
- порядковый номер по системе нумерации изготовителя (при необходимости);
- номинальное напряжение питающей сети, В;
- номинальные выходные данные (номинальная мощность, кВт; номинальный ток, А; номинальное напряжение, В; номинальная частота, Гц);
- массу, кг;
- степень защиты по ГОСТ 14254;
- обозначение ТУ (для потребностей экономики стран Таможенного союза);
- заводской номер;
- дату изготовления (месяц и год);
- название страны-изготовителя на русском языке;
- юридический адрес изготовителя и информация для связи с ним.

1.1.5.3 Маркировка выполняется способами, обеспечивающими её читаемость в течение всего срока службы преобразователя, и наносится на таблички, укрепленные на дверях шкафов ВЧРП. Маркировка также наносится около каждого элемента или на самом элементе ВЧРП, в соответствии с обозначениями, применяемыми в принципиальной электрической схеме и сборочном чертеже. Сертифицируемые функциональные модули ВЧРП маркируются знаком соответствия, установленным системой сертификации продукции РФ по ГОСТ Р 50460.

1.1.5.4 Транспортная маркировка наносится на ярлыки способами по ГОСТ 14192 или непосредственно на тару лакокрасочными материалами по трафаретам. На каждое грузовое место наносятся следующие манипуляционные знаки: «Верх», «Хрупкое. Осторожно», «Место строповки», «Центр тяжести». Маркировка наносится непосредственно на тару окраской по трафарету. На тару также наносятся основные (наименование грузополучателя, пункт назначения, количество грузовых мест в партии и порядковый номер места), дополнительные (наименование грузоотправителя, пункта отправления, надписи транспортных организаций) и информационные надписи (масса и габаритные размеры).

1.1.5.5 Пломбирование шкафов ВЧРП не производится.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
19

1.1.6 Упаковка

1.1.6.1 Перед хранением или отправкой заказчику шкафы ВЧРП упаковываются согласно ГОСТ 23216 для условий хранения и транспортирования и допустимых сроков сохранности. Упаковка шкафов производится в упаковочные ящики, изготавливаемые по чертежам изготовителя и защищающие от механических повреждений, атмосферных осадков и агрессивных сред при транспортировании и хранении.

1.1.6.2 Упаковка ВЧРП обеспечивает его сохранность в течение всего установленного срока транспортирования и хранения. Предельно допустимый срок хранения ВЧРП в упаковке изготовителя составляет не более двух лет с момента отгрузки.

1.1.6.3 Категория упаковки для защиты от воздействия климатических факторов внешней среды – КУ-1.

1.1.6.4 ШТ и ШИ разделяются и упаковываются отдельно. С крыш шкафов снимаются охлаждающие вентиляторы, которые упаковываются в отдельную транспортную секцию. Также из ШИ извлекаются СЯ для упаковки в отдельные транспортные секции. При этом упаковка шкафов приспособлена:

- к крановым перегрузкам и погрузочно-разгрузочным работам машинами и механизмами с вилочными захватами и тележками с подъемными платформами;
- для крепления к транспортным средствам.

1.1.6.5 Техническая и сопроводительная документация упаковывается в герметичную упаковку по ГОСТ 23216 и вкладывается в секцию управления ВЧРП.

1.2 Описание и работа составных частей изделия

1.2.1 Общие сведения

Габаритные размеры номенклатурного ряда ВЧРП приведены в приложении Б. ВЧРП в базовом исполнении состоят из ШТ и ШИ. Кроме того, в состав ВЧРП также могут входить ШР, ША и КРУ с установленными разъединителями и трансформаторами (по согласованию с Заказчиком).

1.2.2 Работа

1.2.2.1 Шкаф трансформатора

1.2.2.1.1 ШТ с установленным в нем ПСТ и открытыми дверями показан на рис. 1.4.

1.2.2.1.2 В ШТ расположены клеммы подвода силовых кабелей (3), ПСТ (4), охлаждающие вентиляторы (1), входные датчики (трансформаторы) напряжения, а также блок контроля температуры ПСТ (2).

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
20

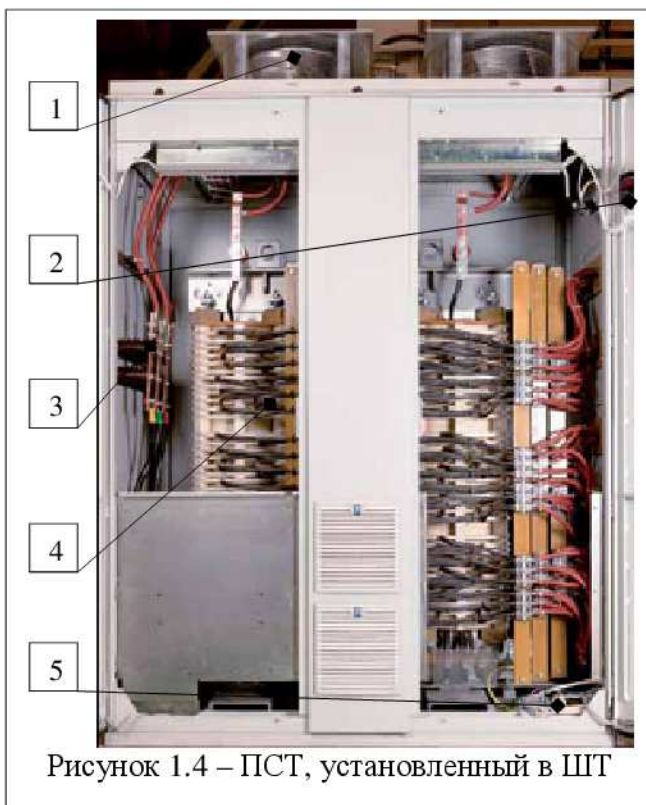


Рисунок 1.4 – ПСТ, установленный в ШТ

1.2.2.1.3 ПСТ имеет изоляцию класса нагревостойкости Н. Первичное напряжение ПСТ может составлять ~3/6/10 кВ, а вторичное – около ~700 В. ПСТ может иметь от 9 до 27 выводов вторичных обмоток, разделенных на три группы и сдвинутых по фазе на определенный угол, для питания соответствующего количества СЯ.

1.2.2.1.4 Охлаждающие вентиляторы располагаются на крыше ШТ, но управляются и запитываются от секции управления.

1.2.2.1.5 По умолчанию, контроль температуры в обмотках ПСТ

осуществляется при помощи термометров сопротивления типа Pt100, установленных в каждой из СО, и измеряющих температуру воздуха. Данные о температуре ПСТ поступают на блок контроля температуры, расположенный на двери ШТ. Блок контроля температуры запрограммирован на срабатывание при 100 °С, поскольку разница между температурой воздуха в обмотках и самими обмотками составляет порядка 80 °С.

1.2.2.1.7 С внутренней стороны каждой двери ШТ установлен концевой выключатель (5 на рис. 1.4). При открытом состоянии двери контакт концевой выключателя разомкнут, в результате чего невозможно подать на вход ВЧРП силовое напряжение. При открывании двери во время работы и размыкании выключателя силовое напряжение также снимается.

1.2.2.2 Шкаф инвертора

ШИ может либо включать в себя две секции, изолированные друг от друга – секцию СЯ и секцию управления, либо быть выполнен в виде отдельного шкафа с установленными внутри СЯ.

1.2.2.2.1 В каждом ШИ устанавливаются от 9 до 27 СЯ. Каждая СЯ ВЧРП состоит из входного трехфазного выпрямительного диодного моста, конденсаторов звена постоянного тока и выходного однофазного инвертора напряжения на IGBT-транзисторах. СЯ обмениваются сигналами с управляющим микроконтроллером по волоконно-оптическим кабелям. Функциональная схема СЯ показана на рис. 1.5.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

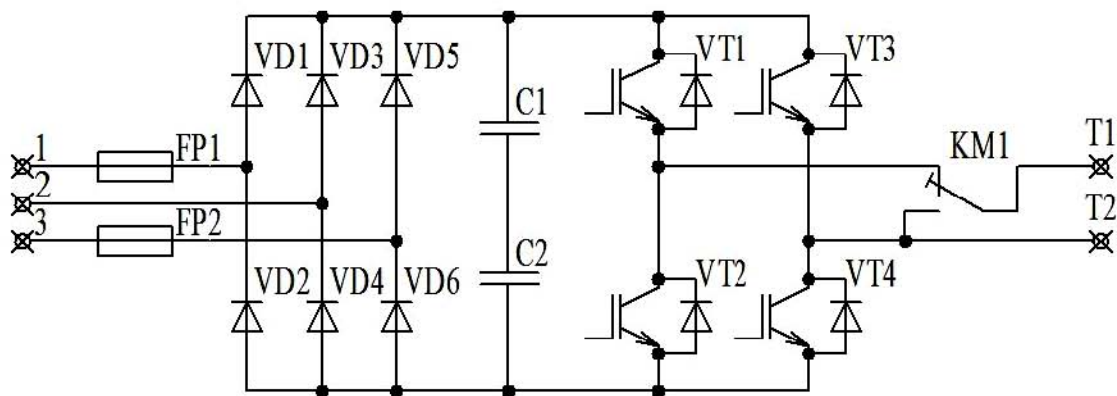


Рисунок 1.5 – Функциональная схема СЯ ВЧРП

1.2.2.2.2 В зависимости от номинального тока силовых модулей, СЯ делятся на базовые типоразмеры (от 50 до 1250 А).

1.2.2.2.3 СЯ соединяются последовательно в каждой фазе, образуя выходную звезду, как показано на рис. 1.6.

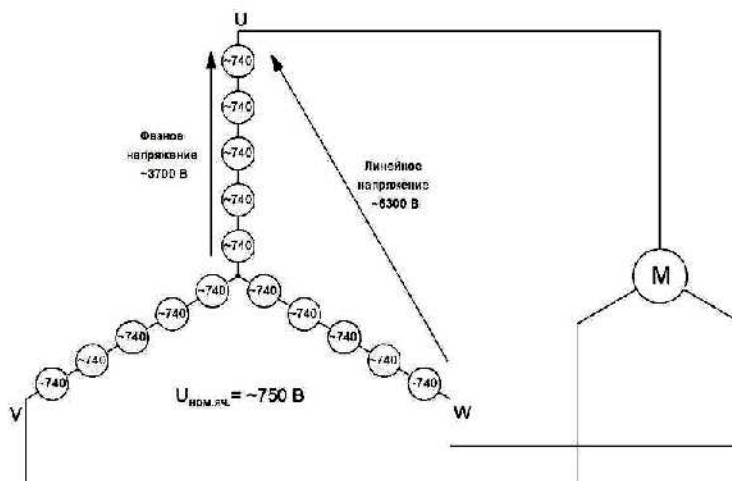


Рисунок 1.6 – Схема соединения СЯ в звезду с «плавающей» нулевой точкой

1.2.2.2.4 Основное достоинство такого каскадного соединения – на выходе ВЧРП получается высокое напряжение практически синусоидальной формы (см. рис. 1.2, б). Благодаря этому преобразователи частоты ВЧРП могут применяться практически со всеми ЭД, улучшая их эксплуатационные характеристики и не увеличивая износ.

1.2.2.2.5 СЯ устанавливаются на направляющие полозья и крепятся к ним винтами. СЯ конструктивно выполняются в виде однотипных выемных блоков и являются взаимозаменяемыми, в соответствии с требованиями ГОСТ 25346.

1.2.2.2.6 Внутри каждой СЯ имеются одна или две платы – ПДЯ и ПБ (опция). Обе платы показаны на рис. 1.7.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ



а)



б)

Рисунок 1.7 – Платы управления в СЯ:
а) плата драйвера ячейки; б) плата байпаса (опция)

1.2.2.2.7 ПДЯ преобразует оптический сигнал, поступивший от СУМЗ, в электрический и подает импульсы включения/отключения на IGBT-транзисторы. Также от ПДЯ к СУМЗ передаются сигналы аварий от СЯ, такие как перенапряжение, превышение температуры, перегрузка по току, понижение напряжения, шунтирование СЯ.

1.2.2.2.8 ПБ служит для автоматического перевода аварийной СЯ в режим байпаса. Если в СЯ происходит авария, ПБ блокирует сигнал об аварии IGBT и замыкает контактор цепи байпаса для шунтирования СЯ.

1.2.2.3 Секция (шкаф) управления

В состав секции управления входит СУМЗ, состоящая из ГПУ, МПУ и ПЛК с управляющей автоматикой, включая ИБП:

1) Главная плата управления

ГПУ показана на рис. 1.8. Она выполняет все основные функции, связанные



Рисунок 1.8 – Главная плата управления

с управлением и защитой в соответствии с конфигурацией параметров:

- регулирование скорости и момента;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- прием команд от ПЛК или МПУ для управления всеми СЯ;
- выработка сигналов управления затворами IGBT-транзисторов, и преобразование их из электрической формы в оптическую для реализации гальванической развязки;
- прием сигналов аварий и сбор данных диагностики со всех СЯ;
- передача зарегистрированных аварий на экран МПУ;
- уведомление ПЛК для вывода сигнализации и защиты системы управления.

В состав ГПУ входят специальный 32-разрядный ЦСП, ПЗУ, ОЗУ, ПЛИС, ППВМ, интерфейс RS485 и т.д.



Рисунок 1.9 – Плата резисторная деления напряжения

2) Платы резисторные деления напряжения

ПРДН показана на рис. 1.9. Она представляет собой делитель напряжения и позволяет получить на выходе напряжения (амплитудой порядка 40 В), аналогичные по форме силовым напряжениям фаз U, V и W. Такие платы устанавливаются и на входе, и на выходе ВЧРП.

3) Местный пульт управления

МПУ подключается к ГПУ трехжильным кабелем через интерфейс RS232. МПУ состоит из сенсорной ЖК-панели с графическим интерфейсом (рис. 1.10) и необходим для:

- связи с ГПУ, ПЛК и АСУ ТП через интерфейс RS485;
- конфигурации параметров системы управления;
- вывода на экран сигнальных индикаторов состояния: RUN (работа), ALARM (тревога), FAULT (авария).

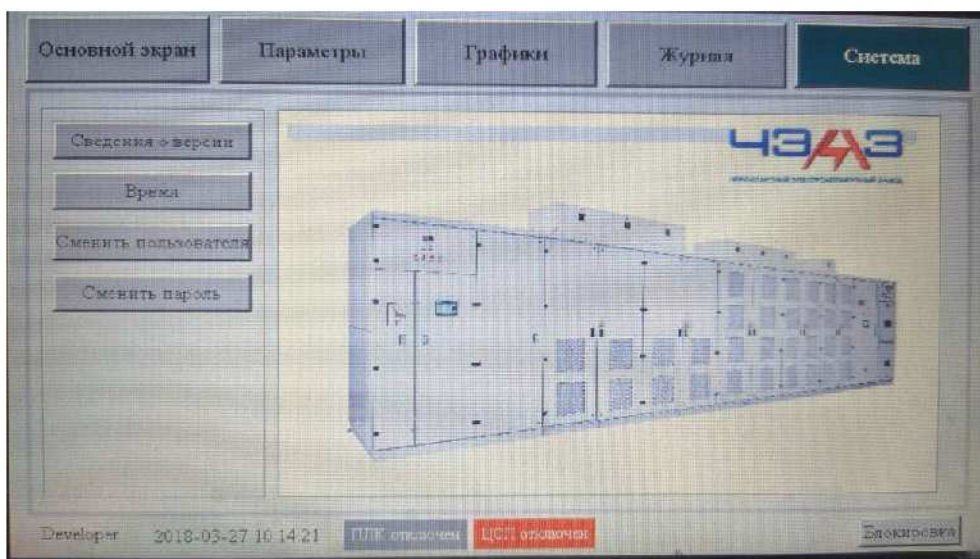


Рисунок 1.10 – Местный пульт управления (сенсорная ЖК-панель)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Изм. № докл.	Взам. инв. №	Изм. № докл.	Подп. и дата

4) Программируемый логический контроллер

ПЛК (рис. 1.11) (по умолчанию – SIMATIC S7-200 SMART) используется для контроля состояния внутренних аварий ВЧРП. Также он одновременно может быть подключен к АСУ по шине Fieldbus или по сигналам ввода/вывода. Это позволяет ВЧРП удовлетворять самым различным требованиям. В состав ПЛК могут входить:

– ЦП (по умолчанию – CPU ST30) – содержит набор аналоговых входов, а также дискретных входов и выходов для организации обмена сигналами, кроме того, к нему могут быть подключены сигнальные модули ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов и коммуникационные модули;

– модуль(-и) ввода-вывода дискретных сигналов (по умолчанию – EM DT16) – предназначен для преобразования входных дискретных сигналов ПЛК во внутренние логические сигналы ЦП и для преобразования внутренних логических сигналов ЦП в выходные дискретные сигналы ПЛК;

– модуль(-и) коммуникационный (по умолчанию – SB CM01) – позволяет поддерживать скоростной высокопроизводительный обмен данными по протоколу Modbus в формате RTU через последовательный интерфейс RS485.



Рисунок 1.11 – Программируемый логический контроллер с модулями расширения

5) Источник бесперебойного питания

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЖИ.674.712.142РЭ	Лист
						25
Изм. № подл.	Подп. и дата	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взм. изм. №	Изм. № подл.	Подп. и дата

При наличии соответствующих требований Заказчика, в составе ВЧРП может быть предусмотрено электропитание СУМЗ от ИБП. ИБП, как правило, выбирается, исходя из обеспечения электроснабжения СУМЗ при отключении питания в течение времени от 30 мин до 1 ч.

1.2.2.4 Шкаф реактора

1.2.2.4.1 ШР используется при реализации ВЧРП с функцией синхронизированного перевода ЭД на сеть. ШР включает в себя выходной токоограничивающий реактор (см. рис. 1.12), который необходим для ограничения скорости коммутации тока на тех интервалах времени, когда к ЭД подключены одновременно ВЧРП и питающая сеть, а также для ограничения тока короткого замыкания при авариях – такое перекрытие контакторов на выходе ВЧРП и на стороне сети используется для плавного перевода ЭД на питание от сети, и обратно.

1.2.2.4.2 Для реализации функции каскадного пуска нескольких ЭД с последующим



Рисунок 1.12 – Реактор для синхронизированного перевода

переводом их на питание от сети, и обратно, требуется наличие ША в составе ВЧРП, а также вакуумных контакторов и/или выключателей на выходе ВЧРП и на стороне сети (рис. 2.28 и 2.29).

1.2.2.4.3 С внутренней стороны двери ШР установлен концевой выключатель. При открытом состоянии двери контакт концевой выключателя разомкнут, в результате чего невозможно подать на вход ВЧРП силовое напряжение. При открывании двери во время работы и размыкании выключателя силовое напряжение также снимается.

1.2.2.5 Шкаф автоматики

1.2.2.5.1 ША может входить в состав ВЧРП при требовании каскадного пуска и/или регулирования многодвигательной системы от ВЧРП. ША необходим для реализации автоматической схемы перевода ЭД, регулируемого от ВЧРП, на питание от сети, и обратно.

1.2.2.5.2 ША используется для:

– переключения регулируемого ЭД на питание от сети в аварийном режиме при неисправности ВЧРП;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Взам. инв. №	Изм. № докум.	Лист	№ докум.	Дата
Изм. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

– реализации многодвигательной системы.

1.2.2.5.3 Питание управляющей автоматики в ША осуществляется от сети ~220 В (по запросу возможно исполнение на питание от сети =220 В).

1.2.2.5.4 Возможно исполнение ША для ВЧРП любой мощности. Функция синхронизированного перевода ЭД, регулируемого от ВЧРП, на питание от сети, и обратно, возможна только при наличии ШР в составе ВЧРП, а также вакуумных контакторов и/или выключателей на выходе ВЧРП и на стороне сети (рис. 2.28 и 2.29).

1.2.2.6 КРУ на входе (выходе) ВЧРП

1.2.2.6.1 На входе ВЧРП может быть установлено КРУ с вакуумным выключателем, предназначенное для создания видимого разрыва на входе или выходе устройства ВЧРП при проведении ТО и выводе в ремонт (поставляется по отдельному запросу Заказчика).

1.2.2.6.2 При установке КРУ на входе ВЧРП оно может быть укомплектовано трансформаторами напряжения и/или тока и ограничителями перенапряжений.

1.2.2.7 Система охлаждения

1.2.2.7.1 Силовые шкафы, входящие в состав ВЧРП, охлаждаются центробежными вентиляторами, установленными на их крышах. Если количество вентиляторов на крыше шкафа более одного, они конструктивно объединяются общим кожухом в блоки охлаждения (рис. 1.13).



Рисунок 1.13 – Охлаждающие вентиляторы в кожухе (вид снизу)

1.2.2.7.2 С задней стороны ШИ между СЯ и задней стенкой имеется вытяжной воздуховод для охлаждения. Через фильтры, установленные на дверях (при двухстороннем обслуживании фильтры также устанавливаются на задних стенках шкафов), внутрь засасывается холодный воздух, который проходит через радиаторы СЯ и обдувает их. Нагретый воздух вытягивается в вытяжной воздуховод и выводится наружу

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

через крышу (рис. 1.14).

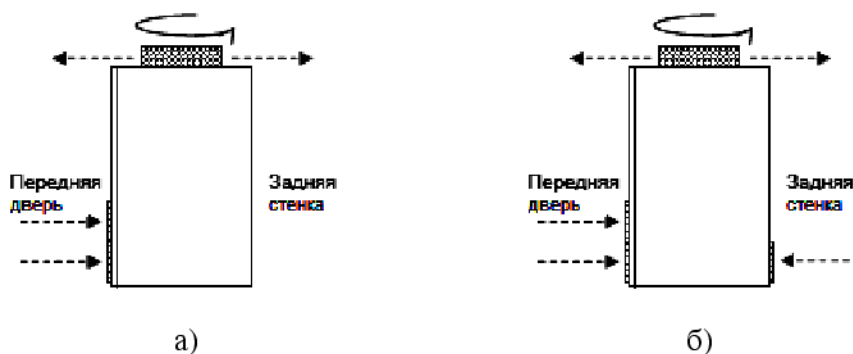


Рисунок 1.14 – Схема охлаждения силовых шкафов ВЧРП:

а) для одностороннего обслуживания; б) для двухстороннего обслуживания

1.2.3 Маркировка и пломбирование

1.2.3.1 Маркировка всех элементов в шкафах выполняется в соответствии с ГОСТ 2.710, сборочным чертежом и схемой электрической принципиальной. При этом возможны незначительные изменения маркировки элементов.

1.2.3.2 Элементы внутри шкафов ВЧРП пломбированию не подлежат.

1.2.4 Упаковка

При транспортировке ВЧРП СЯ внутри шкафов снимаются и подлежат отдельной упаковке. Также для отдельной упаковки и перевозки требуется демонтаж охлаждающих вентиляторов. Снятые СЯ и вентиляторы упаковываются согласно ГОСТ 23216 для условий хранения и транспортирования и допустимых сроков сохраняемости, указанных в настоящем РЭ. При этом отверстия на крышах шкафов временно закрываются листами оцинкованной стали или тонкой фанеры.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

2 Использование по назначению


2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Эксплуатация ВЧРП должна производиться в соответствии с ПУЭ, ПТЭЭП, ПОТЭЭ и настоящим РЭ.

2.1.2 Во избежание нанесения тяжкого вреда здоровью, а также пожара или поломки оборудования, к работам по монтажу и эксплуатации ВЧРП допускается электротехнический персонал, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже III под руководством специалиста, имеющего квалификационную группу по электробезопасности не ниже IV, ознакомленный с полным содержанием настоящего РЭ, прошедший инструктаж и допущенный к работе.

2.1.3 По степени пожаровзрывоопасности и пожарной опасности преобразователи частоты ВЧРП относятся к электрооборудованию без средств пожаровзрывозащиты, поэтому они не предназначены для эксплуатации в пожаровзрывоопасных зонах. Сами по себе элементы ВЧРП являются трудногорючими и взрывобезопасными. Вероятность возникновения пожара не превышает 10^{-6} в год по ГОСТ 12.1.004.

2.1.4 Для предотвращения поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие условия:

	В ВЧРП имеются цепи с опасными уровнями напряжения ~3/6/10 кВ, =900 В и ~(200–440) В, в связи с чем необходимо всегда держать двери запертыми на ключ. Открывать их допустимо только для обслуживания или обследования при условии соблюдения всех мер безопасности
	Категорически запрещается снимать задние и боковые стенки шкафов
	Запрещено прикасаться к внутренним частям ВЧРП влажными руками
	Ни в коем случае не разрешается прикасаться к деталям внутри шкафов ВЧРП при подключенном напряжении
	Категорически запрещается прикасаться к элементам внутри шкафов ВЧРП в течение, как минимум, 10 мин после отключения питания по причине наличия остаточного заряда в конденсаторах

2.1.5 Величина напряжения питания СУМЗ ВЧРП в стандартном исполнении

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
29

составляет ~220 В, при этом допустимыми отклонениями являются плюс 10 и минус 15 %.

2.1.6 Когда ВЧРП, ЭД и нагрузочный агрегат находятся в работе, не допускается отключать высокое напряжение или напряжение питания СУМЗ ни при каких обстоятельствах.

2.1.7 При работе ВЧРП необходимо поддерживать в помещении требуемые показатели эксплуатации:

- рабочая температура воздуха от плюс 1 до плюс 35 °С (предел – плюс 40 °С);
- относительная влажность воздуха от 5 до 80 %.

2.1.8 При работе ВЧРП охлаждающие вентиляторы всегда должны быть включены и вращаться в правильном направлении. Проверить правильность их работы можно, приложив лист бумаги к решеткам фильтров на дверях силовых шкафов. Лист должен вытягиваться внутрь и удерживаться на решетке фильтра, не слетая.

Помещение для установки ВЧРП должно иметь систему вентиляции. Наличие системы вентиляции помещения необходимо для эксплуатации и безаварийной работы ВЧРП в рабочем режиме. При работе ВЧРП охлаждающий воздух забирается через фильтры, расположенные на дверях шкафов, и выводится через верх. Поэтому строго запрещается устанавливать ВЧРП в тех местах, где будет затруднено движение воздуха через вентиляционные каналы.

2.1.9 Если ВЧРП управляет ЭД на очень низкой частоте, то выходной ток будет ограничен.

2.1.10 В случае эксплуатации ВЧРП на высоте свыше 1000 м над уровнем моря требуется учитывать снижение номинального тока на 2,5% каждые 100 м. Если требуется эксплуатация ВЧРП на высоте свыше 2000 м, то, помимо уменьшения выходного тока, также будет снижаться выходное напряжение.

2.1.11 Если предельная температура окружающей среды при эксплуатации ВЧРП может достигать более плюс 40° С, следует учитывать уменьшение выходного тока в соответствии с требованиями:

- от плюс 1 °С до плюс 40 °С – без снижения;
- от плюс 40 °С до плюс 50 °С – снижение на 2,5 % на каждый 1 °С (при плюс 50 °С выходной ток снизится на 25 %);
- эксплуатация ВЧРП при температуре более плюс 50 °С недопустима.

Тем не менее, среднегодовая рабочая температура окружающей среды должна быть в пределах от плюс 1 °С до плюс 35 °С.

Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.
Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.
Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.
Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.
Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.	Изм. № докум.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия



В случае хранения или транспортировки ВЧРП при пониженной температуре и/или повышенной влажности, необходимо прогреть ПСТ тепловой пушкой в течение не менее чем 12 ч.

В любом случае следует выдержать шкафы ВЧРП не менее 6 ч при температуре плюс (20 ± 5) °С.

2.2.1.1 При подготовке ВЧРП к использованию следует руководствоваться требованиями действующих ПУЭ, ПОТЭЭ и ПТЭЭП.

2.2.1.2 При подготовке ВЧРП к работе и при его дальнейшей эксплуатации необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

– к обслуживанию и промежуточному ремонту ВЧРП должен быть допущен только квалифицированный электротехнический персонал, ознакомленный с устройством и принципом работы ВЧРП и прошедший специальный технический инструктаж;

– следует уточнить условия окружающей среды, в которых планируется эксплуатация ВЧРП, на соответствие указанным в п. 1.1.2.8 (в случае несоблюдения требований по условиям окружающей среды изготовитель вправе отказать заказчику в обеспечении гарантийного обслуживания);

– необходимо убедиться в том, что уровни напряжений сети питания, ВЧРП и ЭД согласуются друг с другом;

– требуется проверить, что номинальный выходной ток ВЧРП превышает ток ЭД при полной нагрузке (номинальные токи приведены на табличках);

– следует убедиться в том, что на схеме подключений поставленного ВЧРП обозначены все требуемые подключения внешних устройств;

– при работе ВЧРП нагревается, поэтому необходимо обеспечить помещение требуемого размера с отводом тепла во избежание перегрева элементов внутри шкафов и выхода их из строя;

– для обеспечения требований пожарной безопасности обработка поверхности пола в месте установки ВЧРП воском или лаком запрещена.

2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия

2.2.2.1 До запуска ВЧРП в работу на объекте требуется провести шефмонтажные работы. Порядок проведения всех работ по монтажу и наладке регламентируется ИМ, которая может быть предоставлена изготовителем по запросу Заказчика.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Подп. и дата	Изм. № докл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист

31

2.2.2.2 Сразу же после монтажа и установки шкафов требуется выполнить внешний осмотр ВЧРП в указанной последовательности:

- шкафы ВЧРП должны быть расположены на горизонтальной поверхности с допуском по наклону в пределах 5°;
- при визуальном осмотре внутренних и внешних поверхностей шкафов требуется обращать внимание на наличие всех болтов и винтов, а также отсутствие пыли, грязи, подтеков, солевых отложений, участков с облупившейся краской, ослабленных клеммных и болтовых соединений, деформированных и выпавших элементов;
- следует уточнить полную комплектацию в соответствии с перечнями элементов;
- все оборудование внутри шкафов должно быть расположено на своих местах и жестко зафиксировано;
- следует тщательно обследовать силовые провода внутри ШТ и ШИ и убедиться, что они закреплены на местах и не имеют следов повреждений изоляции или царапин;
- при внешнем осмотре ПСТ необходимо обратить особое внимание на недопустимость повреждения изоляции обмоток;
- при внешнем осмотре плат управления следует обратить внимание на то, чтобы на них не было пыли, грязи, трещин, и все провода к ним были присоединены правильно;
- необходимо проверить, чтобы коннекторы сигнальных проводов, идущих от выходных датчиков тока к СУМЗ, были вставлены надежно, а расстояние от сигнальных проводов до силовых шин составляло не менее 40 мм;
- следует проверить коннекторы волоконно-оптических кабелей и убедиться в том, что они не повреждены и надежно вставлены в платы ГПУ и ПДЯ (рис. 2.1);



а)



б)

Рисунок 2.1 – Подключение коннекторов волоконно-оптических кабелей:

а – к ГПУ (в СУМЗ); б – к ПДЯ (внутри СЯ)

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

– при внешнем осмотре управляющей автоматики в секции управления требуется проверить, чтобы провода, идущие к катушкам реле и контакторов, были проложены отдельно от силовых проводов питания, а также следует убедиться в отсутствии пыли и ослабленных соединений;

– следует осмотреть защитные фильтры, находящиеся внутри решеток на дверях шкафов ВЧРП, и убедиться, что они очищены и правильно установлены;

– необходимо проверить наличие фирменной таблички и информацию на ней;

– не допускается видимый перекос дверей в открытом и закрытом положениях, при его обнаружении необходимо отрегулировать петли в местах крепления.

2.2.3 Указания по внешним подключениям ВЧРП

2.2.3.1 Релейную защиту ВЧРП со стороны высокого входного напряжения на объекте эксплуатации необходимо выполнять в соответствии с требованиями ПУЭ.

2.2.3.2 Для внешнего подвода силовых и управляющих проводов под цоколем требуется наличие кабельных лотков (электромонтажных каналов) для разделения уровней напряжения, совпадающих с отверстиями в основаниях шкафов ВЧРП, как указано на рис. 2.2. В противном случае изготовитель не несет ответственности за любые технические неполадки при дальнейшей эксплуатации ВЧРП.

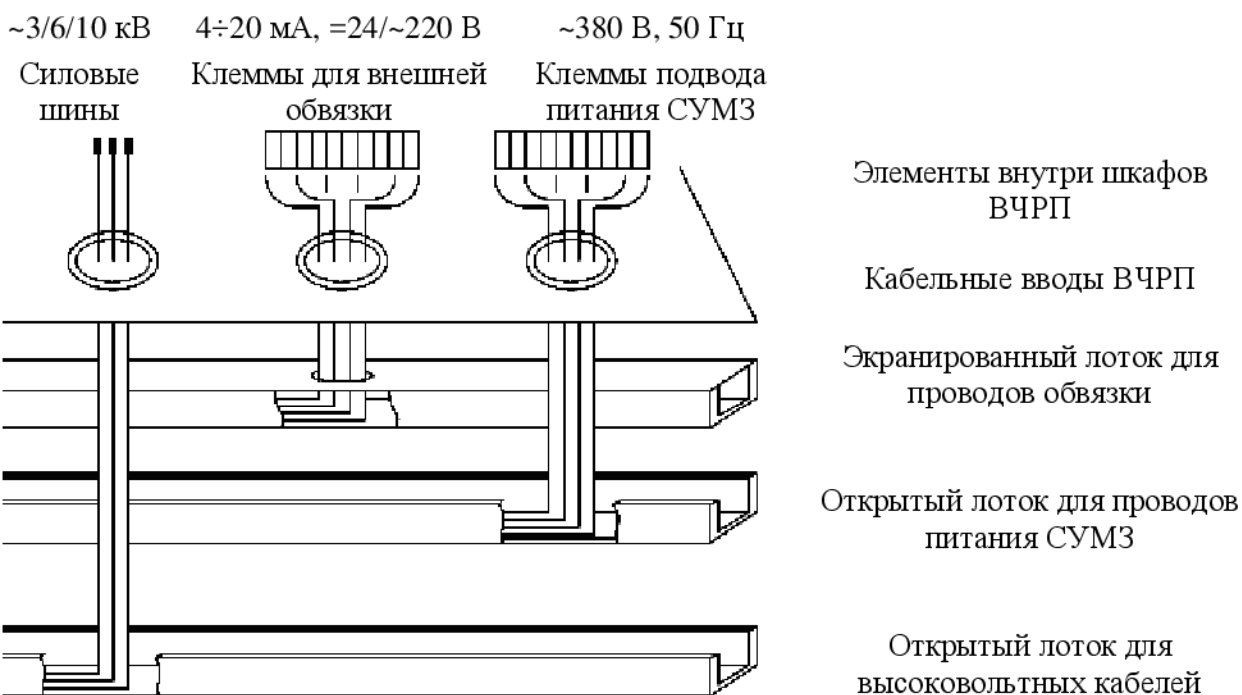


Рисунок 2.2 – Указания по расположению проводов на кабельных лотках под основанием ВЧРП

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Изм. № допл.	Изм. № допл.	Изм. № допл.	Изм. № допл.
Изм. № допл.	Изм. № допл.	Изм. № допл.	Изм. № допл.	Изм. № допл.
Изм. № допл.	Изм. № допл.	Изм. № допл.	Изм. № допл.	Изм. № допл.

БКЖИ.674.712.142РЭ

2.2.3.3 Перед выполнением шепмонтажных работ следует уточнить совпадение крепежных отверстий в каркасе ВЧРП с проемами в цоколе, а также соответствие размеров и расположение проемов в цоколе для силовых и управляющих кабелей местам расположения кабельных вводов в основаниях шкафов ВЧРП.

2.2.3.4 При монтаже внешних соединений необходимо учитывать, что расстояние между цепями управления и силовыми цепями должно быть не менее 300 мм.

2.2.3.5 Для запуска ВЧРП в работу к нему обязательно требуется подвод внешних силовых (для подключения к вводному РУ, подключения к ЭД) и управляющих (для обвязки вводного РУ и подключения к источнику питания СУМЗ) кабелей. Кроме того, может понадобиться подвод дополнительных силовых (для подключения силовых коммутационных аппаратов на выходе ВЧРП и на стороне сети) и управляющих (для обвязки силовых коммутационных аппаратов, а также от ВПУ и/или от АСУ ТП) кабелей. При этом следует соблюдать требования, изложенные ниже.

Схема внешних подключений для базового исполнения ВЧРП приведена в приложении В.

2.2.3.6 Подвод силовых кабелей (номинальное напряжение ~3/6/10 кВ)

2.2.3.6.1 Для подключения к ВЧРП силовых кабелей (как подводимых от вводного РУ, так и идущих к выходному силовому коммутационному аппарату или напрямую к ЭД) рекомендуется использовать экранированные кабели (независимо от материала жил и их количества) на номинальное напряжение ~3/6/10 кВ.

2.2.3.6.2 Экран кабеля, идущего от вводного РУ к входным силовым шинам ВЧРП, должен быть подключен к клемме заземления вводного РУ (см. рис. 2.6).

2.2.3.6.3 Экран выходного кабеля ВЧРП должен быть подключен к контуру заземления ВЧРП и к контуру заземления ЭД. Если на выходе ВЧРП установлен силовой коммутационный аппарат, требуется подключить к нему экраны приходящего и отходящего кабелей и соединить их. Экран кабеля, идущего от ВЧРП к коммутационному аппарату, должен быть подключен к контуру заземления ВЧРП (см. рис. 2.6).

2.2.3.6.4 Для подключения силовых кабелей к входным и выходным силовым шинам ВЧРП требуется разделка кабеля и оконцовка муфтами под болтовое соединение.

2.2.3.6.5 Вблизи от мест подвода кабелей к силовым шинам имеются установленные кабельные фиксаторы для фиксации кабелей кабельными стяжками. Для крепежа входных и выходных кабелей силовой цепи на стенках шкафов рекомендуется использовать кабельные кронштейны, смонтированные на крепежных площадках, расположенных

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

рядом с отверстиями для ввода/вывода кабелей силовых цепей. Кабельные кронштейны для крепления выходных силовых кабелей не включаются в стандартный комплект поставки и могут быть поставлены по запросу заказчика.

2.2.3.6.6 Подвод входных кабелей силовой цепи к силовым шинам может быть осуществлен через одно из вводных отверстий, расположенных в основании или на крыше шкафа. Изменение варианта подвода требует конструктивных изменений в шкафу.

2.2.3.6.7 Кабели, подводимые через вводные отверстия шкафа, подключаются к силовым шинам, расположенным на левой боковой стенке или по центру шкафа.



При подключении входных кабелей силовой цепи в ШГ требуется соблюдать осторожность, чтобы не повредить поверхностную изоляцию ПСТ

2.2.3.6.8 Подвод выходных кабелей силовой цепи производится через одно из выводных отверстий, расположенных в основании или на крыше секции силового вывода, расположенной позади секции управления.

2.2.3.6.9 Кабели, выводимые через выходные отверстия в основании или на задней стенке секции силового вывода, подключаются к силовым шинам, расположенным по центру в средней части этой секции.

2.2.3.6.10 Независимо от длины выходных кабелей ЭД защищен от скачков высокого напряжения dU/dt , поэтому разрешается эксплуатировать ВЧРП с любыми ЭД (в т. ч. и устаревшими) без использования специальной изоляции. Кроме того, отсутствуют специальные требования к согласованию волнового сопротивления кабелей и нагрузки.



При длине выходных кабелей свыше 2500 м необходимо дополнительно известить изготовителя ВЧРП о типе применяемых кабелей и пути их прокладки для учета возможных потерь

2.2.3.6.11 Сечение кабелей для подвода от вводного РУ до ВЧРП, а также кабелей, идущих к ЭД, требуется выбирать с учетом номинальных тока и напряжения, понижающего коэффициента запаса (для высокой температуры окружающей среды), а также условий в месте установки ВЧРП.

2.2.3.7 Подключение кабелей питания СУМЗ

2.2.3.7.1 Для подключения к ВЧРП кабелей питания СУМЗ рекомендуется использовать экранированные кабели (независимо от материала жил и их количества) на номинальное напряжение не менее ~660 В сечением жил не менее 4 мм². Подводимые

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

кабели должны быть оконцованы кольцевыми или штыревыми наконечниками. Ограничения по длине кабелей отсутствуют, но требуется выбирать сечение с учетом возможного падения напряжения.

2.2.3.7.2 Клеммы для подключения кабелей питания цепей управления расположены в нижней части правой стенки секции управления.

2.2.3.7.3 Кабели питания цепей управления следует закрепить стяжками к местам фиксации, расположенным между клеммами и изолирующей перегородкой.

2.2.3.8 Подключение кабелей внешней обвязки

2.2.3.8.1 Для подключения к ВЧРП кабелей обвязки РУ, других коммутационных аппаратов, а также кабелей от ВПУ или АСУ ТП (подача сигналов «Запуск/Стоп», «Разрешение запуска», «Перевод на сеть/Захват двигателя», сигналов световой индикации) рекомендуется использовать экранированные кабели (независимо от материала жил и их количества) на номинальное напряжение не менее ~380 В сечением жил не менее 0,75 мм². Подводимые кабели должны быть оконцованы кольцевыми или штыревыми наконечниками. Ограничения по длине кабелей составляют не более 100 м.

2.2.3.8.2 Для подключения к ВЧРП проводов внешнего обмена по аналоговым сигналам рекомендуется применять гибкие медные многожильные провода, состоящие из отдельных экранированных витых пар сечением не менее 0,35 мм². Подводимые провода должны быть оконцованы кольцевыми или штыревыми наконечниками. Ограничения по длине проводов составляют не более 100 м.

2.2.3.8.3 Клеммный блок для подключения кабелей/проводов внешней обвязки расположен в нижней части левой стенки секции управления.

2.2.3.8.4 Кабели/провода внешней обвязки следует закреплять стяжками к местам фиксации, расположенным между клеммами и дверью секции управления.



Если для сигналов обратной связи по скорости (от энкодера или резольвера) и аналоговых сигналов используются экранированные провода, обязательно требуется удалить экранированное покрытие проводов и обработать экран

2.2.3.8.5 При подключении проводов к клеммным блокам на плате ГПУ следует соблюдать следующие меры предосторожности:

- подключать провода сечением не более 2 мм²;
- не следует сгибать обжимные контакты;
- требуется оставлять изоляционный промежуток между клеммами не менее 4 мм.

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

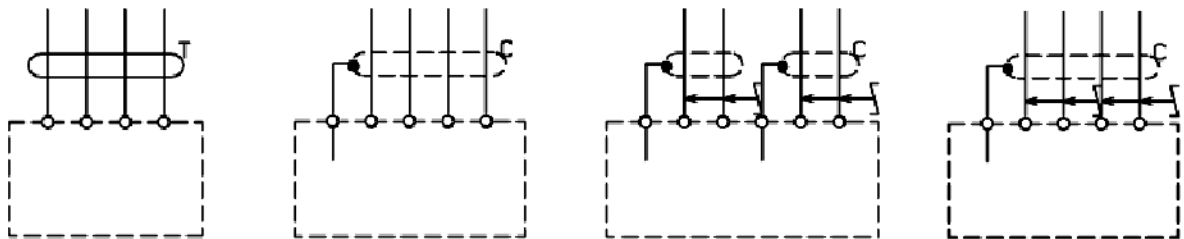


Совместная передача аналоговых/дискретных сигналов постоянного тока =24/220 В и дискретных сигналов переменного тока ~220 В по одному жгуту не допускается.

Не допускается укладывать кабели управления в непосредственной близости от силовых кабелей, при совместной укладке этих кабелей следует оставлять между ними расстояние не менее 300 мм

2.2.3.8.6 Для дальнейшей исправной эксплуатации ВЧРП при проведении внешних подключений и обвязки требуется соблюдать следующие требования:

– при подводе внешних управляющих проводов к ВЧРП следует применять типы кабелей/проводов, указанные на рис. 2.3, соотнося их с указаниями в схеме подключений (предоставляется вместе с документацией на ВЧРП);



Жгут

Экранированный жгут

Экранированная витая пара

Рисунок 2.3 – Возможные типы подвода внешних кабелей/проводов к ВЧРП

– если не указано иное, проводящую оболочку экранированного кабеля следует присоединить к клемме Е клеммного блока для одноточечного заземления (подключение обработанного экранированного провода производится согласно рис. 2.4).

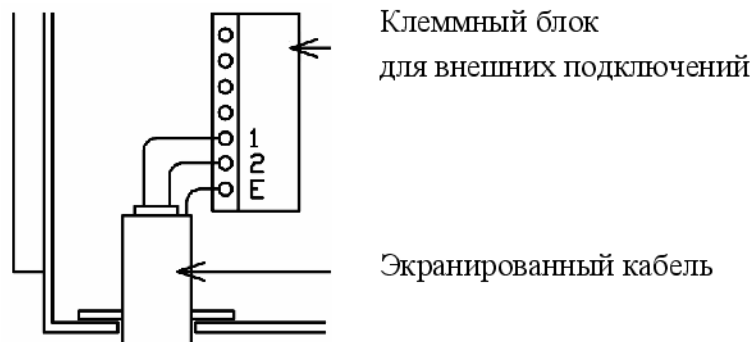


Рисунок 2.4 – Подключение обработанного экранированного кабеля

2.2.3.9 Подключение провода (полосы) внешнего заземления силовых цепей (Е1)

2.2.3.9.1 Корпуса всех шкафов ВЧРП и ЭД необходимо подключить к общему контуру заземления для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Взам. инв. №	Изм. № подл.	Изм. № докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

током. Кроме того, заземление требуется для максимального снижения перенапряжений, возникающих при включении выключателя вводного РУ, а также во избежание проблем, обусловленных высокими частотами коммутации транзисторов СЯ.

2.2.3.9.2 Провод (полоса) заземления силовых цепей подключается к одной из точек заземления, расположенных на швеллерах оснований ШТ и ШИ с наружной стороны (рис. 2.5). Провод (полоса) заземления должен иметь сечение не менее 100 мм^2 .

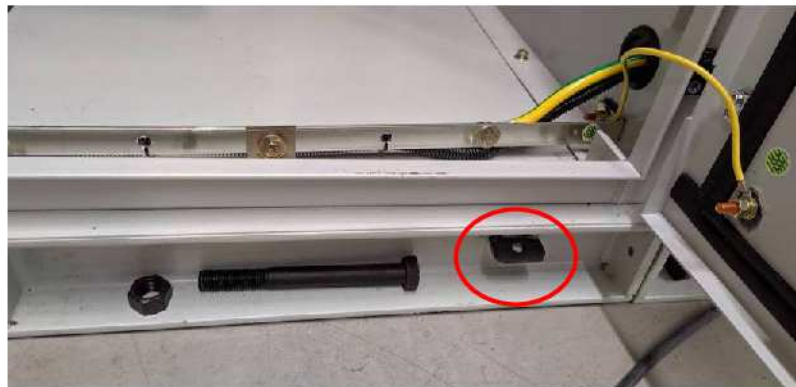


Рисунок 2.5 – Место подключения провода (полосы) внешнего заземления ВЧРП

2.2.3.9.3 На рис. 2.6 показана рекомендуемая схема заземления для ВЧРП и связанного с ним оборудования. Заземление позволяет не только обеспечить защиту и безопасность, но и повысить устойчивость ВЧРП к высокочастотным помехам. Поэтому длина провода (полосы) от шины заземления до заземлителя E_D должна быть наименьшей.

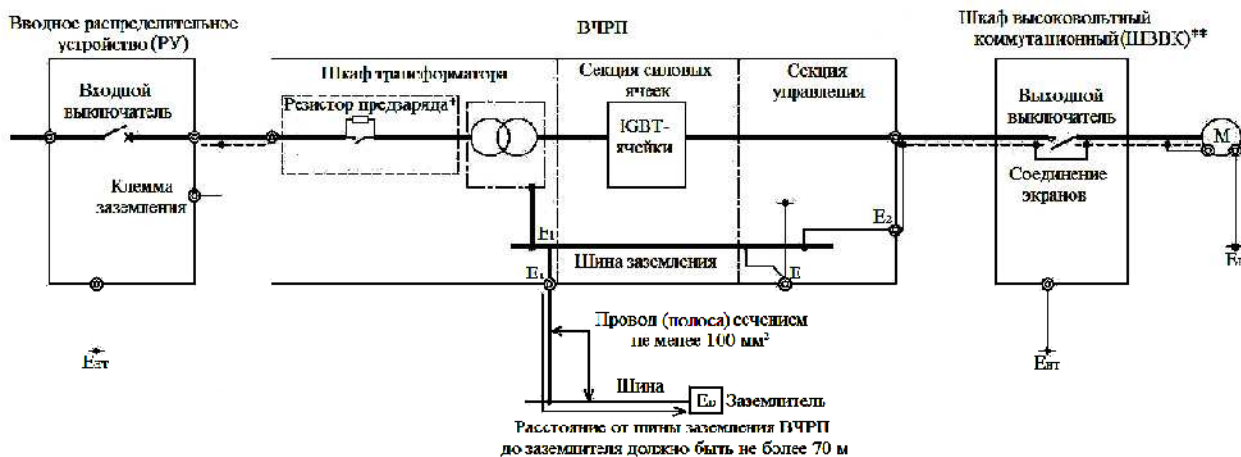


Рисунок 2.6 – Рекомендуемая схема заземления для ВЧРП и связанного с ним оборудования (* – резисторы цепи предзаряда применяются при номинальном токе ВЧРП более 350 А; ** – выходной коммутационный аппарат может отсутствовать)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата	



При отсутствии рекомендуемой схемы заземления СУМЗ ВЧРП может работать некорректно вследствие возникающих помех.

2.2.3.9.4 В соответствии с требованиями ПУЭ, при подключении ВЧРП к заземлителю необходимо обеспечить сопротивление заземляющего устройства не более 0,1 Ом (включая сопротивление естественных заземлителей). Если ЭД заземлен, длина проводов от ШВВК до ЭД должна быть наименее возможной.

2.2.3.9.5 При подключении заземления требуется соблюдать следующие указания:

- отделить кабели, идущие от вводного РУ к ВЧРП от кабелей, идущих от ВЧРП к ШВВК и к ЭД (рекомендуется использовать отдельные кабельные лотки во избежание параллельной прокладки данных кабелей);

- если на объекте используются два различных ВЧРП, запрещается использовать между ними общий провод (полосу) заземления;

- провод (полосу) заземления, идущий от шин заземления ВЧРП к заземлителю Е_р, требуется отделить от остальных элементов заземления системы ВЧРП.

2.2.4 Правила и порядок осмотра рабочих мест

2.2.4.1 Рабочее место оператора должно соответствовать проекту установки ВЧРП и требованиям ПУЭ и располагаться на расстоянии не менее 1 м со стороны дверей или боковых стенок. При открытой на 90° двери шкафа допускается сужение прохода до 0,6 м.

2.2.4.2 Рабочее место, при его размещении в непосредственной близости от ВЧРП, должно быть оборудовано следующими инструментами:

- постом управления (ПК/ноутбуком с установленным ПО для управления);
- ВПУ (может отсутствовать);
- тестером (мультиметром) и осциллографом;
- набором динамометрических ключей;
- пожарным щитом;
- диэлектрическими ковриками.

2.2.4.3 При размещении управляющего оборудования требуется учитывать ограничения по длине проводов:

- пост управления (ПК/ноутбук оператора) должен располагаться на расстоянии не более 100 м от места установки ВЧРП;

- ВПУ должен располагаться на расстоянии не более 50 м от места установки ВЧРП.

Инд. № подл.
Взам. инв. №
Инд. № дубл.
Подп. и дата

2.2.5 Правила и порядок осмотра и проверки готовности изделия к использованию

2.2.5.1 Для проверки готовности ВЧРП к использованию проводится подготовка к подаче напряжения питания на цепи управления. Уровень напряжения питания СУМЗ должен составлять ~380 В, 50 Гц. Следует убедиться в том, что ВЧРП готов к подаче напряжения питания на СУМЗ путем проведения следующих проверок:

- необходимо проверить соблюдение всех рекомендаций по заземлению системы ВЧРП, указанных в п. 2.2.3.9;
- требуется измерить сопротивление изоляции проводов питания СУМЗ с помощью мегомметра при отсутствии подводимого напряжения;
- при измерении мегомметром на 2500 В сопротивление изоляции ВЧРП на 3/6 кВ должно превышать 5 МОм (для ВЧРП на 10 кВ – 10 МОм);
- чередование фаз питания цепей управления (А–В–С) должно соответствовать цветовым отметкам на каждой из фаз;
- номинальные параметры выходных датчиков тока должны соответствовать спецификации;
- при проверке и подготовке к работе встроенного оборудования следует руководствоваться требованиями, изложенными в РЭ на данное оборудование;
- необходимо, чтобы переходное сопротивление между заземляющим болтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью изделия, подлежащей заземлению, не превышало 0,1 Ом.

2.2.5.2 После выполнения всех указанных действий ВЧРП готов к использованию.

2.2.6 Описание положений органов управления и настройки после подготовки изделия к работе и перед включением

Путем визуального контроля необходимо проверить следующее:

- до внешней подачи питания на СУМЗ все автоматические выключатели, расположенные в секции управления, должны находиться в отключенном положении;
- кнопка(-и) с грибовидным толкателем аварийного останова на двери(-ях) ВЧРП не должна(-ы) быть нажата(-ы);
- кнопка блокировки (при наличии) на двери ВЧРП не должна быть нажата;
- тестовые кнопки («флажки») на реле не должны быть повернуты/активированы.

2.2.7 Указания об ориентировании изделия

2.2.7.1 Шкафы ВЧРП должны быть расположены на горизонтальной поверхности с допуском по наклону в пределах 5°.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
40

2.2.7.2 При размещении ВЧРП следует проверить наличие зон для монтажа и обслуживания, в соответствии с рис. 2.7:

- перед шкафом необходимо обеспечить не менее 2000 мм для подъемника;
- позади шкафов необходимо обеспечить пространство не менее 50 мм (в случае двухстороннего обслуживания – не менее 1000 мм);
- от крыши шкафа до потолка помещения требуется пространство не менее 600 мм для обслуживания вентиляторов и соблюдения условий по отводу тепла.

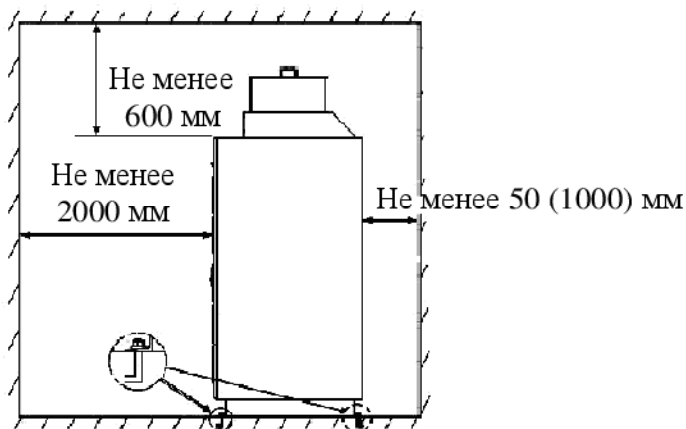


Рисунок 2.7 – Рекомендуемые монтажные зоны и зоны обслуживания для ВЧРП

2.2.8 Указания о взаимосвязи (соединении) данного изделия с другими изделиями

2.2.8.1 ВЧРП может иметь взаимосвязь со следующими изделиями:

- с входным РУ (обязательно);
- с выходным РУ (при наличии);
- с АСУ ТП (МПСА);
- с ВПУ/АРМ оператора;
- с сервисным ПК;
- с другим ВЧРП.

2.2.8.2 При взаимодействии ВЧРП с входным РУ необходимо обеспечить следующие соединения:

- силовые кабельные линии;
- блок-контакт состояния силового выключателя;
- сигнал аварийного отключения силового выключателя.

2.2.8.3 При взаимодействии ВЧРП с выходным РУ необходимо обеспечить следующие соединения:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	

БКЖИ.674.712.142РЭ

- силовые кабельные линии;
- контакт состояния силового выключателя.

2.2.8.4 При взаимодействии ВЧРП с АСУ ТП или с ВПУ/АРМ оператора может потребоваться обеспечить одно или оба следующих соединения:

- канал обмена по протоколу (Modbus RTU, Profibus-DP) через интерфейс RS485;
- канал обмена по физическим сигналам состояния («сухие» контакты) и аналоговым сигналам.

2.2.8.5 При взаимодействии ВЧРП с сервисным ПК требуется обеспечить подключение к порту RS232 ГПУ, отключив МПУ.

2.2.8.6 При взаимодействии ВЧРП с другим ВЧРП в качестве ведущего/ведомого потребуется обеспечить их соединение через специальный коммуникационный канал.

2.2.9 Указания по включению и опробованию работы изделия

2.2.9.1 Первое включение и опробование работы ВЧРП должно производиться во время пуско-наладочных работ под контролем и при непосредственном участии технических специалистов со стороны изготовителя или уполномоченной организации в соответствии со специальной инструкцией.

2.2.9.2 При проведении пуско-наладки ВЧРП следует руководствоваться ПУЭ, ПТЭЭП, ПОТЭЭ, СП 76.13330.2016 и указаниями, изложенными в настоящем РЭ.

2.2.9.3 Специалист со стороны изготовителя или уполномоченной организации при выполнении пуско-наладочных работ должен выполнить следующий объем работ:

- осмотр оборудования;
- проверка правильности монтажа силовых цепей и цепей автоматики;
- включение, проверка работы и установленных параметров в СУМЗ ВЧРП;
- проверка взаимодействия ВЧРП и ячеек РУ (выполняется совместно с эксплуатационным персоналом, обслуживающим ячейки РУ);
- при необходимости, проверка информационного взаимодействия ВЧРП с системой автоматизации или телемеханики (выполняется совместно с эксплуатационным персоналом, обслуживающим систему, с которой осуществляется взаимодействие ВЧРП);
- при необходимости, проверка алгоритма функционирования ВЧРП при подаче высокого напряжения в режиме имитации (без нагрузки);
- запуск ЭД на холостом ходу, на нагрузку и, при необходимости, окончательная настройка системы управления ВЧРП;
- составление протокола наладки и акта выполненных работ по ВЧРП.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

2.2.9.4 Полный объем и условия выполнения пуско-наладочных работ, в том числе длительность комплексного опробования, количество и квалификация эксплуатационного персонала и используемых ресурсов предварительно согласовываются с заказчиком.

2.2.9.5 Пуско-наладочные работы считаются законченными после составления и подписания представителями заказчика и изготовителя ВЧРП или уполномоченной организации протокола наладки и акта выполненных работ.

2.2.9.6 Провода четырехпроводной сети питания ~380 В, 50 Гц СУМЗ должны быть подключены к блоку клемм, расположенному на правой стенке секции управления в нижней части.

2.2.9.7 До подачи напряжения на цепи управления необходимо выполнить проверку сопротивления изоляции силовых частей в следующей последовательности:

- отсоединить провода от резисторных плат ПРДН;
- провести измерение сопротивления изоляции кабелей, идущих от вводного РУ к входным силовым шинам ВЧРП и кабелей, идущих от ВЧРП к ЭД;
- провести измерение сопротивления изоляции ЭД;
- при измерении мегомметром на 2500 В сопротивление изоляции ВЧРП на 3/6 кВ должно превышать 5 МОм (для ВЧРП на 10 кВ – 10 МОм);
- присоединить провода обратно к платам ПРДН.

2.2.9.8 Для подачи напряжения питания на цепи управления и вентиляции следует включить автоматические выключатели, находящиеся в секции управления. СУМЗ ВЧРП запустится, на ГПУ и ПЛК начнут индицировать светодиоды, будет проведена самодиагностика системы.

2.2.9.9 Рекомендуется не реже одного раза в месяц проверять уровни напряжения постоянного тока в измерительных точках на соответствие требуемым диапазонам, указанным в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Требуемые уровни и допустимые отклонения напряжений питания

Место проверки	Обозначение цепей	Уровень напряжения, В	Диапазон отклонений, В
Плата ГПУ (контрольные точки)	3.3V → GND5	+3,3	от +3,25 до +3,35
	5V → GND1	+5	от +4,95 до +5,05
	+12V → -12V	±12	от ±11,95 до +12,05
Источники питания (выходные клеммы)	+5VDC	+5	от +4,95 до +5,05
	+24VDC	+24	от +23,98 до +24,1
	±24VDC	±24	от ±23,9 до ±24,1

Инд. № подл. / Взам. инв. № / Подл. и дата / Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

2.2.9.10 Проверку уровней напряжений от источника(-ов) питания следует проводить в точках 3.3V (+3,3 В), 5V (+5 В), +12V (+12 В) и -12V (-12 В) ГПУ (рис. 2.8).

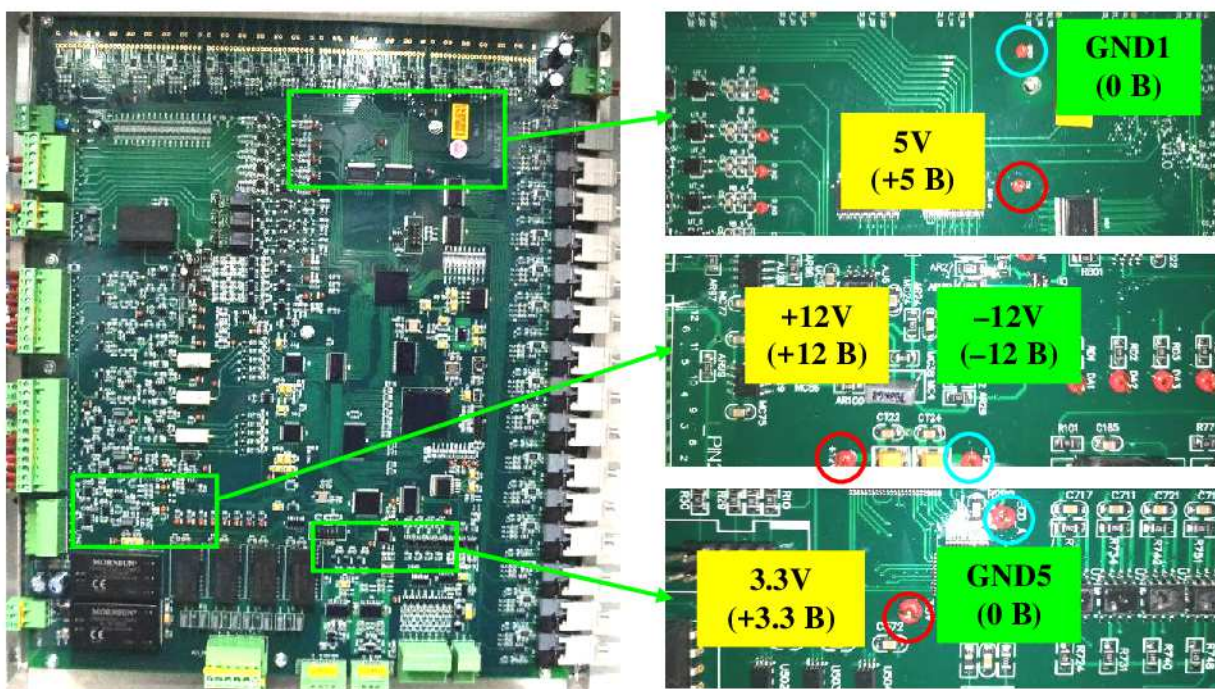


Рисунок 2.8 – ГПУ с контрольными точками для проверки уровней напряжений питания

2.2.9.11 После проверки сопротивления изоляции и при условии отсутствия сигнала блокировки от критической аварии в цепи автоматики вводного РУ разрешено включить ВЧРП. При этом следует придерживаться следующей последовательности:

- убедиться в том, что заземляющие проводники входных и выходных шин силовой части удалены;
- закрыть двери ШТ и ШИ и повернуть верхние и нижние задвижки в закрытое положение для блокировки доступа внутрь шкафов;
- одновременно включить автоматические выключатели для подачи напряжения питания на СУМЗ и цепи охлаждающих вентиляторов;
- убедиться, что на экране МПУ отсутствуют сообщения об авариях (при наличии аварий необходимо установить причины и устранить их);
- закрыть дверь секции управления и защелкнуть дверную ручку;
- выкатить головной выключатель вводного РУ и проверить его работоспособность до подачи силового напряжения ~3/6/10 кВ путем включения и отключения;
- вкатить головной выключатель вводного РУ и подать на вход ВЧРП силовое напряжение ~3/6/10 кВ (при этом должны загореться лампы индикатора напряжения);

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

– при необходимости, если не требуется немедленный запуск ВЧРП в работу, можно нажать на кнопку-грибок блокировки на двери секции управления.



Во избежание поражения электрическим током запрещается открывать шкафы ВЧРП в течение 10 мин после снятия силового напряжения.

В том случае, когда в составе ВЧРП имеется отдельная цепь предзаряда, подача команды на запуск возможна 1 раз каждые 10 мин

2.2.9.14 В течение 300 мс после подачи на вход силового напряжения ~3/6/10 кВ происходит заряд конденсаторов на стороне постоянного тока СЯ и самодиагностика.

2.2.9.15 Измерить формы сигналов напряжения и тока можно путем подключения щупов осциллографа к контрольным точкам на плате ГПУ (рис. 2.9):

- сигналов фазных входных напряжений – в точках VAN, VBN и VCN;
- сигналов фазных выходных напряжений – в точках VAM, VBM и VCM;
- сигналов фазных входных токов – в точках IAN, IBN и ICN;
- сигналов фазных выходных токов – в точках IAM, IBM и ICM.

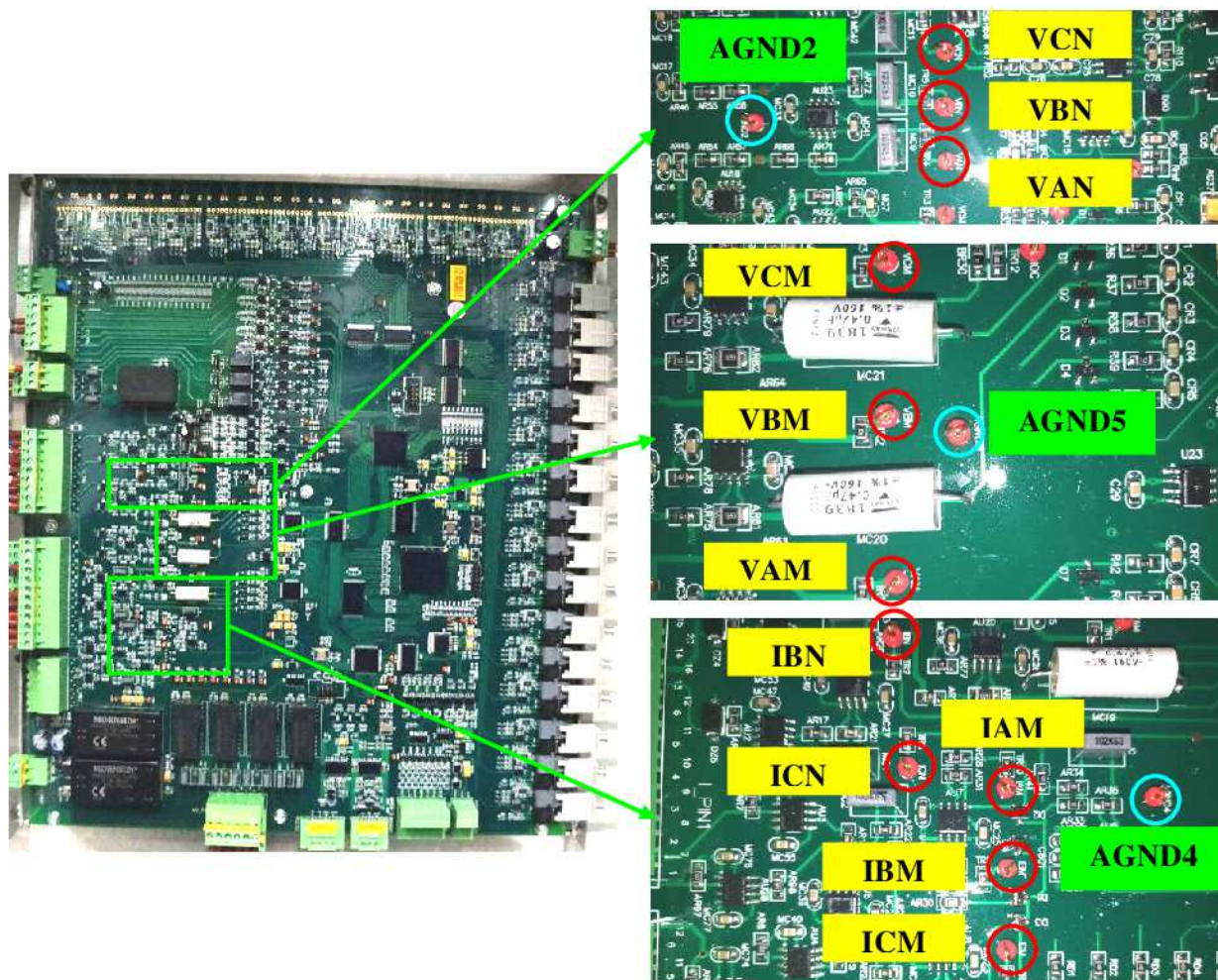


Рисунок 2.9 – ГПУ с контрольными точками для проверки сигналов напряжения и тока

Инв. № подл.	Подп. и дата	Вам. инв. №	Инв. № д/дл.	Подп. и дата	Лист	
						Изм.
					БКЖИ.674.712.142РЭ	

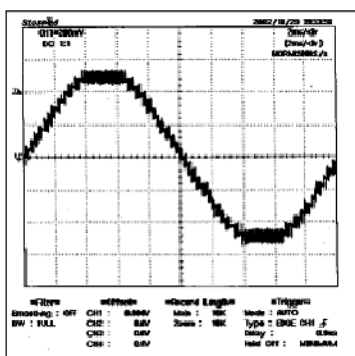


При подключении к контрольным точкам на ГПУ следует пользоваться осциллографом, имеющим гальваническую развязку от цепи заземления, поскольку возможно возникновение помех

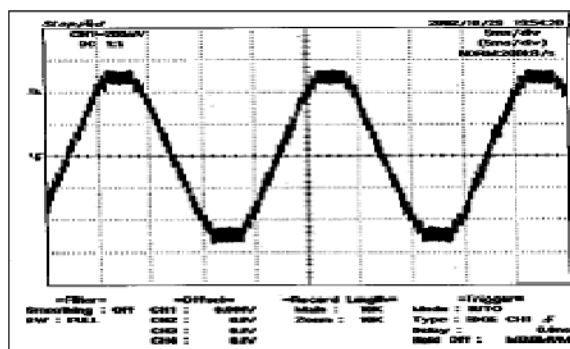
При подключении следует соблюдать осторожность и не прикасаться к контактам щупов во избежание попадания под напряжение

2.2.9.17 Поскольку в ВЧРП с числом СЯ в фазе, равном n , линейное напряжение образуется 2 фазами ($2n$), то формы сигналов выходного напряжения должны иметь по n ступеней в положительной и отрицательной полуволнах (всего $2n+1$ уровней, считая нулевой). При проверке выходного напряжения следует убедиться, что его форма состоит из $2n+1$ ступеней.

2.2.9.18 На рис. 2.10 показана правильная ступенчатая форма сигнала линейного напряжения, снятого с выхода ВЧРП. Если при работе число ступеней выводится неправильно, причина может быть в передаче сигналов через волоконно-оптический кабель на большое расстояние.



а)



б)

Рисунок 2.10 – Форма выходного напряжения при различных уставках времени развертки:

а – 2 мс/дел; б – 5 мс/дел

2.2.9.19 При проведении переключений в силовой части необходимо будет также отключить вводное РУ.

2.3 Использование изделия

2.3.1 Порядок действия обслуживающего персонала при выполнении задач применения ВЧРП.



В целях защиты персонала от поражения электрическим током при косвенном прикосновении на всем пути перемещения вдоль шкафов ВЧРП должны располагаться диэлектрические коврики

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № д/дл.
Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

2.3.1.1 Эксплуатация и обслуживание высоковольтных подключений и элементов ВЧРП должны проводиться персоналом, имеющим квалификационную группу по технике электробезопасности не ниже IV, прошедшим инструктаж и допущенным к работе.

2.3.1.2 Эксплуатация СУМЗ ВЧРП должна проводиться персоналом, имеющим квалификационную группу по технике электробезопасности не ниже III, прошедшим инструктаж и допущенным к работе.

2.3.1.3 Во избежание поражения электрическим током при эксплуатации ВЧРП обслуживающий персонал обязан держать задвижки на дверях силовых шкафов закрытыми, а также обращать внимание на закрепленные на шкафах и на элементах внутри них запрещающие и предупреждающие знаки, указанные в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Запрещающие и предупреждающие знаки ВЧРП

Символ	Название символа	Пояснение обозначения
	Запрещается прикасаться. Корпус под напряжением	Запрещает физическое прикосновение. Все данные знаки размещаются в ШИ и предупреждают о возможности поражения электрическим током при касании корпусов СЯ или клемм ввода/вывода при их питании от источника ~380 В
	Опасность поражения электрическим током	Предупреждает о риске получения электротравмы. Размещается в виде таблички на дверях шкафов непосредственно над ручками и закрепляется заклепками. Также имеется на перегородке в секции управления, ведущей к силовому выходу
	Внимание. Опасность (прочие опасности)	Указывает на опасность несоблюдения требований, изложенных рядом с ним в виде текста. Все данные знаки размещены в ШИ и относятся к волоконно-оптическим кабелям и СЯ
	Осторожно. Возможно травмирование рук	Указывает на возможность получения травмы рук при прикосновении к работающим охлаждающим вентиляторам
	Осторожно. Горячая поверхность	Указывает на горячую поверхность и риск получения ожога при прикосновении к ПСТ, реактору или резисторам антиконденсатного обогрева во время или по окончании работы ВЧРП

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

2.3.1.4 Обслуживающий персонал обязан:

- следить за тем, чтобы доступ к месту расположения ВЧРП для посторонних лиц был ограничен;
- регулярно проводить внешний осмотр шкафов ВЧРП на предмет выявления внешних повреждений, следов грязи, коррозии;
- следить за светодиодными индикаторами состояния системы на двери секции управления (на МПУ) – должен мигать/индицировать только зеленый индикатор READY («Готовность»)/RUN («Работа»), а желтый и красный индикаторы ALARM («Тревога») и FAULT («Авария») не должен высвечиваться;
- не реже, чем раз в 6 мес. проверять метки на болтах электрических соединений силовых цепей, и, при наличии ослабленных соединений, затягивать болты динамометрическими моментными ключами (при отключенном высоком напряжении);
- не реже, чем раз в 12 мес. очищать или заменять воздушные фильтры в решетках, установленных на дверях шкафов ВЧРП (без отключения силового напряжения);
- не реже, чем раз в 12 мес. проводить визуальный осмотр изоляции всех силовых кабелей на предмет выявления мест горения или растрескивания изоляции (при отключенном силовом напряжении).

2.3.2 Порядок контроля работоспособности ВЧРП в целом

2.3.2.1 Контроль работоспособности ВЧРП проводится, исходя из состояния индикаторов на двери секции управления, а также надписей, выводимых на экране МПУ.

2.3.2.2 На двери секции управления расположены сигнальные светодиодные индикаторы: «Готовность»/«Работа», «Тревога» и «Авария». Возможные варианты индикации приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Светодиодная индикация

Индикатор	Состояние	Пояснение
«Готовность» («READY»)/ «Работа» («RUN»)	Не индицирует	Нет состояния готовности
	Мигает зеленым	Состояние готовности (аварии отсутствуют)
	Индицирует зеленым	Состояние работы (двигатель запущен)
«Тревога» («ALARM»)	Не индицирует	Состояние ВЧРП в норме (нет отклонений)
	Индицирует желтым	Отклонение параметра от нормы (тревога)
«Авария» («FAULT»)	Не индицирует	Состояние ВЧРП в норме (нет аварий)
	Индицирует красным	Критическая ошибка (авария)

Инд. № подл. / Подп. и дата / Изм. № докум. / Подп. и дата / Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

2.3.3 Перечень возможных неисправностей в процессе использования ВЧРП по назначению и рекомендации по действиям при их возникновении

Сигналы возникших неисправностей (сработавших защит) отображаются в виде кратких формулировок на экране МПУ. Их описания и параметры настройки приведены в таблице 2.4. Рекомендации по действиям при возникновении неисправностей изложены в таблице 4.2.

Таблица 2.4 – Формулировки срабатывания защит ВЧРП

Формулировка ошибки	Описание ошибки	Тип ошибки (тревога/авария)	Связанный параметр настройки на МПУ
Байпас СЯ	Одна из СЯ перешла в режим байпаса из-за аварии	Тревога	«Время вкл. байпаса» «Байпас разрешен»
Байпас СЯ #X	СЯ № X в фазе # перешла в режим байпаса из-за аварии	Тревога	«Время вкл. байпаса» «Байпас разрешен»
Возбудитель не запущен ⁴⁾	На вход СУМЗ ВЧРП не поступил сигнал работы от возбудителя СД	Тревога	–
Время замыкания QF1 превышено	Вакуумный выключатель во входном КРУ не сработал за установленное время	Тревога	–
Выход разомкнут	На выходе ВЧРП имеется напряжение, но ток ниже номинального значения	Тревога	–
Заклинивание вала	В процессе работы ЭД определено заклинивание	Тревога	«Частота заклинивания» «Время заклинивания» «Тревога заклинивания»
Истеч. врем. перев. на сеть ³⁾	Перевод ЭД на сеть не выполнен за заданное время	Тревога	«Истеч. врем. перев.»
Местная тревога шкафа возбудителя ⁴⁾	На вход СУМЗ ВЧРП поступил сигнал местной тревоги от возбудителя СД	Тревога	–
МТЗ в звене постоянн. тока	Ток в звене постоянного тока СЯ превысил порог уставки тревоги	Тревога	«Превыш пост. тока»
МТЗ на входе	Зафиксировано превышение тока на входе	Тревога	«МТЗ по входу»
Недонапряж. СЯ	Постоянное напряжение СЯ упало до низкого уровня	Тревога	«Напряж. сил. ячейки»
Несим. входного тока	Дисбаланс входных фазных токов превысил порог уставки тревоги	Тревога	«Кр защ. по пот. фазы» «Кі защ. по пот. фазы»
Несим. выходного тока	Дисбаланс выходных фазных токов превысил порог уставки тревоги	Тревога	«Дисбаланс фаз»
Несим. силов. напряж.	Дисбаланс входных фазных напряжений превысил порог уставки тревоги	Тревога	«Трев. дисб. вх. напряж.»
Неудача автонастройки	Автонастройка параметров ЭД не выполнена	Тревога	–
Не установл. МТЗ	Уставка МТЗ не задана, либо задана неверно	Тревога	«МТЗ по входу» «Уставка МТЗ» «МТЗ по сил. ячейке»

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист

49

Продолжение таблицы 2.4

Формулировка ошибки	Описание ошибки	Тип ошибки (тревога/авария)	Связанный параметр настройки на МПУ
Низк. силов. напряж.	Входное напряжение снизилось до порога уставки тревоги	Тревога	«Трев. пониж. вх. напряж.»
Обрыв аналог. входа	Произошел обрыв кабеля аналогового входа/выхода	Тревога	–
Обрыв входной фазы	Напряжение на входе ВЧРП отсутствует	Тревога	«Пор. сраб. пот. вх. фазы»
Обрыв вх. фазы СЯ #X	Напряжение на входе СЯ № X в фазе # отсутствует	Тревога	«Потеря фазы в ячейке»
Обрыв фазы СЯ	Напряжение на входе СЯ отсутствует	Тревога	«Потеря фазы в ячейке»
Ограничение момента	Необходимый момент нагрузки превысил максимальный момент ЧРП	Тревога	«Огран. мом. двиг.»
ОЗЗ на входе	Напряжение нулевой последовательности на входе превысило порог уставки тревоги	Тревога	«Тревога ОЗЗ на входе» «Пост. времени ОЗЗ»
ОЗЗ на выходе	Напряжение нулевой последовательности на выходе превысило порог уставки тревоги	Тревога	«Тревога по ОЗЗ»
Открыта дверь	Открыта дверь одного из силовых шкафов	Тревога	–
Отсутствует питание 24 В	Потеряно питание 24 В в секции управления	Тревога	–
Отсутствует питание цепей управления	Потеряно напряжение питания СУМЗ, произошел переход на питание от ИБП	Тревога	–
Отсутствует питание цепей управления шкафа байпаса ³⁾	Потеряно питание цепей управления в шкафу байпаса	Тревога	–
Ошибка ист. пит. 24 В	Один канал источника питания 24 В в секции управления поврежден	Тревога	–
Перегрев СЯ	Температура СЯ возросла до порога сигнала тревоги	Тревога	«Перегрев ячейки»
Перегрев СЯ #X	Зафиксирован перегрев СЯ № X в фазе #	Тревога	«Перегрев ячейки»
Перегрев трансформатора	Зафиксировано повышение температуры ПСТ до порога уставки тревоги	Тревога	«Трев. перегр. трансф.»
Перегрузка двигателя	Ток ЭД превысил номинальное значение за период времени	Тревога	«Тревога по перегрузке» «Время перегрузки»
Перенапряж. на входе	Входное напряжение превысило порог уставки тревоги	Тревога	«Трев. повыш. вх. напряж.»
Перенапряж. на двиг.	Напряжение ЭД превысило порог уставки тревоги	Тревога	«Перенапряж. двиг.»
Переполн. параметра	Определено переполнение одного из параметров	Тревога	–

Идентификация документа
 Идентификация документа
 Идентификация документа
 Идентификация документа
 Идентификация документа

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
50

Продолжение таблицы 2.4

Формулировка ошибки	Описание ошибки	Тип ошибки (тревога/авария)	Связанный параметр настройки на МПУ
Потеря аналогового сигнала	Определена потеря сигнала аналогового входа/выхода	Тревога	–
Потеря сигнала энкодера	Сигнал по одному из каналов энкодера потерян	Тревога	–
Потерян сигнал температуры обмоток трансформатора	Зафиксирован обрыв провода от термоконтроллера ПСТ	Тревога	–
Потеряно управление выключателем предзаряда	Выключатель цепи предзаряда не реагирует на команду включения	Тревога	–
Потерян сигнал температуры обмоток трансформатора	Сигналы температур обмоток трансформатора от датчиков не доходят	Тревога	–
Превыш. скорости двиг.	Скорость ЭД превысила порог уставки тревоги	Тревога	«Превыш. скор. двиг.»
Превышение температуры обмоток возбудителя ⁴⁾	Зафиксировано повышение температуры возбудителя до порога уставки тревоги	Тревога	–
Превышение температуры обмоток двигателя	Зафиксировано повышение температуры ЭД до порога уставки тревоги	Тревога	–
Превышение температуры от контроллера	Термоконтроллер ПСТ зафиксировал повышение температуры до порога уставки тревоги	Тревога	–
Пуск в течение заданного интервала не проходит	Пуск ВЧРП не выполнен в течение интервала времени после подачи сигнала	Тревога	–
Ручной байпас СЯ #X	СЯ № X в фазе # вручную переведена на байпас	Тревога	«Ручн. байп. в фазе А» «Ручн. байп. в фазе В» «Ручн. байп. в фазе С»
Сбой питания СЯ	Питание платы байпаса одной из СЯ потеряно	Тревога	–
Сбой питания СЯ #X	Питание платы байпаса СЯ № X в фазе # потеряно	Тревога	–
Тревога по вентилятору	Определена остановка охлаждающего вентилятора	Тревога	–
Тревога по возбудителю ⁴⁾	На вход СУМЗ ВЧРП поступил сигнал тревоги от возбудителя СД	Тревога	–
Тревога по выключателю цепи предзаряда	Выключатель цепи предзаряда не накопил энергию	Тревога	–
Тревога по температуре выходного реактора ³⁾	Зафиксировано повышение температуры реактора до порога уставки тревоги	Тревога	–
Шкаф возбудителя не готов ⁴⁾	На вход СУМЗ ВЧРП не поступил сигнал готовности от возбудителя СД	Тревога	–

Изм. № подл. / Подп. и дата / Изм. № докум. / Подп. и дата / Изм. № подл. / Подп. и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Продолжение таблицы 2.4

Формулировка ошибки	Описание ошибки	Тип ошибки (тревога/авария)	Связанный параметр настройки на МПУ
Аварийный стоп	Подан сигнал аварийного останова	Авария, тип 2 ²⁾	–
Аварийный стоп по 24 В	Подан внешний сигнал аварийного останова	Авария, тип 2	–
Авария вентилятора (с задержкой 5 с)	Определен выход из строя вентилятора на ШИ	Авария, тип 1	–
Авария вентилятора реактора ³⁾	Определен выход из строя вентилятора на ШР	Авария, тип 1	–
Авария вентилятора трансформатора	Определен выход из строя вентилятора на ШТ	Авария, тип 1	–
Авария включения высокого напряжения	Силовое напряжение по команде не поступило на вход	Авария, тип 2	–
Авария возбуждителя ⁴⁾	На вход СУМЗ ВЧРП поступил сигнал аварии от возбуждителя СД	Авария, тип 1	–
Авария выключателя QS1	Разъединитель QS1 не включен	Авария, тип 2	–
Авария выключателя QS2	Разъединитель QS2 не включен	Авария, тип 2	–
Авария выключателя предзаряда	Выключатель предзаряда ВЧРП не включился при подаче команды предзаряда	Авария, тип 2	–
Авария выходного реактора ³⁾	Определен выход из строя выходного реактора	Авария, тип 1	–
Авария отключения высокого напряжения	Силовое напряжение по команде не было снято с входа	Авария, тип 2	–
Авария по понижению входного напряжения	Напряжение на входе упало ниже допустимого уровня	Авария, тип 2	«Авария (пониж. вх. напряж.)»
Авария утечки	Ток утечки превысил значение порога уставки аварии	Авария, тип 2	–
Авария цепи предзаряда	После срабатывания QF1 входное напряжение не достигло значения 80 % за заданное время	Авария, тип 2	–
Аппаратная МТЗ	Определен чрезмерный рост тока на выходе	Авария, тип 1	–
Байпас СЯ	Одна из СЯ перешла в режим байпаса из-за аварии	Авария, тип 1	«Время вкл. байпаса» «Байпас разрешен»
Байпас СЯ #X	СЯ № X в фазе # перешла в режим байпаса из-за аварии	Авария, тип 1	«Время вкл. байпаса» «Байпас разрешен»
Блокировка по МТЗ	Затворы IGBT заблокированы из-за превышения тока	Авария, тип 1	–
Блокир. по МТЗ СЯ #X	Затворы IGBT СЯ № X в фазе # заблокированы из-за превышения тока	Авария, тип 1	–
Ведомый 1/2/3 отключен	Ведомый ВЧРП №1, 2 или 3 отключился	Авария, тип 1	«Выбор ведущ./ведом.» «Число ведомых»
Вентилятор охлаждения двигателя	Вентилятор-наездник ЭД вышел из строя	Авария, тип 1	–

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 2.4

Формулировка ошибки	Описание ошибки	Тип ошибки (тревога/авария)	Связанный параметр настройки на МПУ
Возбудитель не готов ⁴⁾	На входе СУМЗ ВЧРП отсутствует сигнал готовности возбудителя СД	Авария, тип 1	–
Задер. остат. намагнич.	Время остаточного затухания намагничивания через чур велико	Авария, тип 1	–
Заклинивание вала	В процессе работы ЭД определено заклинивание	Авария, тип 1	«Частота заклинивания» «Время заклинивания» «Авария заклинивания»
Запуск запрещен	Блокировка запуска ЭД	Авария, тип 1	–
Качание на ХХ	ЭД на холостом ходу работает неустойчиво	Авария, тип 1	–
КЗ на вторичных обмотках	Система интеллектуальной защиты определила наличие КЗ на обмотках ПСТ	Авария, тип 2	«Защ. втор. ст. тр-ра»
МТЗ по входу	Определен чрезмерный рост тока на входе	Авария, тип 2	«МТЗ по входу»
МТЗ силовой ячейки	В СЯ программно определен чрезмерный рост тока IGBT	Авария, тип 1	«Уставка МТЗ» «МТЗ по сил. ячейке»
МТЗ СЯ (аппаратн.)	В СЯ аппаратно определен чрезмерный рост тока IGBT	Авария, тип 1	–
МТЗ (аппарат.) СЯ #X	В СЯ № X в фазе # определен чрезмерный рост тока IGBT	Авария, тип 1	–
Нажата кнопка аварийного останова	Нажата кнопка аварийного останова на двери	Авария, тип 2	–
Намагничивание	Неправильное намагничивание ЭД	Авария, тип 1	–
Недонапр. СЯ	Постоянное напряжение СЯ упало ниже допустимого уровня	Авария, тип 1	«Напряж. сил. ячейки»
Недонапряж. СЯ #X	Постоянное напряжение СЯ № X в фазе # упало ниже допустимого уровня	Авария, тип 1	«Напряж. сил. ячейки»
Несим. входного тока	Дисбаланс входных фазных токов превысил порог уставки аварии	Авария, тип 2	«Кр защ. по пот. фазы» «Кі защ. по пот. фазы»
Несим. выходного тока	Дисбаланс выходных фазных токов превысил порог уставки аварии	Авария, тип 1	«Авария (дисбаланс фаз)»
Нет связи с СЯ	СЯ не реагирует на посылаемые сигналы, обрыв кабеля ВОЛС	Авария, тип 1	–
Нет связи с СЯ #X	СЯ № X в фазе # не реагирует на сигналы	Авария, тип 1	–
Низкое вход. напряж.	Напряжение на входе упало ниже допустимого уровня	Авария, тип 2	«Авария (пониж. вх. напряж.)»
Обрыв входной фазы	Напряжение на входе ВЧРП отсутствует	Авария, тип 2	«Потеря фазы на входе»
ОЗЗ на входе	Напряжение нулевой последовательности на входе превысило порог уставки аварии	Авария, тип 2	«Авария (ОЗЗ на входе)» «Пост. времени ОЗЗ»

Изм. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	
				Изм.

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист

53

Продолжение таблицы 2.4

Формулировка ошибки	Описание ошибки	Тип ошибки (тревога/авария)	Связанный параметр настройки на МПУ
ОЗЗ на выходе	Напряжение нулевой последовательности на выходе превысило порог уставки аварии	Авария, тип 1	«Авария (по ОЗЗ)»
Опрокидывание СД ¹⁾	Произошло выпадение СД из синхронизма	Авария, тип 1	«Пред. опред. опрокид.»
Отказ байпаса СЯ	Байпас аварийной СЯ вовремя не включился	Авария, тип 1	«Время вкл. байпаса» «Байпас разрешен»
Отказ байпаса СЯ #X	Байпас аварийной СЯ № X в фазе # вовремя не включился	Авария, тип 1	«Время вкл. байпаса» «Байпас разрешен»
Отказ ведущего ВЧРП	Ведущий ВЧРП отключился	Авария, тип 1	«Выбор ведущ./ведом.»
Открыта дверь силового шкафа	Открыта дверь в ШИ	Авария, тип 2	–
Открыта дверь шкафа трансформатора	Открыта дверь в ШТ	Авария, тип 2	–
Отсутствует питание ~380 В	Потеряно напряжение питания системы охлаждения	Авария, тип 2	–
Ошибка в параметрах	В заданных параметрах имеется ошибка	Авария, тип 1	–
Ошибка записи параметров	Произошла ошибка в процессе записи параметров	Авария, тип 1	–
Ошибка расч. полож. рот.	Не удалось определить положение ротора ЭД	Авария, тип 1	–
Ошибка связи между ПЛК и ЦСП	Связь между ПЛК и ЦСП нарушена, работа запрещена	Авария, тип 1	–
Ошибка состояния входного выключателя	Состояние выключателя на входе ВЧРП не изменяется по сигналу	Авария, тип 2	–
Ошибка состояния выключателя предзаряда	Состояние выключателя предзаряда ВЧРП не изменяется по сигналу	Авария, тип 2	–
Ошибка состояния выходного выключателя	Состояние выключателя на выходе ВЧРП не изменяется по сигналу	Авария, тип 1	–
Ошибка состояния контактора	Состояние контактора не изменяется по сигналу	Авария, тип 1	–
Перегрев СЯ	Температура СЯ превысила допустимое значение	Авария, тип 1 ¹⁾	«Перегрев ячейки»
Перегрев СЯ #X	Зафиксирован перегрев СЯ № X в фазе #	Авария, тип 1	«Перегрев ячейки»
Перегрузка ВЧРП	Превышена перегрузка по току в течение заданного интервала времени	Авария, тип 2	«Авария по перегрузке» «Время перегрузки»
Перегрев двигателя	Температура ЭД превысила номинальное значение в течение периода времени	Авария, тип 1	–
Перегрев трансформатора	Зафиксировано повышение температуры ПСТ до порога уставки аварии	Авария, тип 2	«Пост. нагр. трансф.» «Температура трансф.» «Норм. темп. трансф.»

Изм. № подл. / Взам. инв. № / Инв. № докл. / Подп. и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
54

Окончание таблицы 2.4

Формулировка ошибки	Описание ошибки	Тип ошибки (тревога/авария)	Связанный параметр настройки на МПУ
Перенапряж. на входе	Определено недопустимое превышение напряжения на входе ВЧРП	Авария, тип 2	«Авария (повыш. вх. напряж.)»
Перенапряж. на двиг.	Напряжение ЭД превысило порог уставки аварии	Авария, тип 1	«Авария (перенапряж. двиг.)»
Перенапр. СЯ	Постоянное напряжение СЯ превысило допустимое значение	Авария, тип 1	–
Перенапряж. СЯ #X	Постоянное напряжение СЯ № X в фазе # превысило допустимое значение	Авария, тип 1	–
Перенапряж. цепи байпаса	Определено перенапряжение на СЯ, перешедшей в режим байпаса	Авария, тип 1	«Огр. перенапр. байп.»
Положение тележки выключателя QF1	Вакуумный выключатель QF1 не вкачен	Авария, тип 2	–
Превышение времени ожидания срабатывания QF1	Вакуумный выключатель QF1 не сработал в течение заданного времени	Авария, тип 2	–
Превыш. скорости двиг.	Скорость ЭД превысила порог уставки аварии	Авария, тип 1	«Авария (превыш. скор. двиг.)»
Превышение температуры от контроллера	Термоконтроллер ПСТ зафиксировал повышение температуры до порога уставки аварии	Авария, тип 2	–
Предел числа СЯ байп.	Достигнуто предельное число СЯ, перешедших в режим байпаса	Авария, тип 1	«Мин. число яч. в фазе»
Пропажа питания 24 В	Источник питания 24 В в секции управления не выдает напряжение	Авария, тип 1	–
Пропажа питания HL	Источник питания датчика Холла в секции управления не выдает напряжение	Авария, тип 1	–
Пропажа питания 12 В	Источник питания 12 В в секции управления не выдает напряжение	Авария, тип 1	–
Сверхток в звене пост. тока	Ток в звене постоянного тока СЯ достиг предельного значения	Авария, тип 1	«Превыш. пост. тока»
Слишком сильное качание	Напряжение в питающей сети имеет слишком большие колебания	Авария, тип 2	–
Сторожевой таймер FPGA	В программе ЦСП произошла ошибка	Авария, тип 1	–

Примечания:

- 1) Авария типа 1 вызывает остановку работы ВЧРП, но не приводит к отключению вакуумного выключателя вводной ячейки, поэтому на входе ВЧРП остается силовое напряжение.
- 2) Авария типа 2 вызывает остановку работы ВЧРП, а также приводит к отключению вакуумного выключателя вводной ячейки, поэтому с входа ВЧРП силовое напряжение снимается.
- 3) Данные защиты действуют только при исполнении ВЧРП с опцией синхронизированного перевода на сеть.
- 4) Данные защиты действуют только при работе ВЧРП с СД и наличии возбудителя.

Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № докум. Подп. и дата.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
55

2.3.4 Перечень режимов работы ВЧРП, а также характеристики основных режимов работы

2.3.4.1 Режимы управления

2.3.4.1.1 ВЧРП функционирует в одном из выбираемых режимов управления:

- режим местного управления – от МПУ на двери секции управления ВЧРП;
- режим дистанционного управления – от ВПУ или от АСУ ТП (от внешнего контроллера) по сигналам, передаваемым по одному из промышленных протоколов (Modbus RTU, Profibus-DP, Device Net, IS Bus) с использованием интерфейса RS485;
- режим диагностики – от сервисного ПК при работе.

2.3.4.1.2 Режим управления (местный/дистанционный) изменяется кулачковым переключателем, расположенным на двери секции управления. При подаче питания на СУМЗ следует обращать внимание на установленный режим управления.

2.3.4.1.3 В режиме местного управления все управление осуществляется оператором от МПУ. Данный режим является режимом по умолчанию и позволяет управлять всеми доступными функциями ВЧРП.

2.3.4.1.4 На сенсорном ЖК-дисплее МПУ выводится основной экран с сигналами состояния и управляющей клавиатурой (рис. 2.11). Сигналы состояния в левой части экрана можно выбрать из отдельного списка, выводимого на экран при нажатии на строку сигнала. Управляющая клавиатура в правой части экрана используется для функций контроля ВЧРП в режиме местного управления.

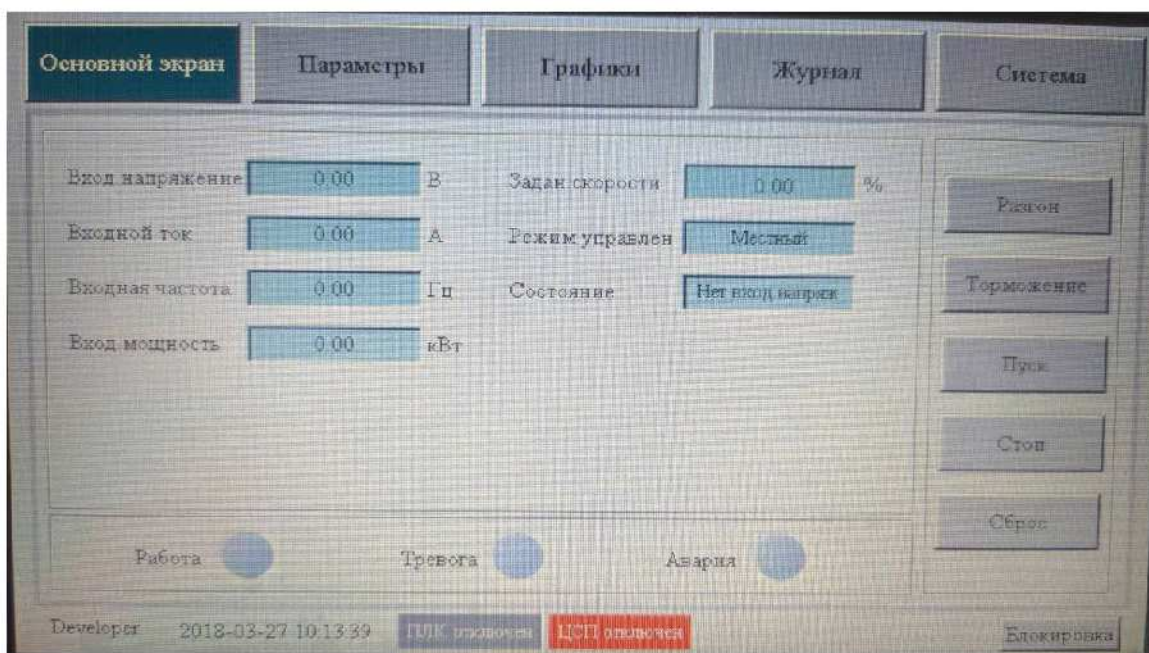


Рисунок 2.11 – Основной экран, выведенный на ЖК-дисплей МПУ ВЧРП

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

2.3.4.1.5 Кнопки управления ВЧРП и их функции приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Кнопки управления ВЧРП в режиме местного управления

Клавиша	Функции
Разгон	Увеличивает задание скорости на 1 %
Торможение	Уменьшает задание скорости на 1 %
Пуск	Команда на запуск ВЧРП в работу
Стоп	Команда на останов ВЧРП
Сброс	Команда на сброс аварий

2.3.4.1.4 Режим диагностики представляет собой подключение сервисного ПК для ведения наблюдения за процессом работы ВЧРП (снятие осциллограмм в режиме реального времени с возможностью записи в сохраняемый файл, видеозапись всех происходящих процессов, вывод окна состояния) с целью анализа происходящих процессов. При этом ПК подключается сигнальным кабелем к каналу связи с ПЛК взамен МПУ (управление ВЧРП с МПУ в этот момент невозможно).

2.3.4.2 Режимы работы

2.3.4.2.1 ВЧРП с подключенным(-и) к нему приводным(-и) ЭД осуществляет работу в одном из следующих режимов:

- работа приводного ЭД от ВЧРП в регулируемом режиме (рис. 2.12, а);
- работа приводного ЭД от ВЧРП с возможностью ручного (рис. 2.12, б) или полуавтоматического (рис. 2.12, в) байпаса (для переключения требуется остановка ЭД);
- разгон приводного ЭД до заданной скорости с последующим автоматическим (рис. 2.12, г) безударным синхронизированным переводом питания приводного ЭД на сеть;
- работа с несколькими приводными ЭД в соответствии с однолинейной схемой;
- специальный режим самозапуска с автоподхватом ЭД после глубоких (ниже 75 %) провалов напряжения питания в системе электроснабжения или перерывов питания длительностью до 2,5 с и последующим восстановлением напряжения до номинального;
- специальный режим пуска приводного ЭД с предварительным динамическим торможением (постоянным током) до подачи команды на запуск.

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Инв. № док.л.
	Взам. инв. №
	Подп. и дата
	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

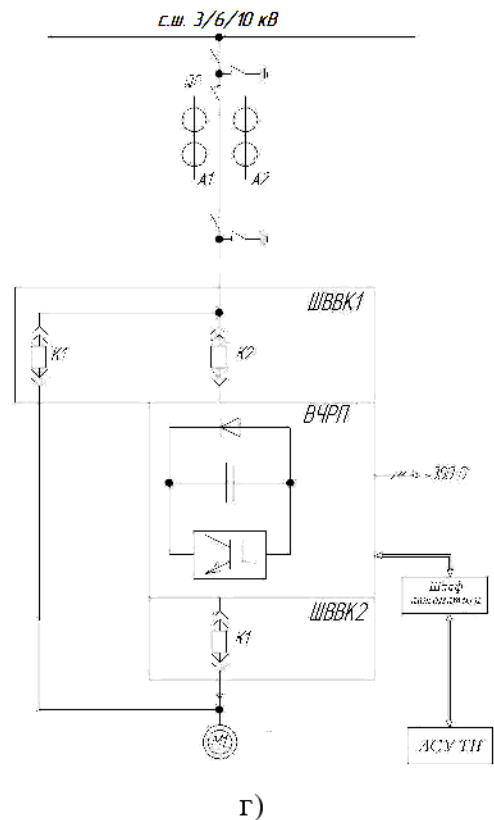
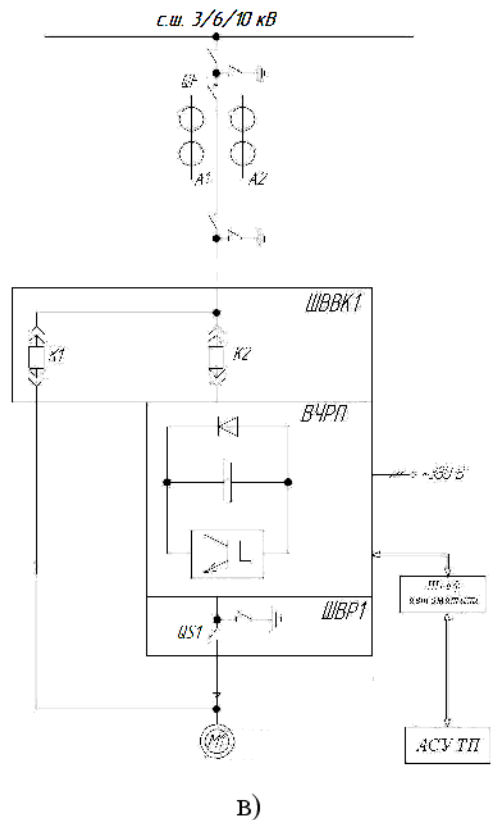
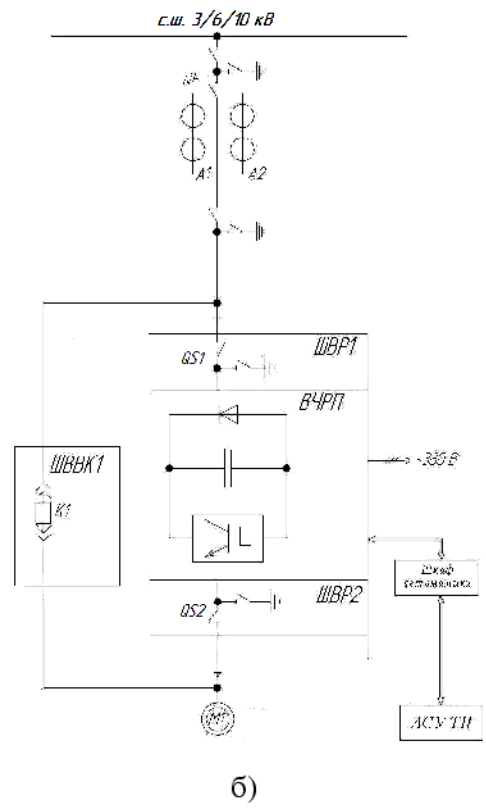
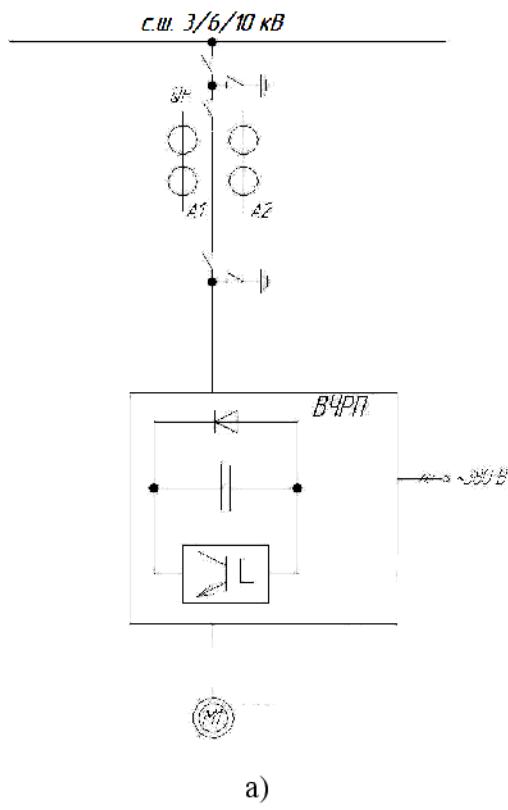


Рисунок 2.12 – Схемы работы ЭД от ВЧРП через один головной выключатель QF:
 а – постоянная работа в регулируемом режиме; б – схема с ручным переводом;
 в – схема с полуавтоматическим переводом; г – схема с автоматическим переводом

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

2.3.4.2.2 Работа приводного ЭД от ВЧРП заключается в разгоне ЭД до заданной скорости и последующем его регулировании от ВЧРП.

2.3.4.2.3 Разгон приводного ЭД до заданной скорости с последующим синхронизированным переводом на байпас может использоваться в следующих случаях:

- для работы с несколькими приводными ЭД при помощи КРУ, когда требуется поочередно разгонять каждый из ЭД (в т.ч. и с разными номинальными параметрами) в режиме плавного пуска с последующим переключением на сеть, а потом избирательно переключаться на какой-либо ЭД для его работы в регулируемом режиме;
- для безостановочной работы системы в случае возникновения неисправности ВЧРП, когда потребуются либо вручную оператору, либо автоматически переключить ЭД на работу от сети через головной выключатель вводного КРУ, в обход ВЧРП;
- для безостановочной работы системы в случае неисправности головного выключателя вводного КРУ, когда оператору потребуются переключить ЭД на работу от сети через выключатель прямого пуска (пример приведен на рис. 2.13).

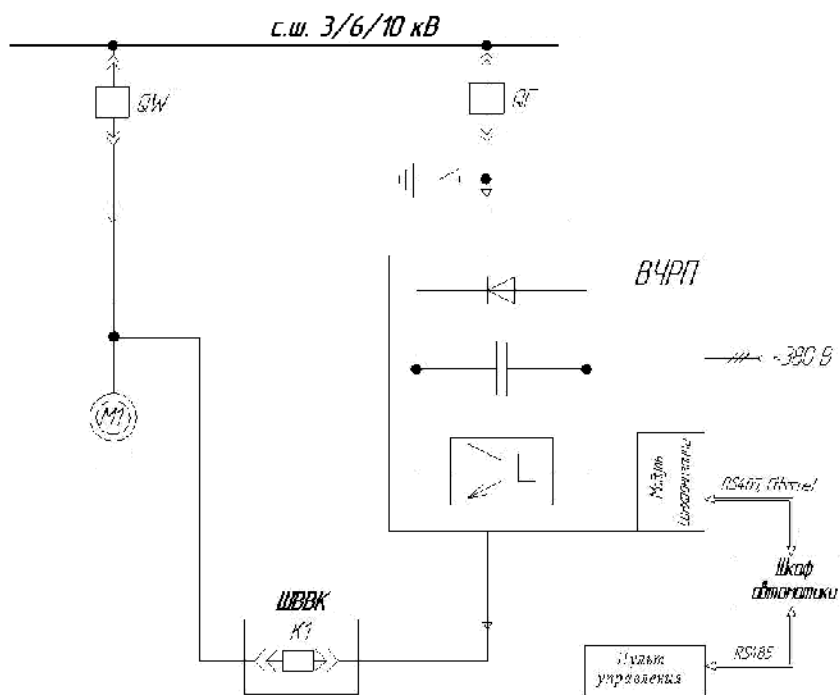


Рисунок 2.13 – Пример управления ЭД от ВЧРП с отдельным подключением к секции шин питания

2.3.4.2.4 Работа с несколькими приводными ЭД при помощи КРУ проектируется по запросу заказчика для каждого отдельного случая в соответствии с однолинейной схемой и особенностями работы.

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № д/дл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

2.3.4.2.5 Режим самозапуска с автоподхватом ЭД после глубоких (ниже 75 %) провалов или перерывов напряжения питания в системе электроснабжения длительностью до 6 с позволяет отследить скорость вращения ЭД и начать пуск в соответствии с полученными данными.

2.3.4.2.6 Режим пуска приводного ЭД с предварительным динамическим торможением (постоянным током) до подачи команды на запуск применяется к вентиляторам (если существует возможность обратного вращения отключенного вентилятора) и насосам (при работе насоса с загрязненной вязкой жидкостью) во избежание броска пускового тока.

2.3.5 Порядок и правила перевода ВЧРП с одного режима работы на другой с указанием необходимого для этого времени

2.3.5.1 Разгон приводного ЭД до заданной скорости с последующим безударным синхронизированным переводом на сеть заключается в реализации следующего алгоритма:

- вначале ЭД запускается от ВЧРП в регулируемом режиме и разгоняется до заданной скорости;

- по команде, поступившей от внешнего управляющего контроллера, происходит синхронизация напряжений на входе и выходе, в течение которой замыкается коммутационный аппарат во внешней цепи (при этом поступает команда на размыкание выходного контактора);

- в течение времени 300 мс оба коммутационных аппарата – на выходе ВЧРП и во внешней цепи – будут замкнуты, благодаря чему происходит безударный перевод питания ЭД на сеть;

- при замыкании коммутационного аппарата на стороне сети ВЧРП останавливается, команда на его запуск снимается, размыкается выходной коммутационный аппарат, и ЭД продолжает работать напрямую от сети.

2.3.5.2 Режим самозапуска с автоподхватом ЭД включается только в случае провала или перерыва напряжения питания. Данный режим активируется автоматически, в зависимости от заранее установленных настроек:

- при провале напряжения питания ВЧРП продолжает работу без момента в течение времени до 500 мс без ИБП;

- при установленных параметрах СУМЗ в случае восстановления подачи высокого напряжения самозапуск ВЧРП с автоподхватом ЭД возможен в течение указанного времени (от 2,5 до 6 с);

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
60

– если время от провала высокого напряжения до его восстановления превышает установленное значение, при восстановлении подачи силового напряжения питания самозапуск ВЧРП с автоподхватом ЭД запрещается, и идет останов свободным выбегом.

2.3.5.3 Режим предварительного динамического торможения приводного ЭД осуществляется следующим образом:

– до подачи высокого напряжения ВЧРП, подключенный к ЭД, по сигналу наводимого напряжения на выходе определяет, имеется ли обратное вращение ЭД;

– при определении обратного вращения ЭД на дискретный вход ВЧРП поступает сигнал, и происходит импульсная подача от ВЧРП на обмотку статора ЭД тока с частотой, близкой к нулю, в результате чего ЭД будет тормозиться;

– запуск ВЧРП в работу возможен только при отсутствии на дискретном входе сигнала об обратном вращении ЭД.

2.3.6 Порядок приведения ВЧРП в исходное состояние

Перевод приводного ЭД, работающего от сети, в режим управления от ВЧРП, заключается в реализации следующего алгоритма:

– включается головной выключатель ВЧРП, если он не был включен до этого (при этом питание на СУМЗ подается постоянно);

– после подачи на вход силового напряжения и заряда конденсаторов на стороне постоянного тока СЯ появляется состояние «Готовность»;

– от внешнего управляющего контроллера поступает команда на перевод приводного ЭД на работу от ВЧРП, после чего в СУМЗ появляется состояние «Подхват ЭД» (при этом поступает команда на замыкание выходного коммутационного аппарата);

– начинается синхронизация напряжений на входе и выходе, в течение которой замыкается выходной коммутационный аппарат;

– по завершении синхронизации поступает команда на размыкание коммутационного аппарата на стороне сети;

– ВЧРП запускается (при изменении напряжения или при размыкании коммутационного аппарата на стороне сети), после чего появляется состояние «Работа», и ЭД безударно переводится на регулирование напрямую от ВЧРП.

2.3.7 Порядок выключения изделия, содержание и последовательность осмотра ВЧРП после окончания работы

2.3.7.1 Для отключения ВЧРП необходимо соблюдать следующую последовательность действий:

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

1) Перевести переключатели «Пуск/Стоп» и «Разрешение работы» в разомкнутое положение (при этом ЭД начнет останавливаться свободным выбегом).

2) Отключить подвод внешнего высокого напряжения питания (~3/6/10 кВ).

При отключении питания силовой части необходимо соблюдать надлежащие меры безопасности для предотвращения ложного пуска. Следует убедиться, что сигнальные лампы на индикаторе напряжения выключились.



Следует помнить, что после отключения ВЧРП ПСТ в течение некоторого времени имеет высокую температуру, поэтому не следует открывать двери ШТ до остановки вентиляторов охлаждения.

3) Ключом открыть замок на двери секции управления, после чего открыть дверь.
4) Отключить автоматические выключатели питания СУМЗ и цепей охлаждения.
5) Отключить подвод внешнего напряжения питания СУМЗ (~380 В), после чего убедиться, что на провода питания, подводимые к секции управления, не находятся под напряжением.

6) По прошествии не менее 10 мин разрешается ключом открыть задвижки на дверях ШИ и открыть двери.

7) Открыв двери ШИ, необходимо убедиться, что все светодиодные индикаторы внутри СЯ выключены.

8) После остановки вентиляторов охлаждения разрешается ключом открыть задвижки на дверях ШТ и открыть двери.

9) Требуется проверить напряжение на входных и выходных силовых шинах, чтобы убедиться в его отсутствии.

10) Следует заземлить входные и выходные силовые шины, соединив их с шинами заземления силовой части.

11) После выполнения всех указанных условий разрешается начать осмотр и/или техническое обслуживание.



2.3.7.2 При осмотре ВЧРП после завершения работы следует:

- обратить внимание на отсутствие на стенках шкафов и установленных элементах следов от горения или искрения;
- тщательно обследовать силовые провода внутри ШТ и ШИ и убедиться, что они закреплены стяжками и не имеют следов повреждений изоляции или царапин;
- обратить особое внимание на отсутствие повреждения изоляции обмоток ПСТ.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.
Подп. и дата	Взам. инв. №
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

2.3.8 Меры безопасности при использовании ВЧРП по назначению

Меры безопасности указаны в тексте выделены знаками  и  (см. введение и весь текст РЭ).

2.4 Действия в экстремальных ситуациях

2.4.1 Действия при пожаре в ВЧРП на различных этапах использования

2.4.1.1 При возникновении искрения или задымления внутри ВЧРП или при появлении открытого огня, прежде всего, необходимо обесточить ВЧРП, отключив питающие напряжения силовой части ~3/6/10 кВ и цепей управления ~380 В. Если имеется возможность, предварительно следует вывести ВЧРП из рабочего состояния путем размыкания переключателя «Разрешение работы».

2.4.1.2 О произошедшем возгорании (задымлении) следует немедленно оповестить пожарную охрану или ответственное лицо по пожарной безопасности организации.

2.4.1.3 Провести экстренную эвакуацию обслуживающего персонала и других лиц, находящихся в зоне опасности.

2.4.1.4 Организовать тушение силами дежурных до прибытия пожарной охраны. Тушение необходимо производить в соответствии с действующей инструкцией по пожарной безопасности организации, руководствуясь правилами тушения пожаров на электроустановках свыше 1000 В.

2.4.1.5 Сообщить изготовителю или уполномоченной организации о произошедшем возгорании (задымлении) с перечислением всех условий использования ВЧРП до воспламенения (задымления).

2.4.2 Действия при отказах систем ВЧРП, способных привести к возникновению опасных аварийных ситуаций

2.4.2.1 Преобразователи частоты серии ВЧРП относятся к оборудованию среднего/высокого напряжения, которое должно эксплуатироваться с особой осторожностью, поэтому ненадлежащие условия эксплуатации, отказ любого устройства, либо пропадание напряжения питания в любой цепи может привести к возникновению опасной аварийной ситуации и повлечь выход оборудования из строя.

2.4.2.2 Формулировки отказов систем ВЧРП, способных привести к возникновению особо опасных аварийных ситуаций, и действия по их устранению приведены в табл. 2.4 и обозначены состояниями «Авария, тип 2».

2.4.3 Действия при попадании в аварийные условия эксплуатации

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
63



Запрещается использование ВЧРП в условиях концентраций коррозионных газов, превышающих указанные в таблице 1.2.

Если ВЧРП используется в условиях наличия коррозионных газов, срок эксплуатации комплектующих может значительно уменьшиться.

В том случае, если предельная температура окружающей среды при эксплуатации ВЧРП будет превышать $+40^{\circ}\text{C}$, следует учитывать уменьшение выходного тока на 2,5 % на каждый 1°C .

При этом необходимо соблюдение значения среднегодовой рабочей температуры окружающей среды в пределах от $+1^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$.

2.4.3.1 Для исключения аварийных ситуаций необходимо строго соблюдать требования текущего РЭ на ВЧРП.

2.4.3.2 При попадании кого-либо под напряжение обслуживающий персонал обязан немедленно остановить работу, освободить пострадавшего от напряжения, принять меры по оказанию первой медицинской помощи и как можно скорее поставить в известность лицо, ответственное за безопасность, а также инженерно-технического работника, ответственного за содержание ВЧРП в исправном состоянии. При этом обслуживающий персонал должен обеспечивать сохранность обстановки аварии или несчастного случая до прибытия ответственных лиц, если это не представляет опасности для жизни и здоровья людей. Руководитель организации обязан в течение суток сообщить о происшествии в орган Ростехнадзора и обеспечить сохранность обстановки аварии или несчастного случая до прибытия представителя органа Ростехнадзора, если это не представляет опасности для жизни и здоровья людей.

2.4.3.3 При попадании сверху жидкости (атмосферных осадков) внутрь включенного ВЧРП следует немедленно остановить работу и обесточить ВЧРП, отключив питающие напряжения силовой части $\sim 3/6/10$ кВ и цепей управления ~ 380 В. По прошествии времени разряда конденсаторов требуется открыть двери ШТ и ШИ и принять меры по просушке внутренностей шкафов от жидкости:

- ПСТ следует прогреть тепловой пушкой в течение не менее чем 12 ч;
- залитые СЯ следует извлечь, удалить влагу с помощью ветоши, продуть феном, не поднося его близко к платам, после чего окончательно просушить до полного высыхания капель жидкости.

2.4.4 Действия при экстренной эвакуации обслуживающего персонала

2.4.4.1 В том случае, если существует реальная угроза жизни и здоровью,

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

обслуживающий персонал обязан немедленно оповестить всех людей, находящихся в помещении установки, и, по возможности, обеспечить их эвакуацию из помещения.

2.4.4.2 Кроме того, обслуживающий персонал должен, по возможности, принять следующие меры:

- отключить ВЧРП от питающих напряжений, в соответствии с инструкциями, принятыми в организации, эксплуатирующей ВЧРП;
- эвакуироваться с места, представляющего опасность для жизни человека;
- незамедлительно оповестить ответственных лиц о произошедшей чрезвычайной ситуации в соответствии с нормативными документами и внутренним распорядком организации.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	БКЖИ.674.712.142РЭ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 ТО и проверка оборудования являются эффективными средствами предотвращения случайных аварий ВЧРП. Для более эффективного проведения ТО рекомендуется регулярно вести и сохранять листы контрольных проверок, записи изменений в характеристиках и проверки работы устройств. Эти меры также могут помочь избежать аварий или разобраться в причинах случившихся аварий.

3.1.2 ТО и проверка оборудования включают в себя ежедневные осмотры и регулярное обследование оборудования. С целью предотвращения ранних отказов в первые 6 мес. после ввода ВЧРП в эксплуатацию проверки рекомендуется проводить ежедневно и подробно. В дальнейшем проверки должны проводиться в сроки, указанные в таблице 3.1, с целью изучения и анализа состояния износившихся комплектующих частей.

3.1.3 При использовании ВЧРП сохранение оптимальных условий работы оборудования в течение максимального срока возможно при выполнении требований:

- правильная установка ВЧРП;
- соблюдение всех указаний по эксплуатации;
- проведение соответствующих ежедневных и регулярных проверок и осмотров согласно графику ТО.

3.1.4 Требования к составу и квалификации обслуживающего персонала



Помимо технических, необходимо также применять организационные меры по обеспечению безопасности персонала, проводящего ТО.

При проведении ТО персонал в целях безопасности должен носить защитную обувь и работать одной рукой.

3.1.4.1 К проведению ТО ВЧРП допускается только квалифицированный персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже III, ознакомленный с принципом действия ВЧРП и изучивший техническую документацию в полном объеме.

3.1.4.2 ТО в полном объеме должно проводиться сертифицированными специалистами со стороны изготовителя или уполномоченной организации, которых следует вызвать на объект эксплуатации ВЧРП по запросу от заказчика.

3.1.5 Требования к ВЧРП, направляемому на ТО

3.1.5.1 В связи с тем, что ВЧРП являются крупногабаритными изделиями, их не направляют на ТО целиком.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЖИ.674.712.142РЭ	Лист 66
------	------	----------	-------	------	--------------------	------------

3.1.5.2 В отдельных случаях может потребоваться направить изготовителю на ТО элементы системы управления и/или СЯ.

3.1.5.3 При направлении на ТО элементов управления следует отсоединить их от схемы, заменить аналогичными из ЗИП (при наличии), после чего поместить лицевой стороной вниз в антистатическую упаковку (в которую упаковываются элементы из ЗИП) и вложить в коробку. Элемент может быть направлен изготовителю в таком виде.

3.1.5.4 При направлении на ТО СЯ следует отсоединить ее от схемы, извлечь, заменить на новую из состава ЗИП, упаковать в деревянный ящик, закрыть его, а затем обернуть экранирующим покрытием. СЯ следует направить изготовителю в таком виде.

3.2 Меры безопасности



При проведении ТО обслуживающий персонал обязан руководствоваться требованиями, изложенными в ПУЭ, и соблюдать меры предосторожности, на которые указывают специальные предупредительные знаки и наклейки снаружи и внутри шкафов.

Категорически запрещается приступать к работам по ТО или осмотру ВЧРП, если извне подводится силовое напряжение. Для гарантированного отключения высокого напряжения необходимо обеспечить видимый разрыв цепи питания ВЧРП.

ТО или замену какого-либо элемента в силовой части следует проводить только после отключения силового напряжения и вывода ВЧРП в ремонт. Также требуется подождать не менее 10 мин до открытия дверей шкафов.

Прежде чем прикасаться к элементам внутри шкафов, необходимо убедиться, что на конденсаторах внутри СЯ отсутствует остаточный заряд (светодиоды на платах не светятся), а поверхности ПСТ, СЯ и реакторов (при их наличии) не горячие.

3.3 Порядок технического обслуживания ВЧРП

3.3.1 Подготовка к обследованию и проведению ТО требует полного отключения ВЧРП и осуществляется в следующей последовательности (также см. п. 2.3.7.1):

- остановить работу ВЧРП размыканием тумблеров «Пуск/Стоп» и/или «Разрешение работы»;
- отключить подвод силового напряжения;
- дождаться остановки охлаждающих вентиляторов;

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

- отключить автоматы питания системы управления;
- отключить автомат питания системы охлаждения;
- проверить наличие остаточного заряда на конденсаторах СЯ;
- убедиться в отсутствии напряжения и проверить электрические соединения.

Полный регламент проведения осмотров и ТО представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Регламент проведения осмотров и ТО

Пункт РЭ	Наименование объекта осмотра и ТО	Сроки проведения осмотра или ТО				Примечание
		Кажд. неделю	Раз в 1 мес.	Раз в 6 мес.	Раз в 12 мес.	
1	Проверка условий эксплуатации	+*	+	–	–	Следует выполнять еженедельно (* – первые 6 месяцев)
2	Проверка акустики при работе ВЧРП	+*	+	–	–	
3	Проверка следов горения	+*	+	–	–	
4	Поддержание чистоты в помещении эксплуатации ВЧРП	+	–	–	–	От раза в месяц до раза в 6 месяцев
5	Очистка поверхностей внутри шкафов	–	+	+	–	
6	Проверка выпцветания поверхностей, повреждений и утечек силовых цепей	–	+	+	–	От раза в 6 месяцев до раза в год
7	Проверка и очистка плат управления	–	–	+	+	
8	Проверка изоляции проводов	–	–	+	+	
9	Проверка крепежных соединений	–	–	+	+	
10	Проверка работы охлаждающих вентиляторов	–	–	+	+	От раза в месяц до раза в год
11	Проверка и очистка (замена) воздушных фильтров на дверях	–	+	+	+	
12	Полная проверка силовых частей цепей и всего шкафа	–	+	+	+	

3.3.2 В соответствии с регламентом проведения осмотров и ТО подробный перечень работ на ВЧРП отражены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Подробный перечень работ, проводимых на ВЧРП

Наименование работы	Кто выполняет	Средства измерений, вспомогательные технические устройства и материалы	Контрольные значения параметров
1 Проверка условий эксплуатации	Обслуживающий персонал	Термометр, пигрометр, газоанализатор	Отсутствие недопустимых температуры, влажности, коррозионных газов
2 Проверка акустики при работе ВЧРП	Обслуживающий персонал	Визуальный контроль	Отсутствие странных шумов или вибрационных колебаний вентиляторов, трансформаторов, реактора и т.д.
3 Проверка следов горения	Обслуживающий персонал	Визуальный контроль	Отсутствие запаха горячей изоляции, неприятных запахов от устройств внутри ВЧРП

Изм. № подл. / Взам. инв. № / Инв. № докл. / Подп. и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
68

Продолжение таблицы 3.2

Наименование работы	Кто выполняет	Средства измерений, вспомогательные технические устройства и материалы	Контрольные значения параметров
4 Поддержание чистоты в помещении эксплуатации ВЧРП	Обслуживающий персонал	Водный раствор с нейтральным моющим средством или моющий пылесос	Низкая концентрация пыли в месте установки ВЧРП, отсутствие токопроводящей пыли
5 Очистка поверхностей внутри шкафов	Обслуживающий персонал	Пылесос с мягким пластиковым наконечником, ветошь	Отсутствие пыли на полах шкафов и на внутренних поверхностях шкафов
6 Проверка выцветания поверхностей, следов повреждений и утечек силовых цепей	Сертифицированный специалист со стороны изготовителя или уполномоченной организации (далее – сертифицированный специалист)	Визуальный контроль, светодиодный фонарь, мультиметр	Отсутствие искаженных цветов и следов повреждений на силовых устройствах, проверка утечек на резисторах, реакторе, конденсаторах, трансформаторах и т.д.
7 Проверка и очистка плат управления	Обслуживающий персонал/ Сертифицированный специалист	Визуальный контроль, светодиодный фонарь, антистатические перчатки, фен с режимом холодной продувки (для продувки с безопасного расстояния сжатым воздухом), спирто-бензиновая смесь, кисточка с мягким ворсом	Отсутствие повреждений на конденсаторах, резисторах. Отсутствие участков с измененными цветами, деформации, следов загрязнения, повреждения napаянных деталей на платах
8 Проверка изоляции проводов	Обслуживающий персонал/ Сертифицированный специалист	Визуальный контроль, светодиодный фонарь, диэлектрические перчатки, мегомметр	Отсутствие повреждений и измененного цвета изоляции вследствие нагревания или коррозии
9 Проверка крепежных соединений	Обслуживающий персонал/ Сертифицированный специалист	Визуальный контроль, светодиодный фонарь, набор отверток, комплект динамометрических ключей	Отсутствие смещения меток на болтах электрических соединений силовых цепей
10 Проверка работы охлаждающих вентиляторов	Сертифицированный специалист	Мультиметр, набор отверток, комплект динамометрических ключей, лист бумаги,	Нормальный воздушный поток (проверяется листом, приложенным к дверной решетке), отсутствие шумов при работе, затянутые болтовые соединения
11 Проверка и очистка (замена) воздушных фильтров на дверях	Обслуживающий персонал/ Сертифицированный специалист	Визуальный контроль, водный раствор с нейтральным моющим средством/резервные фильтры	Удаление пыли и грязи, либо полная замена всех фильтров
12 Полная проверка силовых частей цепей и всего шкафа	Обслуживающий персонал/ Сертифицированный специалист	Визуальный контроль, светодиодный фонарь, набор отверток, мультиметр, антистатические перчатки, стяжки, спирто-бензиновая смесь, ветошь	Отсутствие участков с измененным цветом, выделением тепла, странными шумами, или запахами. Плотное соединение проводов, предохранителей, конденсаторов и резисторов. Отсутствие повреждений, потерянных деталей, отсоединений.

Инв. № подл. / Взам. инв. № / Инв. № дубл. / Подп. и дата

Изм. / Лист / № докум. / Подп. / Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Лист
69

3.4 Техническое освидетельствование

Преобразователи частоты серии ВЧРП и установленное в них оборудование техническому освидетельствованию не подлежат. При всех возникающих вопросах следует обращаться к изготовителю или уполномоченной организации.

3.5 Консервация (расконсервация, переконсервация) ВЧРП

3.5.1 Преобразователи частоты серии ВЧРП относятся к изделиям из черных и цветных металлов и неметаллических материалов с точно обработанными поверхностями, движущимися деталями, электронными и оптическими устройствами, поэтому к ним применяются варианты защиты для III группы изделий по ГОСТ 9.014.

3.5.2 Для консервации шкафов ВЧРП применяются варианты защит, общие для групп III-2 «Электротехнические изделия» и III-3 «Изделия электронной техники».

3.5.2.1 Для полной консервации шкафов ВЧРП применяются варианты защит ВЗ-4, ВЗ-10, ВЗ-15 и ВЗ-16.

3.5.2.2 Для частичной консервации шкафов ВЧРП применяются варианты защит ВЗ-1 и ВЗ-2.

3.5.3 Поскольку преобразователи частоты серии ВЧРП относятся к сложным изделиям, имеющим в своем составе различные конструкционные материалы и покрытия, допускается применять комбинированные методы консервации (ВЗ-1 или ВЗ-2 с ВЗ-15; ВЗ-1 или ВЗ-2 с ВЗ-10; ВЗ-10 с ВЗ-15 и т.п.) или различные варианты защиты для отдельных частей изделия.

3.5.4 При выборе варианта и средства защиты от коррозии следует учитывать выбранный тип упаковки для обеспечения срока сохранения изделия в упаковке изготовителя не менее одного года.

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № докл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
70

4 Текущий ремонт

4.1 Текущий ремонт изделия

4.1.1 Общие указания

4.1.1.1 Текущий ремонт ВЧРП проводится в случае выявления при ТО или осмотре следующих неполадок:

- выхода из строя, поломки или отказа какого-либо устройства;
- наличия повреждений на каком-либо устройстве;
- попадания влаги внутрь шкафов ВЧРП;
- возникновения неисправимой критической аварии при отклонении какого-либо параметра от нормы.

4.1.1.2 Преобразователи серии ВЧРП имеют встроенную функцию системной самодиагностики, благодаря которой статус ВЧРП сохраняется в момент до и после каждой аварии. Система самодиагностики ВЧРП позволяет определить место возникновения неисправности в преобразователе на уровне функциональных блоков. Благодаря этому, можно выяснить причину неполадки и принять решение о способе ее устранения.

4.1.1.3 При текущем ремонте следует попытаться устранить дефекты, выявленные при ТО или осмотре, на месте эксплуатации ВЧРП, либо выяснить, какие элементы или устройства требуют замены или текущего ремонта силами изготовителя.

4.1.1.4 Кроме того, для поддержания работы ВЧРП в течение длительного срока эксплуатации важно вовремя заменять некоторые компоненты, характеристики которых могут ухудшаться, т.е. выполнить «предупредительный ремонт». В таблице 4.1 указан перечень таких компонентов, а также приведены сроки их предупредительного ремонта.

Таблица 4.1 – Перечень компонентов для предупредительного ремонта

Компонент		Срок замены	Примечания
Воздушные фильтры на дверях шкафов		6 месяцев	Можно также прочистить
Охлаждающий вентилятор		5 лет	
Источник питания ГПУ +5, +12 В		15 лет	
Конденсаторы в звене постоянного тока СЯ	Электролитические	10 лет	
	Пленочные	20 лет	

4.1.1.5 Текущий ремонт устройств автоматики проводится на месте эксплуатации ВЧРП только в том случае, если данные устройства не были поставлены в комплекте ЗИП,

Инд. № подл. Подп. и дата
Инд. № докум.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инд. № подл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
71

закупленном вместе с ВЧРП.

4.1.1.6 Текущий ремонт всех плат управления может быть осуществлен только в условиях ремонтных органов изготовителя. Заказчик должен иметь ввиду, что, во избежание простоя технологического оборудования, сопряженного с ВЧРП, вкупаемый комплект ЗИП рекомендуется включить все платы управления и одну СЯ.

4.1.2 Меры безопасности

При осуществлении текущего ремонта необходимо соблюдать те же самые меры безопасности, что и при проведении ТО (см. п. 3.2).

4.2 Текущий ремонт составных частей изделия

Наиболее полный перечень неисправностей и отказов с указанием причин возникновения и рекомендаций по устранению приведен в таблице 4.2 (см. также таблицу 2.4).

Таблица 4.2 – Текущий ремонт составных частей ВЧРП

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Возбудитель не запущен (тревога)	Работа ВЧРП может быть начата, но нет сигнала работы от возбудителя	На вход СУМЗ ВЧРП не поступил сигнал работы от возбудителя СД	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Возбудитель не запущен»	Проверить причину отсутствия сигнала работы от возбудителя
Выход разомкнут (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но нагрузка на выходе отсутствует	Обратная связь по току стала равной или ниже 12,5 % от задания тока. В цепи нагрузки может быть обрыв	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Выход разомкнут»	1) Убедиться, что выходное КРУ включено. 2) Проверить состояние клемм токовых сигналов на ПТУ. 3) Проверить состояние ЭД и нагрузки
Истеч. врем. перев. на сеть (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но перевод ЭД на сеть не был осуществлен	Перевод ЭД на сеть не выполнен за заданное время	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Истеч. врем. перев. на сеть»	1) Проверить выключатель на стороне сети. 2) Проверить выключатель на выходе ВЧРП. 3) Проверить параметры перевода на сеть через МПУ
Местная тревога шкафа возбудителя (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но какой-то из параметров возбудителя отклонился от нормы	На вход СУМЗ ВЧРП поступил сигнал местной тревоги от возбудителя СД	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Местная тревога шкафа возбудителя»	Проверить причину появления сигнала тревоги от возбудителя

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докум.
Изм. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Не установл. МТЗ (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но МТЗ в случае аварии по току не сработает	Уставка МТЗ не задана, либо задана неверно	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Не установл. МТЗ»	Проверить уставку МТЗ и исправить ее вручную
Несим. силов. напряж. (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но СУМЗ зафиксировала дисбаланс напряжений фаз	Дисбаланс входных фазных напряжений превысил порог уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Несим. силов. напряж.»	Проверить уровни фазных напряжений на входе ВЧРП
Неудача автонастройки (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но СУМЗ не выполнила автонастройку под параметры ЭД	Автонастройка параметров ЭД не выполнена	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Неудача автонастройки»	Ввести необходимые параметры ЭД вручную
Обрыв аналог. входа (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но сигнал по аналоговому входу/выходу не поступает	Произошел обрыв кабеля аналогового входа/выхода	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Обрыв аналог. входа»	С помощью мультиметра проверить провода, по которым передается аналоговый сигнал
Обрыв фазы СЯ (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но определен обрыв фазы на входе одной из СЯ (кратковременно)	Напряжение на одной из входных фаз СЯ отсутствует	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Обрыв фазы СЯ»	Остановить работу ВЧРП и проверить провода, идущие от ПСТ к СЯ
Обрыв вх. фазы СЯ XN (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но определен обрыв фазы на входе СЯ № N в фазе X (кратковременно)	Напряжение на входе СЯ № N в фазе X отсутствует	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Обрыв вх. фазы СЯ XN»	
Огранич. момента (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но момент нагрузки превысил максимальный момент ЧРП	В процессе регулирования произошел резкий наброс нагрузки	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Огранич. момента»	1) Если эта тревога возникает временно, на нее не следует реагировать. 2) Проверить наброс нагрузки. 3) Проверить входное напряжение.
Отсутствует питание 24 В (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но питание 24 В в секции управления по одному из каналов потеряно	В секции управления один из источников питания 24 В вышел из строя, но второй работает исправно	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Отсутствует питание 24 В»	Проверить аварийный источник питания 24 В

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Отсутствует питание цепей управления шкафа байпаса (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но безударный перевод ЭД на сеть невозможен	Потеряно питание цепей управления в шкафу байпаса	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Отсутствует питание цепей управления шкафа байпаса»	Проверить причину про опадания питания цепей управления в шкафу байпаса
Переполн. параметра (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но СУМЗ определила переполнение параметра	Определено переполнение одного из параметров	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Переполн. параметра»	Проверить параметр и установить, с чем связано переполнение
Потеря аналогового сигнала (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но сигнал по аналоговому входу/выходу не поступает	1) Произшел обрыв кабеля аналогового входа/выхода. 2) Сигнал от АСУ на ВЧРП отсутствует. 3) Значение сигнала задания от АСУ меньше необходимого	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Потеря аналогового сигнала»	1) С помощью мультиметра проверить провода, по которым передается аналоговый сигнал. 2) С помощью мультиметра проверить наличие и величину аналогового сигнала, поступающего от АСУ
Потеря сигнала энкодера (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но режим управления ВЧРП изменен с датчикового на бездатчиковый	Сигнал по одному из каналов энкодера потерян	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Потеря сигнала энкодера»	1) Проверить, не произошло ли отсоединение проводов энкодера. 2) Проверить состояние каналов энкодера
Потерян сигнал температуры обмоток трансформатора (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но сигнал от термоконтроллера ПСТ потерян	1) Отсутствует питание термоконтроллера ПСТ. 2) Термоконтроллер ПСТ вышел из строя. 3) Кабели датчиков отключились	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Потерян сигнал температуры обмоток трансформатора»	1) Проверить напряжение питания термоконтроллера ПСТ. 2) Заменить термоконтроллер ПСТ. 3) Проверить кабели подключения датчиков

Изм. № подл. / Взам. инв. № / Инв. № докл. / Подп. и дата

Изм. / Лист / № докум. / Подп. / Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Лист
74

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Превышение температуры обмоток возбуждителя (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но имеется незначительный перегрев обмоток возбуждителя	Зафиксировано повышение температуры возбуждителя до порога уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Превышение температуры обмоток возбуждителя»	Проверить состояние возбуждителя
Превышение температуры обмоток двигателя (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но имеется незначительный перегрев обмоток ЭД	Зафиксировано повышение температуры ЭД до порога уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Превышение температуры обмоток двигателя»	Проверить состояние системы охлаждения ЭД
Пуск в течение заданного интервала не проходит (тревога)	Работа ВЧРП может быть начата, но сигнал пуска отсутствует	Пуск ВЧРП не выполнен в течение интервала времени подачи сигнала	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Пуск в течение заданного интервала не проходит»	Проверить всю цепь сигнала на запуск ВЧРП
Ручной байпас СЯ XN (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но СЯ № N в фазе X переведена на байпас	СЯ № N в фазе X была вручную переведена на байпас	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ручной байпас СЯ XN»	Установить причину, почему СЯ была переведена на байпас
Сбой питания СЯ (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но при аварии СЯ она не сможет перейти на байпас	Питание платы байпаса СЯ потеряно	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Сбой питания СЯ»	Заменить плату байпаса в СЯ
Сбой питания СЯ XN (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но при аварии СЯ № N в фазе X она не сможет перейти на байпас	Питание платы байпаса СЯ № N в фазе X потеряно	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Сбой питания СЯ XN»	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и поврежденной сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Аварийный стоп	Работа ВЧРП невозможна, пока имеется активное состояние на входе сигнала аварийного останова	Нажата кнопка-грибок аварийного останова на двери, установлен запрет на работу	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Аварийный стоп»	1) Вернуть кнопку-грибок в отжатое положение. 2) Проверить состояние дискретного входа
Аварийный стоп по 24 В	Работа ВЧРП невозможна, пока имеется активное состояние на входе внешнего сигнала аварийного останова	Подан внешний сигнал аварийного останова, установлен запрет на работу	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Аварийный стоп по 24 В»	1) Снять внешний сигнал аварийного останова. 2) Проверить состояние дискретного входа
Тревога по вентилятору (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но определена остановка охлаждающего вентилятора	Сработал контакт электротеплового реле, возможна перегрузка по току	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Тревога по вентилятору»	1) Проверить состояние автомата питания системы охлаждения. 2) Проверить состояние вращения вентиляторов на предмет отсутствия ненормальных шумов, попадания посторонних веществ или возгорания подшипников. 3) Проверить двигатели вентиляторов
Авария вентилятора (с задержкой 5 с)	Работа ВЧРП прекращена из-за остановки охлаждающего вентилятора на ШИ	Определена остановка вентилятора на ШИ в течение определенного времени	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария вентилятора (с задержкой 5 с)»	1) Проверить состояние автомата питания системы охлаждения. 2) Проверить состояние вращения вентиляторов на предмет отсутствия ненормальных шумов, попадания посторонних веществ или возгорания подшипников.
Авария вентилятора реактора	Работа ВЧРП прекращена из-за остановки охлаждающего вентилятора на ШР	Определена остановка вентилятора на ШР в течение определенного времени	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария вентилятора реактора»	3) Проверить двигатели вентиляторов

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист

76

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Авария вентилятора трансформатора	Работа ВЧРП прекращена из-за остановки охлаждающего вентилятора на ШТ	Определена остановка вентилятора на ШТ в течение определенного времени	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария вентилятора трансформатора»	1) Проверить состояние автомата питания системы охлаждения. 2) Проверить состояние вращения вентиляторов на предмет отсутствия ненормальных шумов, попадания посторонних веществ или возгорания подшипников. 3) Проверить двигатели вентиляторов
Авария включения высокого напряжения	Работа ВЧРП прекращена из-за аварии питающей сети (отсутствия напряжения)	В процессе работы ВЧРП зафиксирована потеря высокого напряжения	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария включения высокого напряжения»	1) Проверить силовые подключения 2) Проверить входные цепи определения напряжения
Тревога по возбудителю (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но в цепи возбудителя есть сигнал тревоги	На вход СУМЗ ВЧРП поступил сигнал тревоги от возбудителя СД	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Тревога по возбудителю»	1) Проверить интерфейс возбудителя для получения информации о тревоге. 2) Если на возбудителе отсутствует состояние тревоги, проверить обрыв проводов передачи сигнала тревоги
Авария возбудителя	Работа ВЧРП прекращена из-за неполадок в цепи возбуждения	Магнитный поток СД не достиг заданного значения за установленный период времени	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария возбудителя»	1) Проверить связь с возбудителем. 2) Убедиться, что напряжение и ток на выходе возбудителя достигают номинальных значений при запуске СД
Авария выключателя QS1	Запуск ВЧРП невозможен в связи с отсутствием напряжения на входе	Разъединитель QS1 не включен, в связи с чем подать напряжение на вход невозможно	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ до отключения выводится «Авария выключателя QS1»	1) Включить разъединитель QS1. 2) Заменить разъединитель QS1 (в случае повреждения ножей)

Изм. № подл. / Взам. инв. № / Инв. № докл. / Подп. и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Лист 77

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и поврежденных сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Авария выключателя QS2	Запуск ВЧРП невозможен в связи с отсутствием напряжения на выходе	Разъединитель QS2 не включен, в связи с чем подать напряжение на выход невозможно	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария выключателя QS2»	1) Включить разъединитель QS2. 2) Заменить разъединитель QS2 (в случае повреждения ножей)
Потеряно управление выключателем предзаряда (тревога)	Работа ВЧРП будет прекращена, поскольку выключатель цепи предзаряда не включился	Выключатель цепи предзаряда не реагирует на команду включения	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Потеряно управление выключателем предзаряда»	1) Проверить обратную связь от блок-контакта выключателя цепи предзаряда. 2) Проверить работоспособность выключателя цепи предзаряда
Авария выключателя предзаряда	Работа ВЧРП прекращена, поскольку выключатель цепи предзаряда не включился	Выключатель предзаряда ВЧРП не включился при подаче команды на предзаряд	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария выключателя предзаряда»	
Тревога по температуре выходного реактора (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но определено допустимое превышение температуры выходного реактора	Зафиксировано повышение температуры реактора до порога уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Тревога по температуре выходного реактора»	1) Проверить отсутствие перегрузки. 2) Убедиться, что вентилятор на ШР запущен. 3) Проверить состояние выходного реактора
Авария выходного реактора	Работа ВЧРП прекращена вследствие перегрева выходного реактора	Определен перегрев выходного реактора	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария выходного реактора»	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и поврежденных сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Авария отключения высокого напряжения	Работа ВЧРП должна была быть прекращена, но напряжение на входе осталось	Силовое напряжение по команде отключения не было снято с входа	Входной выключатель не отключился, ВЧРП не был обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария отключения высокого напряжения»	1) Проверить отсутствие фатальных повреждений ВЧРП. 2) Проверить цепь отключения входного выключателя
Авария по понижению входного напряжения	Работа ВЧРП прекращена из-за отсутствия силового напряжения на входе	В процессе работы был зафиксирован провал силового напряжения	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария по понижению входного напряжения»	Проверить силовые подключения и входные цепи определения напряжения
Авария утечки	Работа ВЧРП прекращена вследствие увеличения тока утечки	Ток утечки через металлические части шкафов превысил значение порога уставки аварии	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария утечки»	1) Проверить уровень изоляции проводов силовой части. 2) Проверить отсутствие мест искрения внутри шкафов
Авария цепи предзаряда	Работа ВЧРП прекращена по причине неисправности в цепи предзаряда	После срабатывания QF1 входное напряжение не достигло значения 80 % за заданное время	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Авария цепи предзаряда»	1) Проверить резисторы и контакторы в цепи предзаряда. 2) Проверить напряжение питания цепи предзаряда. 3) Проверить отсутствие аварий входного выключателя. 4) Проверить состояние клемм на ГПУ, куда приходят напряжения от входных ПРДН

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист

79

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Аппаратная МТЗ	Работа ВЧРП прекращена из-за возникновения скачка тока	Цепь определения МТЗ активирована при резком броске тока (аппаратно)	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Аппаратная МТЗ»	1) Проверить отсутствие искажений в кривой тока. 2) Проверить отсутствие замыкания кабелей ЭД на землю. 3) Проверить, что параметр «Номин. вых. ток» на МПУ задан правильно.
Байпас СЯ (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но показано, что одна из СЯ переходит в режим байпаса	Одна из СЯ перешла в режим байпаса из-за аварии	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Байпас СЯ»	Как можно скорее заменить аварийную СЯ
Байпас СЯ	Работа ВЧРП продолжается, но показано, что байпас одной из СЯ включен из-за аварии		ВЧРП работает, но должен быть остановлен. На странице «Журнал» МПУ выводится «Байпас СЯ»	
Байпас СЯ XN (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но показано, что СЯ № N в фазе X переходит в режим байпаса	СЯ № N в фазе X перешла в режим байпаса из-за аварии	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Байпас СЯ XN»	
Байпас СЯ XN	Работа ВЧРП продолжается, но показано, что байпас СЯ № N в фазе X включен из-за аварии		ВЧРП должен быть остановлен. На странице «Журнал» МПУ выводится «Байпас СЯ XN»	
Блокировка по МТЗ	Работа ВЧРП прекращена в связи с тем, что в СЯ был определен резкий скачок тока	Затворы IGBT заблокированы из-за превышения тока	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Блокировка по МТЗ»	1) Проверить отсутствие искажений в кривой тока в процессе работы. 2) Проверить целостность и исправность цепей аварийной СЯ
Ведомый1/2/3 отключен	На дисплее МПУ выводится авария, которая не сбрасывается даже после перезапуска СУМЗ	Ведомый ВЧРП отключился из-за ошибки ГПУ	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ведомый1/2/3 отключен»	Заменить плату ГПУ платой из ЗИП, а вышедшую из строя плату направить изготовителю

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Вентилятор охлаждения двигателя	Работа ВЧРП прекращена вследствие остановки вентилятора охлаждения ЭД	Остановка вентилятора охлаждения ЭД в течение времени, заданного таймером	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Вентилятор охлаждения двигателя»	Проверить состояние вентилятора охлаждения ЭД
Шкаф возбудителя не готов (тревога)	ВЧРП не может быть запущен в работу, поскольку нет готовности от возбудителя	На вход СУМЗ ВЧРП не поступил сигнал готовности от возбудителя СД	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Шкаф возбудителя не готов»	1) Проверить связь с возбудителем. 2) Проверить состояние возбудителя
Возбудитель не готов	Работа ВЧРП невозможна из-за неполадок в цепи возбудителя	Не поступило/ потеряно состояние готовности возбудителя	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Возбудитель не готов»	
Задер. остат. намагнич.	В процессе торможения ЭД спад намагничивания продолжался слишком долго	Время остаточного затухания намагничивания ЭД оказалось чересчур велико	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Задер. остат. намагнич.»	1) Проверить, рассчитан ли ЭД на совместную работу с ВЧРП. 2) Проверить состояние ЭД
Заклинивание вала (тревога)	Работа ВЧРП будет прекращена, поскольку определено заклинивание вала ЭД	Произошел наброс значительной нагрузки с понижением частоты до нуля	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Заклинивание вала»	Проверить состояние нагрузки
Заклинивание вала	Работа ВЧРП прекращена по причине определения заклинивания	Произошел наброс значительной нагрузки с понижением частоты до нуля	ВЧРП отключен. На странице «Журнал» МПУ выводится «Заклинивание вала»	Проверить состояние нагрузки
Запуск запрещен	ВЧРП не будет запущен, пока не исчезнет сигнал внешней блокировки	Состояние внешнего сигнала блокировки дает запрет работы	ВЧРП не запущен. На странице «Журнал» МПУ выводится «Запуск запрещен»	Проверить причину запрета запуска

Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата
--------------	---------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Качание на ХХ	Работа ВЧРП прекращена из-за неустойчивой работы ЭД на ХХ	В ЭД присутствует несоосность вала, которая привела к возникновению колебаний	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Качание на ХХ»	Проверить механическую часть ЭД на предмет наличия несоосности или небаланса
КЗ на вторичных обмотках	ВЧРП отключен по причине наличия КЗ на вторичных обмотках ПСТ	Система интеллектуальной защиты определила наличие КЗ на обмотках ПСТ	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «КЗ на вторичных обмотках»	1) Проверить выводы вторичных обмоток ПСТ на предмет наличия замыкания. 2) Проверить провода, идущие от ПСТ к СЯ на целостность. 3) Проверить входные цепи СЯ
МТЗ на входе (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но на входе определен бросок тока	Токи в цепях входных трансформаторов тока резко возросли	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «МТЗ на входе»	Проверить отсутствие искажений в кривой входного тока в процессе работы.
МТЗ по входу	Работа ВЧРП прекращена из-за резкого броска тока на входе		Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «МТЗ по входу»	1) Проверить отсутствие искажений в кривой входного тока в процессе работы. 2) Проверить, не произошло ли замыкания кабелей входной цепи друг на друга или на землю
МТЗ силовой ячейки	Работа ВЧРП прекращена в связи с тем, что в СЯ был определен резкий скачок тока	В СЯ сработало определение МТЗ программными средствами	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «МТЗ силовой ячейки»	1) Проверить отсутствие искажений в кривой тока в процессе работы. 2) Проверить целостность и исправность цепей аварийной СЯ. 3) Заменить ПДЯ в СЯ. 4) Заменить СЯ

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
МТЗ СЯ (аппаратн.)	Работа ВЧРП прекращена в связи с тем, что в СЯ был определен резкий скачок тока	Аппаратные средства в СЯ определили чрезмерный рост тока IGBT	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «МТЗ СЯ (аппаратн.)»	1) Проверить отсутствие искажений в кривой тока в процессе работы. 2) Проверить целостность и исправность цепей аварийной СЯ 3) Заменить ПДЯ в СЯ. 4) Заменить СЯ
МТЗ (аппаратн.) СЯ XN	Работа ВЧРП прекращена в связи с тем, что в СЯ № N в фазе X был определен резкий скачок тока	Аппаратные средства в СЯ № N в фазе X определили чрезмерный рост тока IGBT	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводятся «МТЗ (аппаратн.) СЯ XN» и/или «Блокировка по МТЗ СЯ XN»	Заменить СЯ
Блокир. по МТЗ СЯ XN		Затворы IGBT СЯ № N в фазе X заблокированы из-за превышения тока		
Нажата кнопка аварийного останова	Работа ВЧРП невозможна, пока нажата кнопка-грибок на двери секции управления	Нажата кнопка-грибок аварийного останова на двери, установлен запрет на работу	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Аварийный стоп»	Вернуть кнопку-грибок в отжатое положение
Намагничивание	При пусковом намагничивании ЭД зафиксировано отклонение магнитного поля	Неправильное намагничивание ЭД привело к невозможности его запуска	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Намагничивание»	1) Проверить, рассчитан ли ЭД на совместную работу с ВЧРП. 2) Проверить состояние ЭД
Недонапряж. СЯ (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но постоянное напряжение СЯ упало до низкого уровня	Возможна просадка входного напряжения	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Недонапр. СЯ»	Проверить изменение входного силового напряжения

Изм. № подл. / Взам. инв. № / Инв. № докл. / Подп. и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист 83

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Недонагр. СЯ	Работа ВЧРП прекращена из-за падения напряжения в звене постоянного тока СЯ	Возможна потеря контакта (обрыв провода), идущего от ПСТ к СЯ, длительный провал входного напряжения, либо выход СЯ из строя	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Недонагр. СЯ»	1) Проверить соединение между вторичными обмотками ПСТ и СЯ. 2) Проверить изменение входного силового напряжения. 3) Заменить ПДЯ в СЯ. 4) Заменить СЯ
Недонапряж. СЯ XN		Возможна потеря контакта (обрыв провода), идущего от ПСТ к СЯ № N в фазе X, длительный провал входного напряжения, либо выход СЯ из строя	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Недонагр. СЯ XN»	
Нет связи с СЯ XN	Работа ВЧРП невозможна, поскольку ГПУ не может управлять СЯ № N в фазе X	Электронный компонент на ПДЯ СЯ № N в фазе X вышел из строя, либо имеется повреждение кабеля ВОЛС	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Нет связи с СЯ XN»	1) Проверить кабели ВОЛС на наличие повреждений. 2) Убедиться, что кабели ВОЛС вставлены в свои гнезда на плате ГПУ правильно. 3) Проверить рабочее состояние каналов ВОЛС. 4) Заменить ПДЯ в СЯ
Несим. входного тока (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но на входе зафиксирована несимметрия токов	Дисбаланс входных фазных токов превысил порог уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Несим. входного тока»	Проверить баланс тока на стороне питающей сети
Несим. входного тока	Работа ВЧРП прекращена из-за несимметрии токов на входе	Дисбаланс входных фазных токов превысил порог уставки аварии	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Несим. входного тока»	
Несим. выходного тока (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но на выходе определена несимметрия токов	Дисбаланс выходных фазных токов превысил порог уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Несим. выходного тока»	1) Проверить баланс тока нагрузки. 2) Проверить выходные датчики тока на отсутствие отклонений. 3) Проверить состояние клемм на ГПУ, через которые идет связь с датчиками тока

Изм. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Несим. выходного тока	Работа ВЧРП прекращена из-за несимметрии токов на выходе	Зафиксирована потеря фазы выходного тока	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Несим. выходного тока»	1) Проверить баланс тока нагрузки. 2) Проверить выходные датчики тока на отсутствие отклонений. 3) Проверить состояние клемм на ГПУ, через которые идет связь с датчиками тока
Нет связи с СЯ	Работа ВЧРП невозможна, поскольку ГПУ не может управлять одной из СЯ	Электронный компонент на ПДЯ вышел из строя, либо имеется повреждение кабеля ВОЛС	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Нет связи с СЯ»	1) Проверить кабели ВОЛС на наличие повреждений или неверных подключений. 2) Убедиться, что кабели ВОЛС вставлены в свои гнезда на плате ГПУ правильно. 3) Заменить СЯ
Низк. силов. напряж. (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но на входе имеется просадка напряжения	Входное напряжение снизилось до порога уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Низк. силов. напряж.»	1) Проверить, что параметры «Номин. вход. напряж.», «Трев. пониж. вх. напряж.» и «Авария (пониж. вх. напряж.)» на МПУ заданы правильно. 2) Проверить состояние клемм на ГПУ, куда приходят напряжения от входных ПРДН.
Низкое вход. напряж.	Работа ВЧРП прекращена из-за падения напряжения на входе	Зафиксировано падение высокого напряжения ниже допустимого уровня	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Низкое вход. напряж.»	3) Проверить изменения в состоянии входного напряжения ВЧРП 4) Проверить, что выходное КРУ находится во включенном состоянии
Обрыв входной фазы (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но на входе имеется несимметрия линейного напряжения	Напряжение на входе ВЧРП отсутствует	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Обрыв входной фазы»	Проверить баланс тока на стороне питающей сети
Обрыв входной фазы	Работа ВЧРП прекращена из-за несимметрии линейного напряжения на входе	Определена потеря фазы входного напряжения	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Обрыв входной фазы»	

Инв. № подл. / Взам. инв. № / Инв. № докл. / Подп. и дата

Изм. / Лист / № докум. / Подп. / Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
ОЗЗ на входе (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но на входе зафиксировано замыкание на землю	Напряжение нулевой последовательности на входе превысило порог уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «ОЗЗ на входе»	1) Проверить, что параметры «Тревога ОЗЗ на входе» и «Авария (ОЗЗ на входе)» на МПУ заданы правильно. 2) Проверить, не произошло ли замыкание на землю силовых кабелей
ОЗЗ на входе	Работа ВЧРП прекращена вследствие замыкания на землю	Напряжение нулевой последовательности на входе превысило порог уставки аварии	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «ОЗЗ на входе»	
ОЗЗ на выходе (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но на выходе определено замыкание на землю	Напряжение нулевой последовательности на выходе превысило порог уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «ОЗЗ на выходе»	1) Проверить, что параметры «Тревога по ОЗЗ» и «Авария (по ОЗЗ)» на МПУ заданы правильно. 2) Проверить, не произошло ли замыкание на землю силовых кабелей
ОЗЗ на выходе	Работа ВЧРП прекращена вследствие замыкания на землю	Напряжение нулевой последовательности на выходе превысило порог уставки аварии	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «ОЗЗ на выходе»	
Отпирывание СД	Работа ВЧРП прекращена из-за того, что было определено отпирывание СД	В процессе разгона произошло выпадение СД из синхронизма	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Отпирывание СД»	1) Проверить связь ВЧРП с возбудителем СД. 2) Проверить работоспособность возбудителя
Отказ байпаса СЯ	Работа ВЧРП прекращена в связи с тем, что одна из СЯ вышла из строя, но не перешла в режим байпаса	Байпас аварийной СЯ не включился за установленное время	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Отказ байпаса СЯ»	1) Заменить плату байпаса СЯ. 2) Заменить СЯ

Изм. № подл. / Подп. и дата / Изм. № докум. / Подп. и дата / Изм. № подл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Отказ байпаса СЯ ХN	Работа ВЧРП прекращена в связи с тем, что СЯ № N в фазе X вышла из строя, но не перешла в режим байпаса	Байпас аварийной СЯ № N в фазе X не включился за установленное время	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Отказ байпаса СЯ»	1) Заменить плату байпаса СЯ. 2) Заменить СЯ
Отказ ведущего ВЧРП	На дисплее МПУ выводится авария, которая не сбрасывается даже после перезапуска СУМЗ	Ведущий ВЧРП отключился из-за ошибки ГПУ	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Отказ ведущего ВЧРП»	Заменить плату ГПУ платой из ЗИП, а вышедшую из строя плату направить изготовителю
Открыта дверь (тревога)	Работа ВЧРП будет прекращена, поскольку определено открытие входной двери	Открыта дверь одного из силовых шкафов	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Открыта дверь»	1) Закрыть все двери силовых шкафов. 2) Проверить состояния конечных выключателей
Открыта дверь силового шкафа	Зафиксировано открытие двери ШИ (активируется сигнал, блокирующий подачу высокого напряжения)	Конечный выключатель на одной из дверей ШИ разомкнут	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Открыта дверь силового шкафа»	
Открыта дверь шкафа трансформатора	Зафиксировано открытие двери ШТ (активируется сигнал, блокирующий подачу высокого напряжения)	Конечный выключатель на одной из дверей ШТ разомкнут	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Открыта дверь шкафа трансформатора»	1) Закрыть все двери силовых шкафов. 2) Проверить состояния конечных выключателей

Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Изм. № докум.	Подп. и дата
--------------	---------------	--------------	---------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Отсутствует питание цепей управления (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но питание системы охлаждения пропало	1) Потеряно внешнее напряжение питания системы охлаждения. 2) Вышел из строя автоматический выключатель в секции управления	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Отсутствует питание цепей управления»	1) Проверить цепи питания системы охлаждения. 2) Проверить, не пропало ли напряжение питания системы охлаждения. 3) Заменить автоматический выключатель в секции управления
Отсутствует питание ~380 В	Работа ВЧРП экстренно прекращена из-за отключения питания системы охлаждения		Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Отсутствует питание ~380 В»	
Ошибка в параметрах	Работа ВЧРП прекращена из-за несоответствия в базе данных	Ошибка в контрольной сумме заданного значения параметра	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ошибка в параметрах»	1) Перезапустить питание СУМЗ и проверить, не исчезнет ли ошибка. 2) Если ошибка все равно остается, потребуются перегировка ГПУ
Ошибка записи параметров	Запись параметров не была выполнена	Произошла ошибка в процессе записи параметров	На странице «Журнал» МПУ выводится «Ошибка записи параметров»	1) Попробовать записать параметры повторно. 2) Проверить канал связи МПУ с ГПУ
Ошибка расч. полож. рот.	Работа ВЧРП прекращена, поскольку СУМЗ не смогла определить положение ротора	Измерение положения ротора ЭД после запуска было прекращено	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ошибка расч. полож. рот.»	1) Проверить, не произошло ли отсоединение проводов датчика скорости. 2) Проверить состояние датчика скорости на валу ЭД 3) Нажать на кнопку «Проверка ротора» на МПУ
Ошибка связи между ПЛК и ЦСП	Связь между ПЛК и ЦСП потеряна, работа ВЧРП прекращена	Канал связи между ПЛК и ЦСП не работает	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ошибка связи между ПЛК и ЦСП»	Проверить исправность канала связи и элементов управления

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Тревога по выключателю цепи предзаряда (тревога)	Работа ВЧРП будет прекращена, поскольку в цепи выключателя предзаряда есть неисправность	Выключатель цепи предзаряда не накопил энергию	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Тревога по выключателю цепи предзаряд»	1) Проверить обратную связь от блок-контакта выключателя цепи предзаряда. 2) Проверить работоспособность выключателя цепи предзаряда
Ошибка состояния выключателя предзаряда	Работа ВЧРП прекращена из-за неполадок в цепи выключателя предзаряда	Состояние выключателя предзаряда ВЧРП не изменяется по сигналу	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ошибка состояния выключателя предзаряда»	
Ошибка состояния входного выключателя	Работа ВЧРП невозможна из-за отсутствия напряжения на входе	Возможно повреждение провода обвязки ВЧРП и входного выключателя, либо авария входного выключателя	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ошибка состояния входного выключателя»	1) Проверить обратную связь от блок-контакта входного выключателя. 2) Убедиться в отсутствии аварии входного выключателя
Ошибка состояния выходного выключателя	Работа ВЧРП прекращена из-за неполадок в выходной цепи	Возможно повреждение провода обвязки ВЧРП и выходного выключателя, либо авария выходного выключателя	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ошибка состояния выходного выключателя»	1) Проверить обратную связь от блок-контакта выходного выключателя. 2) Убедиться в отсутствии аварии выходного выключателя
Ошибка состояния контактора	Работа ВЧРП прекращена из-за неполадок в цепи контактора	Контактор во внешней цепи не включился	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ошибка состояния контактора»	Требуется проверить контактор во внешней цепи на предмет неисправности (клеммы подключения и провода)

Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Изм. № докум.	Подп. и дата
--------------	---------------	--------------	---------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Перегрузка двигателя (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но СУМЗ зафиксировала превышение тока ЭД	Действующее значение тока ЭД превысило номинальное в течение определенного периода времени	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перегрузка двигателя»	1) Проверить, что параметр «Номинальный ток», «Тревога по перегрузке» и «Авария по перегрузке» на МПУ заданы правильно. 2) Проверить, не превышает ли измеренный ток номинальное значение. 3) Проверить наброс нагрузки
Перегрев двигателя	Произошло предельное повышение температуры ЭД, дальнейшая работа приведет к его сгоранию		Корпус ЭД горячий на ощупь. ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ ВЧРП выводится «Перегрев двигателя»	
Перегрев СЯ (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но в одной из СЯ имеется перегрев	Произошел засор фильтра вентилятора или превышено предельное значение рабочей температуры окружающей среды	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перегрев СЯ»	1) Проверить работу вентиляторов охлаждения. 2) Проверить, нет ли засора фильтров на дверях. 3) Проверить температуру в месте установки ВЧРП. 4) Если указанные выше ошибки отсутствуют, возможна неисправность в плате ПДЯ. В этом случае потребуется замена СЯ
Перегрев СЯ	Работа ВЧРП прекращена, поскольку обнаружен перегрев СЯ		ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перегрев СЯ»	
Перегрев СЯ XN (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но в СЯ № N в фазе X имеется перегрев	Произошел засор фильтра вентилятора или превышено предельное значение рабочей температуры окружающей среды	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перегрев СЯ XN»	1) Проверить работу вентиляторов охлаждения. 2) Проверить, нет ли засора фильтров на дверях. 3) Проверить температуру в месте установки ВЧРП. 4) Если указанные выше ошибки отсутствуют, возможна неисправность в плате ПДЯ. В этом случае потребуется замена СЯ
Перегрев СЯ XN	Работа ВЧРП прекращена, поскольку обнаружен перегрев СЯ № N в фазе X		ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перегрев СЯ XN»	

Ивб. № подл. / Взам. инв. № / Ивб. № докл. / Подп. и дата / Подп. и дата / Ивб. № подл.

Изм. / Лист / № докум. / Подп. / Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Лист / 90

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Перегрев трансформатора (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но определено допустимое превышение температуры ПСТ	1) Вышел из строя термоконтроллер трансформатора. 2) Произошел наброс нагрузки. 3) Вентиляторы неисправны	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перегрев трансформатора»	1) Проверить на ШТ работу охлаждающих вентиляторов. 2) Проверить, нет ли засора фильтров на дверях. 3) Проверить температуру в месте установки ВЧРП. 4) Проверить превышение номинального тока в процессе работы. 5) Проверить состояние термоконтроллера ПСТ
Перегрев трансформатора	Работа ВЧРП прекращена вследствие перегрева ПСТ		ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перегрев трансформатора»	
Перегрузка ВЧРП	ВЧРП отключен по сигналу счетчика из-за превышения уставки таймера защиты по току	Выходной ток превысил значение уставки в течение времени, заданного в таймере	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перегрузка ВЧРП»	1) Проверить рабочее состояние и состояние нагрузки. 2) Проверить, не возникла ли на стороне ЭД ситуация, приводящая к перегрузке (заклинивание ротора). 3) Проверить выходную мощность ВЧРП
Перенапряж. на входе (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но на входе определено перенапряжение	Входное напряжение превысило порог уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перенапряж. на входе»	1) Проверить, что параметры «Номин. вход. напряж.», «Трев. повыш. вх. напряж.» и «Авария (повыш. вх. напряж.)» на МПУ заданы правильно. 2) Проверить состояние клемм на ГПУ, куда приходят напряжения от входных ПРДН. 3) Проверить изменения в состоянии входного напряжения ВЧРП
Перенапряж. на входе	Работа ВЧРП прекращена вследствие наличия перенапряжения на входе	Определено значение входного напряжения ВЧРП выше уставки срабатывания	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перенапряж. на входе»	

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Перенапряж. на двиг. (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но на выходе определено повышение напряжения на ЭД	Напряжение ЭД превысило порог уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перенапряж. на двиг.»	1) Проверить, что параметры «Номинальное напряж.», «Тревога по перегрузке» и «Авария по перегрузке» на МПУ заданы правильно. 2) Проверить состояние клемм на ГПУ, куда приходят напряжения с выходных ПРДН.
Перенапряж. на двиг.	Работа ВЧРП прекращена по причине перенапряжения на ЭД	Зафиксировано значение выходного напряжения ВЧРП выше уставки защиты от перенапряжения	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перенапряж. на двиг.»	3) Проверить наличие колебаний выходного напряжения с помощью осциллографа в контрольных точках на ГПУ. 4) Для СД – проверить связь с возбудителем и его состояние
Перенапр. СЯ	Останов с заданной интенсивностью невозможен, идет останов свободным выбегом	Возможно, что было осуществлено чрезмерно резкое торможение, что привело к перенапряжению	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перенапр. СЯ»	Увеличить значение времени торможения ВЧРП
Перенапряж. СЯ ХN	Останов с заданной интенсивностью невозможен, идет останов свободным выбегом	Возможно, что было осуществлено чрезмерно резкое торможение, что привело к перенапряжению СЯ № N в фазе X	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перенапр. СЯ ХN»	
Перенапряж. цепи байпаса	Работа ВЧРП прекращена из-за того, что на аварийной СЯ было определено перенапряжение в байпасной цепи	При переходе СЯ в режим байпаса было определено перенапряжение в байпасной цепи	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Перенапряж. цепи байпаса»	Заменить аварийную СЯ

Инв. № подл. Подп. и дата
 Инв. № докум. Инв. № докум.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и поврежденных сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Положение тележки выключателя QF1	Работа ВЧРП невозможна из-за нерабочего состояния выключателя QF1	Вакуумный выключатель QF1 не вкачен, начать подготовку к включению невозможно	Входной выключатель не включился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Положение тележки выключателя QF1»	1) Установить выключатель во вкаченное положение. 2) Проверить исправность сигнала состояния от QF1 к ВЧРП. 3) Если выключатель был вкачен, следует проверить исправность механической части
Время замыкания QF1 превышено (тревога)	Выключатель QF1 разомкнут в течение определенного времени, из-за чего невозможно начать работу	Вакуумный выключатель во входном КРУ не сработал за установленное время	Входной выключатель не включился, загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Время замыкания QF1 превышено»	Требуется проверить выключатель QF1 на предмет неисправности (клеммы подключения и провода)
Превышение времени ожидания срабатывания QF1			Входной выключатель не включился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Превышение времени ожидания срабатывания QF1»	
Превыш. скорости двиг. (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но определено повышение скорости ЭД выше номинальной	Скорость ЭД превысила порог уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Превыш. скорости двиг.»	1) Проверить, что параметры «Номинальная скорость», «Превыш. скор. двиг.» и «Авария (превыш. скор. двиг.)» на МПУ заданы правильно. 2) Проверить частоту выходного напряжения с помощью осциллографа в контрольных точках на ГПУ. 3) Проверить подключения к датчику скорости (в случае замкнутого векторного управления). 4) Проверить резкий сброс нагрузки
Превыш. скорости двиг.	Работа ВЧРП прекращена вследствие достижения предельной скорости ЭД	Зафиксировано критическое превышение скорости ЭД	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Превыш. скорости двиг.»	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Продолжение таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Превышение температуры от контроллера (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но определено допустимое превышение температуры ПСТ	Термоконтроллер ПСТ зафиксировал повышение температуры до порога уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Превышение температуры от контроллера»	1) Проверить работу охлаждающих вентиляторов на ШТ. 2) Проверить, нет ли засора фильтров на дверях. 3) Проверить температуру в месте установки ВЧРП. 4) Проверить исправность состояния термоконтроллера
Превышение температуры от контроллера	Работа ВЧРП прекращена вследствие перегрева ПСТ	Термоконтроллер ПСТ зафиксировал повышение температуры до порога уставки аварии	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Превышение температуры от контроллера»	1) Проверить работу охлаждающих вентиляторов на ШТ. 2) Проверить, нет ли засора фильтров на дверях. 3) Проверить температуру в месте установки ВЧРП. 4) Проверить исправность состояния термоконтроллера
Предел числа СЯ байп.	Работа ВЧРП прекращена, поскольку слишком много СЯ перешли в режим байпаса	Достигнуто предельное число СЯ, перешедших в режим байпаса	ВЧРП отключен сигналами отказов СЯ, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Предел числа СЯ байп.»	Заменить все аварийные СЯ
Пропадает питания HL	Работа ВЧРП прекращена по причине отсутствия напряжения на датчике Холла	Источник питания датчика Холла на ГПУ перестал выдавать напряжение	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Пропадает питания HL»	1) Проверить состояние источников питания платы ГПУ. 2) Проверить работоспособность канала связи с датчиком на плате ГПУ
Пропадает питания 12 В	Работа ВЧРП прекращена по причине отсутствия напряжения 12 В	Источник питания 12 В в секции управления перестал выдавать напряжение	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Пропадает питания 12 В»	Проверить состояние источника питания 12 В

Изм. № подл. Взам. инв. № Инв. № докл. Подл. и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
94

Окончание таблицы 4.2

Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам обнаружения отказов и повреждений сборочной единицы (детали) и их последствий	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
Ошибка ист. пит. 24 В (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но один из дублирующих источников питания 24 В неисправен	Один из источников питания 24 В в секции управления вышел из строя	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «Ошибка ист. пит. 24 В»	1) Проверить состояние дублирующих источников питания 24 В и заменить аварийный. 2) Проверить цепь питания 24 В на предмет отключений или наличия КЗ
Пропажка питания 24 В	Работа ВЧРП прекращена по причине отсутствия напряжения 24 В	Источник питания 24 В в секции управления перестал выдавать напряжение на ГПУ	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Пропажка питания 24 В»	Проверить с помощью мультиметра состояние источников питания 24 В
МТЗ в звене постоянн. тока (тревога)	Работа ВЧРП продолжается, но в СЯ было определено повышение постоянного тока	Ток в звене постоянного тока СЯ превысил порог уставки тревоги	Загорелась желтая лампа «Тревога». На странице «Журнал» МПУ выводится «МТЗ в звене постоянн. тока»	1) Проверить отсутствие искажений в кривой тока в процессе работы. 2) Убедиться в правильной установке параметров в СУМЗ
Сверхток в звене пост. тока	Работа ВЧРП прекращена в связи с тем, что в СЯ было определено превышение постоянного тока	Возможно превышение входного тока ВЧРП, либо неверная установка параметров в СУМЗ	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Сверхток в звене пост. тока»	
Слишком сильное качание	Работа ВЧРП прекращена вследствие чрезмерных колебаний напряжения питающей сети	Напряжение в питающей сети имело слишком большие колебания	Входной выключатель отключился, ВЧРП обесточен, загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ до отключения выводится «Слишком сильное качание»	Проверить форму и уровень напряжения питающей сети
Сторожевой таймер FPGA	Работа ВЧРП прекращена по причине ошибки на ЦСП	ОЗУ на ГПУ содержит ошибки, либо вышла из строя	ВЧРП отключен. Загорелась красная лампа «Авария». На странице «Журнал» МПУ выводится «Сторожевой таймер FPGA»	1) Перезапустить питание СУМЗ и проверить, не исчезнет ли ошибка. 2) Если ошибка все равно остается, следует заменить плату ГПУ платой из ЗИП

Инв. № подл. / Подп. и дата / Взам. инв. № / Инв. № дубл. / Подп. и дата

Изм. / Лист / № докум. / Подп. / Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

4.3 Перечень защит ВЧРП и заданные по умолчанию уровни их срабатывания приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Защиты ВЧРП и уровни их срабатывания

Тип защиты	Уровень тревоги/аварии	Примечание
От внутренних перенапряжений	120 % / 130 %	
От тока перегрузки	110 % / 120 %	
Максимально-токовая	- / 130 %	
От несимметрии токов фаз	40 % / 60 %	
От повышения напряжения	110 % / 120 %	
От понижения напряжения	90 % / 85 %	
От исчезновения питающего напряжения	70 % / 65 %	
От исчезновения оперативного напряжения	Переход на ИБП	
От перегрева модулей преобразователя	75 °С / 85 °С	
От перегрева трансформатора	90 °С / 110 °С	
От отказа системы охлаждения	0 с / 5 с	
От обратного вращения ротора ЭД	- / 10%	
От несанкционированного проникновения в шкаф	- / 0 с	
От снижения тока возбуждения (для СД)	- / 0 с	
От стопорения вала ЭД	30 %, 10 с / 50 %, 10 с	
От замыкания на землю	30 % / 40 %	
От превышения скорости	120 % / 130 %	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

5 Хранение

5.1 Правила постановки изделия на хранение и снятия его с хранения

5.1.1 При постановке ВЧРП на хранение общие требования должны соответствовать ГОСТ 15150.

5.1.2 Период хранения ВЧРП включается в срок гарантийного обслуживания.

5.1.3 Срок хранения ВЧРП в упаковке изготовителя составляет не более двух лет.

5.1.4 В ПС, идущем в комплекте документации, требуется своевременно делать все отметки о постановке ВЧРП на хранение и снятии его с хранения.

5.2 Перечень составных частей изделия с ограниченными сроками хранения

5.2.1 Электролитические конденсаторы в звене постоянного тока СЯ

При длительном хранении без подачи напряжения ВЧРП в СЯ на алюминиевых электролитических конденсаторах может возникнуть ухудшение свойств электролита и, как следствие, увеличение тока утечки. Поэтому параметры конденсаторов, встроенных в СЯ, могут ухудшаться. В связи с этим следует запускать ВЧРП в работу и задействовать СЯ из ЗИП не реже, чем раз в два года, даже если ни одна СЯ не вышла из строя.

5.2.2 ЖК-дисплей МПУ

Если при хранении ВЧРП в помещении существует вероятность установления отрицательной температуры воздуха, необходимо снять сенсорный ЖК-дисплей с двери секции управления. Хранить ЖК-дисплей следует отдельно в теплом помещении.

5.3 Перечень работ, правила их проведения, меры безопасности при подготовке изделия к хранению, при кратковременном и длительном хранении изделия, при снятии изделия с хранения

5.3.1 При постановке ВЧРП шкафного исполнения на хранение до ввода в эксплуатацию следует хранить его в упаковке изготовителя в условиях 2(С) по ГОСТ 15150.

5.3.2 При повторном помещении распакованного ВЧРП на хранение следует провести переконсервацию (согласно п. 3.5).

5.3.3 Перед хранением ВЧРП должен быть упакован согласно ГОСТ 23216 для условий хранения и транспортирования и допустимых сроков сохраняемости, указанных в таблице 5.1.

5.3.4 Категория упаковки для защиты от воздействия климатических факторов внешней среды – КУ-1.

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЖИ.674.712.142РЭ	Лист
						97

5.4 Условия хранения изделия

Условия транспортирования и хранения ВЧРП шкафного исполнения и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода в эксплуатацию указаны в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Условия транспортирования и хранения ВЧРП шкафного исполнения

Виды поставок	Обозначение условий транспортирования в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150	Допустимый срок сохраняемости, лет, не более
	механических факторов по ГОСТ 23216	климатических факторов по ГОСТ 15150		
Для поставок на территории РФ (кроме районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей по ГОСТ 15846)	С	2(С)	2 (С)	2
Для поставок на экспорт в макроклиматические районы с умеренным климатом	С	2(С)	2 (С)	2

5.5 Предельные сроки хранения в различных климатических условиях



В случае хранения или транспортирования ВЧРП при пониженной температуре и/или повышенной влажности, необходимо прогреть ВМТ тепловой пушкой в течение не менее чем 12 ч.

В любом случае следует выдержать шкафы ВЧРП не менее 6 ч при температуре плюс (20±5) °С.

5.5.1 В случае хранения плат управления, элементов управляющей автоматики и СЯ ВЧРП отдельно от шкафов следует обеспечить условия хранения 1 (Л) по ГОСТ 15150 в течение срока, указанного в п. 5.1.3.

5.5.2 ПСТ, байпасный реактор, вентиляторы и все металлоконструкции допускается хранить при условиях 2 (С) по ГОСТ 15150 в течение не более чем шести месяцев. Необходимо связаться с изготовителем и согласовать условия и возможный срок хранения.

5.5.3 При невыполнении каких-либо требований к условиям хранения изготовитель ВЧРП оставляет за собой право аннулирования своих гарантийных обязательств в отношении поставленного образца ВЧРП.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

6 Транспортирование

6.1 Требования к транспортированию изделия и условиям, при которых оно должно осуществляться

6.1.1 Прочность систем ВЧРП при транспортировании удовлетворяет требованиям ГОСТ 23216.

6.1.2 Применяемый тип транспортной тары – III-2 по ГОСТ 10198.

6.1.3 Сочетание видов и вариантов транспортной тары с типами внутренней упаковки в соответствии с ГОСТ 23216 соответствует $\frac{TЭ-1}{ВУ-ИБ-8}$, $\frac{TФ-1}{ВУ-ИБ-8}$, $\frac{К}{ВУ-0}$.

По согласованию с заказчиком возможна установка других требований к упаковке.

6.2 Порядок подготовки изделия для транспортирования различными видами транспорта

6.2.1 Условия транспортирования в части воздействия климатических и механических факторов указаны в таблице 5.1.

6.2.2 Погрузка, крепление и перевозка систем ВЧРП шкафного исполнения и их функциональных элементов допускается любым видом крытого транспорта в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта.

6.2.3 При транспортировании ВЧРП автомобильным транспортом рекомендуется перевозка по дорогам с асфальтовым или бетонным покрытием на расстояние до и свыше 1000 км. Также допускается перевозка по булыжным или грунтовым дорогам со скоростью до 40 км/ч на расстояние до 250 км.

6.2.4 Все составные части ВЧРП должны транспортироваться строго в упаковке изготовителя. Упаковка изготовителя приспособлена:

- к крановым перегрузкам и погрузочно-разгрузочным работам машинами и механизмами с вилочными захватами и тележками с подъемными платформами;
- для крепления к транспортным средствам.

6.2.5 При транспортировании ВЧРП необходимо обеспечить защиту транспортной тары с упакованными составными частями ВЧРП от непосредственного воздействия атмосферных осадков и прямого солнечного излучения.

6.3 Способы крепления изделия для транспортирования его различными видами транспорта

6.3.1 Необходимо, чтобы размещение и крепление в транспортных средствах

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата						Лист 99
				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

БКЖИ.674.712.142РЭ

транспортной тары с упакованными составными частями ВЧРП позволяло обеспечить устойчивое вертикальное положение и не допускало перемещения во время транспортирования. При креплении упакованных составных частей ВЧРП рекомендуется использовать стяжки, распорки и клинья.

6.3.2 Размещение и крепление транспортной тары с упакованными составными частями ВЧРП при перевозке железнодорожным подвижным составом должно осуществляться в соответствии с «Техническими условиями погрузки и крепления грузов», утвержденными транспортной железнодорожной компанией-перевозчиком.

6.3.3 Подготовка упакованных составных частей ВЧРП к транспортированию морским транспортом должна осуществляться в соответствии с требованиями, указанными в ГОСТ 26653.

6.4 Порядок погрузки и выгрузки изделия и меры предосторожности



При проведении погрузочно-разгрузочных работ и транспортировании должны строго выполняться требования манипуляционных знаков, нанесенных на упаковке и транспортной таре изготовителя.

Каждая транспортная тара с упакованной составной частью ВЧРП (особенно, ШТ) имеет значительную массу. Следует учитывать, что центр тяжести ШТ находится в верхней части шкафа, поэтому при нарушении условий транспортировки возможно опрокидывание ШТ

6.4.1 Перед проведением разгрузочных работ составных частей ВЧРП с транспортного средства необходимо убедиться, что поверхность, на которую планируется поставить разгружаемую транспортную тару, горизонтальна и подготовлена для установки.

6.4.2 Погрузочно-разгрузочные работы составных частей ВЧРП должны осуществляться только квалифицированным персоналом изготовителя или транспортной компании при помощи допустимого подъемно-транспортного оборудования – такого, как кран-балка и вилочный погрузчик.

6.4.3 При выполнении погрузочно-разгрузочных работ необходимо обязательно соблюдать действующие правила техники безопасности и принимать меры по обеспечению сохранности упакованных составных частей ВЧРП. Перечень разгрузочных работ рекомендуется разработать заранее, поскольку разгрузка может проводиться в условиях ограниченного свободного пространства.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

Лист
100

7 Утилизация

7.1 Меры безопасности



Поскольку ВЧРП содержит ряд компонентов, требующих специальной переработки, при проведении утилизации категорически запрещается подвергать какую-либо его часть сжиганию:

- сжигание электролитических конденсаторов приведет к взрыву;
- сжигание пластиковых и пластмассовых деталей вызовет выделение токсичных продуктов горения, опасных для человека.

При проведении демонтажа и утилизации следует соблюдать правила безопасности, принятые на предприятии, эксплуатирующем ВЧРП.

Платы управления и некоторые элементы управляющей автоматики содержат незначительное количество олова и свинца.

7.2 Сведения и проводимые мероприятия по подготовке и отправке изделия на утилизацию

7.2.1 По истечении срока эксплуатации объектов ВЧРП необходимо произвести их демонтаж с последующей утилизацией в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.1322.

7.2.2 Демонтаж включает в себя разборку металлоконструкции, крепежных элементов, монтажных проводников, комплектующей аппаратуры.

7.2.3 Демонтированные составные части следует разделить на материалы по группам:

- черные металлы (отдельно сталь конструкционную и электротехническую);
- цветные металлы (отдельно медь, алюминий и сплавы на основе меди);
- термопластичные пластмассы;
- платы управления и элементы управляющей автоматики.

7.3 Перечень утилизируемых составных частей (расчетный)

- металлические части – металлоконструкции шкафов ВЧРП, корпуса СЯ, охлаждающие вентиляторы, DIN-рейки, крепеж;
- трансформаторно-реакторное оборудование – измерительные трансформаторы напряжения, ПСТ, байпасный реактор;
- платы управления – ГПУ, ПРДН, ПДЯ и ПБ (при наличии);
- элементы управляющей автоматики – автоматические выключатели, промежуточные и электротепловые реле, пускатели, преобразователи сигналов «ток-

Изм. № подл.	Пода. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Пода. и дата	Пода. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
101

напряжение», предохранители с держателями, светодиодные коммутаторные лампы;

- низко- и высоковольтные провода;
- самозатухающие крепежные элементы – стяжки, угольники-держатели;
- крепежные элементы, не поддерживающие горение – держатели стяжек, перфорированные короба;
- клеммы и разъемы.

7.4 Перечень утилизируемых составных частей, выявляемых по результатам текущего ремонта, ТО и хранения (см. также табл. 4.1)

- воздушные фильтры на дверях шкафов;
- охлаждающие вентиляторы;
- источник питания +5, +12 В;
- источники питания управляющей автоматики и плат управления 24 В;
- пленочные или электролитические конденсаторы звена постоянного тока СЯ.

7.5 Показатели утилизации

При утилизации следует:

- определить непригодность (неработоспособность) компонента ВЧРП к дальнейшей эксплуатации, оформив соответствующий акт на списание;
- определить возможность использования отдельных компонентов для ремонта;
- определить необходимость и условия утилизации оставшихся компонентов и отправить их на утилизацию с описью комплекта.

7.6 Методы утилизации, если изделие представляет опасность для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока службы (эксплуатации)

7.6.1 Утилизацию ВЧРП необходимо выполнять в соответствии со всеми требованиями региональных и государственных норм к утилизации промышленных отходов.

7.6.2 Утилизация групп материалов должна производиться экологически безопасными методами, не оказывающими отрицательного экологического воздействия на окружающую среду.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АД	Асинхронный электродвигатель
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АСТУЭ	Автоматизированная система технического учета электроэнергии
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
БМЗ	Блочно-модульное здание
ВОЛС	Волоконно-оптическая линия связи
ВПУ	Выносной пульт управления
ВЧРП	Преобразователь частоты регулируемый высоковольтный
ГПУ	Главная плата управления
ЗИП	Запасные части, инструменты и принадлежности
ИБП	Источник бесперебойного питания
ИМ	Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке
КЗ	Короткое замыкание
(К)РУ	(Комплектное) распределительное устройство
МПУ	Местный пульт управления
МТЗ	Максимально-токовая защита
ОЗЗ	Определение замыкания на землю
ПБ	Плата байпаса
ПДЯ	Плата драйвера ячейки
ПЛИС	Программируемая логическая интегральная схема
ПЛК	Программируемый логический контроллер
ПОТЭЭ	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок
ППВМ	Программируемая пользователем вентиляционная матрица
ПРДН	Плата резисторная делителя напряжения
ПС	Паспорт
ПСТ	Преобразовательный силовой трансформатор
ПТЭЭП	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
ПУЭ	Правила устройства электроустановок
РЗА	Релейная защита и автоматика
РЭ	Руководство по эксплуатации
СД	Синхронный электродвигатель
СУМЗ	Система управления, мониторинга и защит
СЯ	Силовая ячейка
ТО	Техническое обслуживание
ЦСП	Цифровой сигнальный процессор
ША	Шкаф автоматике
ШИ	Шкаф инвертора
ШИМ	Широтно-импульсная модуляция
ШР	Шкаф реактора
ШТ	Шкаф трансформатора
ЭД	Электродвигатель
ЭСР	Электростатический разряд

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата			Лист
					БКЖИ.674.712.142РЭ	103
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Приложение А

(справочное)

Номенклатурный ряд ВЧРП

Таблица А.1 – Номенклатурный ряд ВЧРП на 3, 6, 10 кВ

Обозначение по номенклатуре	Номинальное напряжение на выходе, кВ	Номинальный выходной ток ВЧРП, А	Мощность регулируемого АД/СД, кВт	Полная мощность ВЧРП*, кВ·А
ВЧРП-ТМ-130-03-25-А/С	3	25	100/100	130
ВЧРП-ТМ-165-03-32-А/С		32	132/132	165
ВЧРП-ТМ-205-03-40-А/С		40	160/160	205
ВЧРП-ТМ-260-03-50-А/С		50	200/200	260
ВЧРП-ТМ-325-03-63-А/С		63	250/250	325
ВЧРП-ТМ-415-03-80-А/С		80	320/320	415
ВЧРП-ТМ-520-03-100-А/С		100	400/400	520
ВЧРП-ТМ-650-03-125-А/С		125	500/500	650
ВЧРП-ТМ-830-03-160-А/С		160	630/710	830
ВЧРП-ТМ-1040-03-200-А/С		200	800/850	1040
ВЧРП-ТМ-1300-03-250-А/С		250	1000/1000	1300
ВЧРП-ТМ-1660-03-320-А/С		320	1250/1400	1660
ВЧРП-ТМ-2080-03-400-А/С		400	1600/1600	2080
ВЧРП-ТМ-2600-03-500-А/С		500	2000/2000	2600
ВЧРП-ТМ-3270-03-630-А/С		630	2500/2800	3270
ВЧРП-ТМ-3800-03-710-А/С	710	2800/3150	3700	
ВЧРП-ТМ-4150-03-800-А/С	800	3150/3550	4150	
ВЧРП-ТМ-5200-03-1000-А/С	1000	4000/4000	5200	
ВЧРП-ТМ-6500-03-1250-А/С	1250	5000/5600	6500	
ВЧРП-ТМ-8300-03-1600-А/С	1600	6300/7100	8300	
ВЧРП-ТМ-260-06-25-А/С	6	25	200/200	260
ВЧРП-ТМ-330-06-32-А/С		32	250/250	330
ВЧРП-ТМ-410-06-40-А/С		40	320/320	410
ВЧРП-ТМ-520-06-50-А/С		50	400/400	520
ВЧРП-ТМ-650-06-63-А/С		63	500/500	650
ВЧРП-ТМ-830-06-80-А/С		80	630/710	830
ВЧРП-ТМ-1040-06-100-А/С		100	800/850	1040
ВЧРП-ТМ-1300-06-125-А/С		125	1000/1000	1300
ВЧРП-ТМ-1660-06-160-А/С		160	1250/1400	1660
ВЧРП-ТМ-2080-06-200-А/С		200	1600/1600	2080

Изм. № подл.
Подп. и дата
Взам. инв. №
Инд. № докл.
Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674 712.142РЭ

Продолжение таблицы А.1

Обозначение по номенклатуре	Номинальное напряжение на выходе, кВ	Номинальный выходной ток ВЧРП, А	Мощность регулируемого АД/СД, кВт	Полная мощность ВЧРП*, кВ·А
ВЧРП-ТМ-2600-06-250-А/С	6	250	2000/2000	2600
ВЧРП-ТМ-3320-06-320-А/С		320	2500/2800	3320
ВЧРП-ТМ-4150-06-400-А/С		400	3150/3550	4150
ВЧРП-ТМ-5200-06-500-А/С		500	4000/4000	5200
ВЧРП-ТМ-6500-06-630-А/С		630	5000/5600	6500
ВЧРП-ТМ-7600-06-710-А/С		710	5600/6300	7400
ВЧРП-ТМ-8300-06-800-А/С		800	6300/7100	8300
ВЧРП-ТМ-10400-06-1000-А/С		1000	8000/8000	10400
ВЧРП-ТМ-13000-06-1250-А/С		1250	10000/11200	13000
ВЧРП-ТМ-16600-06-1600-А/С		1600	12500/14000	16600
ВЧРП-ТМ-430-10-25-А/С		10	25	320/320
ВЧРП-ТМ-550-10-32-А/С	32		425/425	550
ВЧРП-ТМ-690-10-40-А/С	40		530/560	690
ВЧРП-ТМ-865-10-50-А/С	50		670/710	865
ВЧРП-ТМ-1090-10-63-А/С	63		850/900	1090
ВЧРП-ТМ-1380-10-80-А/С	80		1000/1120	1380
ВЧРП-ТМ-1730-10-100-А/С	100		1250/1400	1730
ВЧРП-ТМ-2160-10-125-А/С	125		1600/1800	2160
ВЧРП-ТМ-2770-10-160-А/С	160		2250/2250	2770
ВЧРП-ТМ-3460-10-200-А/С	200		2500/2800	3460
ВЧРП-ТМ-4330-10-250-А/С	250		3150/3550	4330
ВЧРП-ТМ-5540-10-320-А/С	320		4000/4500	5540
ВЧРП-ТМ-6930-10-400-А/С	400		5000/5600	6930
ВЧРП-ТМ-8660-10-500-А/С	500		6300/7100	8660
ВЧРП-ТМ-10900-10-630-А/С	630		8000/9000	10900
ВЧРП-ТМ-12300-10-710-А/С	710		10000/10000	12300
ВЧРП-ТМ-13850-10-800-А/С	800		11200/11200	13850
ВЧРП-ТМ-17300-10-1000-А/С	1000		12500/14000	17300
ВЧРП-ТМ-21650-10-1250-А/С	1250		16000/16000	21650
ВЧРП-ТМ-27700-10-1600-А/С	1600	22500/22500	27700	

Изм. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата
Изм. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Окончание таблицы А.1

* Полная мощность ВЧРП вычисляется по формуле:

$$S = \sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{вых}, \quad (1.1)$$

где $U_{ном}$ – номинальное напряжение, В; $I_{вых}$ – выходной ток преобразователя либо по ГОСТ 24607, либо исходя из номинальной мощности регулируемого ЭД, А.

Полную мощность преобразователя также можно определить, исходя из параметров ЭД:

$$S > \frac{P_{овм.}}{\eta \cdot \lambda}, \quad (1.2)$$

где $\eta \cdot \lambda = 0,8$ – типовое значение произведения КПД и коэффициента мощности для АД;
 $\eta \cdot \lambda = 0,86$ – типовое значение произведения КПД и коэффициента мощности для СД.
 Мощности ЭД взяты в соответствии с ГОСТ 12139.

Значения мощностей преобразователей, приведенные в таблице 1.1, взяты согласно формуле (1.1) с учетом выполнения условия, указанного в формуле (1.2).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЖИ.674 712.142РЭ	Лист
											106

Приложение Б

(справочное)

Массогабаритные номенклатурные показатели ВЧРП

Таблица Б.1 – Массогабаритные показатели номенклатурных рядов ВЧРП

Обозначение по номенклатуре	Номинал по напряжению, кВ	Габаритные размеры ВЧРП, Ш×В×Г, мм, не более*	Масса ВЧРП, кг, не более
ВЧРП-ТМ-130-03-25-А/С	3	2550 × 3000** × 1170	2300
ВЧРП-ТМ-165-03-32-А/С			
ВЧРП-ТМ-205-03-40-А/С			
ВЧРП-ТМ-260-03-50-А/С			2400
ВЧРП-ТМ-325-03-63-А/С			2500
ВЧРП-ТМ-415-03-80-А/С			2800
ВЧРП-ТМ-520-03-100-А/С			2900
ВЧРП-ТМ-650-03-125-А/С			3000
ВЧРП-ТМ-830-03-160-А/С			3100
ВЧРП-ТМ-1040-03-200-А/С			3500 × 3000 × 1170
ВЧРП-ТМ-1300-03-250-А/С		3900	
ВЧРП-ТМ-1660-03-320-А/С		4500	
ВЧРП-ТМ-2080-03-400-А/С		5100	
ВЧРП-ТМ-2600-03-500-А/С		6000	
ВЧРП-ТМ-3270-03-630-А/С		3800 × 3000 × 1220	6500
ВЧРП-ТМ-3800-03-710-А/С	7000		
ВЧРП-ТМ-4150-03-800-А/С	8000		
ВЧРП-ТМ-5200-03-1000-А/С	9000		
ВЧРП-ТМ-6500-03-1250-А/С	В разработке	9500	
ВЧРП-ТМ-8300-03-1600-А/С			
ВЧРП-ТМ-260-06-25-А/С	6	3500 × 3000 × 1170	3600
ВЧРП-ТМ-330-06-32-А/С			
ВЧРП-ТМ-410-06-40-А/С			
ВЧРП-ТМ-520-06-50-А/С			3700
ВЧРП-ТМ-650-06-63-А/С			3800

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Продолжение таблицы Б.1

Обозначение по номенклатуре	Номинал по напряжению, кВ	Габаритные размеры ВЧРП, Ш×В×Г, мм, не более*	Масса ВЧРП, кг, не более
ВЧРП-ТМ-830-06-80-А/С	6	3500 × 3000 × 1170	3950
ВЧРП-ТМ-1040-06-100-А/С		4000 × 3000 × 1170	4200
ВЧРП-ТМ-1300-06-125-А/С			4500
ВЧРП-ТМ-1660-06-160-А/С			5250
ВЧРП-ТМ-2080-06-200-А/С		4900 × 3000 × 1220	6300
ВЧРП-ТМ-2600-06-250-А/С			6500
ВЧРП-ТМ-3320-06-320-А/С			6800
ВЧРП-ТМ-4150-06-400-А/С		5620 × 3000 × 1220	10000
ВЧРП-ТМ-5200-06-500-А/С		7450 × 3275 × 1800	12300
ВЧРП-ТМ-6500-06-630-А/С		7850 × 3275 × 2000	13800
ВЧРП-ТМ-7600-06-710-А/С			14800
ВЧРП-ТМ-8300-06-800-А/С			15800
ВЧРП-ТМ-10400-06-1000-А/С		Уточняются	
ВЧРП-ТМ-13000-06-1250-А/С		В разработке	
ВЧРП-ТМ-16600-06-1600-А/С		В разработке	
ВЧРП-ТМ-430-10-25-А/С	10	4900 × 3000 × 1220	3200
ВЧРП-ТМ-550-10-32-А/С			3400
ВЧРП-ТМ-690-10-40-А/С			3700
ВЧРП-ТМ-865-10-50-А/С			4200
ВЧРП-ТМ-1090-10-63-А/С			4400
ВЧРП-ТМ-1380-10-80-А/С		5150 × 3000 × 1220	4650
ВЧРП-ТМ-1730-10-100-А/С			5450
ВЧРП-ТМ-2160-10-125-А/С			6000
ВЧРП-ТМ-2770-10-160-А/С		6500	
ВЧРП-ТМ-3460-10-200-А/С		6300 × 3000 × 1400	7500
ВЧРП-ТМ-4330-10-250-А/С		6770 × 3000 × 1400	9000
ВЧРП-ТМ-5540-10-320-А/С			10000
ВЧРП-ТМ-6930-10-400-А/С		7800 × 3000 × 1400	12000
ВЧРП-ТМ-8660-10-500-А/С		9020 × 3275 × 2000	20000

Ивб. № подл. / Взам. инв. № / Ивб. № докл. / Подп. и дата

Изм. / Лист / № докум. / Подп. / Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист
108

Окончание таблицы Б.1

Обозначение по номенклатуре	Номинал по напряжению, кВ	Габаритные размеры ВЧРП, Ш×В×Г, мм, не более*	Масса ВЧРП, кг, не более	
ВЧРП-ТМ-10900-10-630-А/С	10	9020 × 3275 × 2000	22000	
ВЧРП-ТМ-12300-10-710-А/С		10800 × 3275 × 2000	23000	
ВЧРП-ТМ-13850-10-800-А/С			25000	
ВЧРП-ТМ-17300-10-1000-А/С		Уточняются		
ВЧРП-ТМ-21650-10-1250-А/С				
ВЧРП-ТМ-27700-10-1600-А/С		В разработке		
* В связи с постоянной оптимизацией изделий возможно изменение габаритных размеров.				
** Высота приведена с учетом вентиляторов. Высота без вентиляторов на 675 мм ниже.				

Инь № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инь № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674 712.142РЭ

Приложение В

(обязательное)

Схема внешних подключений

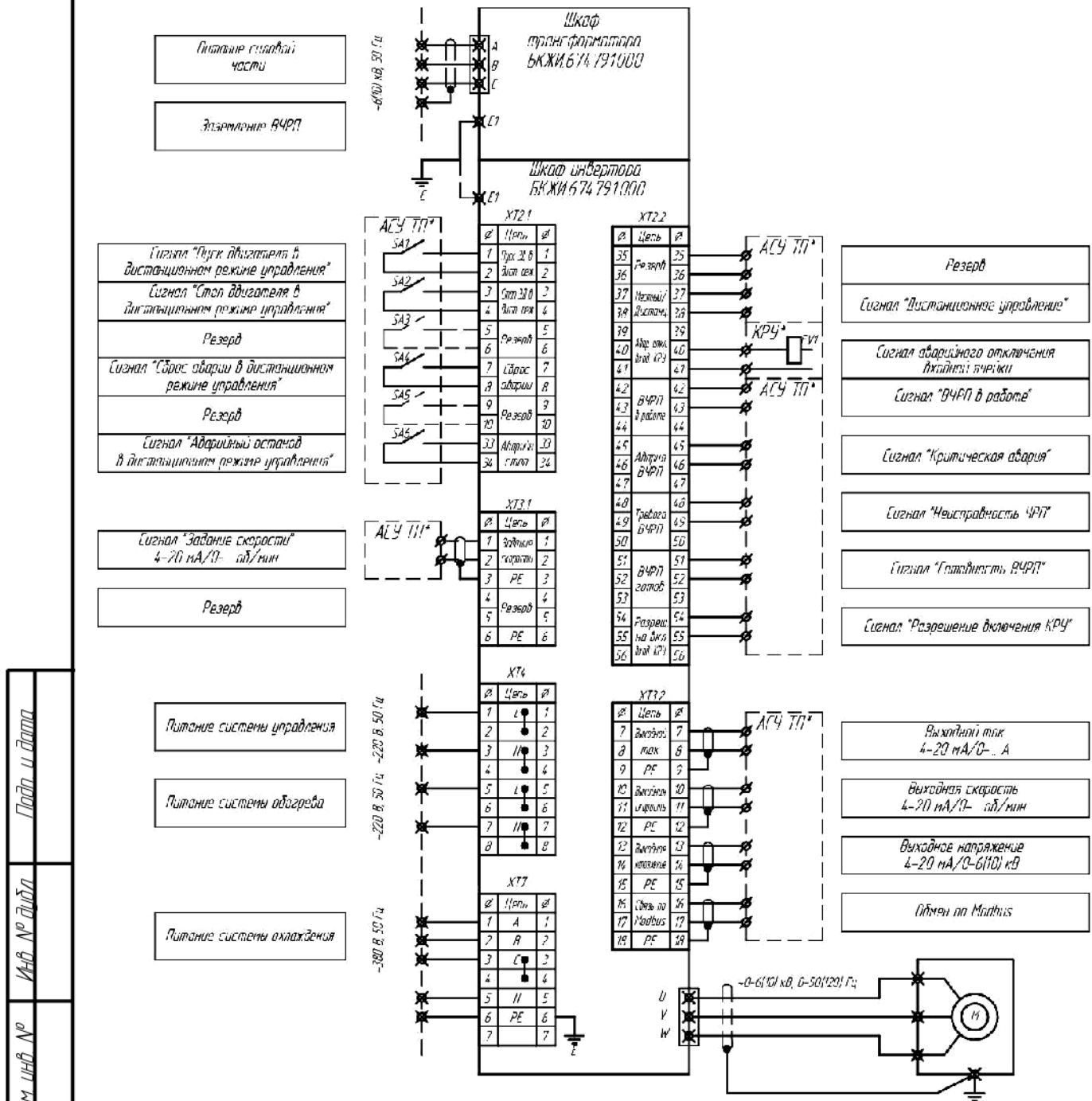


Рисунок В.1 – Схема внешних подключений для базового исполнения ВЧРП:

Сечение шины (полосы) заземления – не менее 100 мм²; сечения кабелей питания системы управления – не менее 6 мм²; сечения проводов сигналов аналоговых входов/выходов 4-20 мА и управления по Modbus – 0,35 мм²; сечения проводов для всех остальных сигналов (дискретных входов/выходов) – 0,75 мм²

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дилл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БКЖИ.674.712.142РЭ

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Изм. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЖИ.674.712.142РЭ