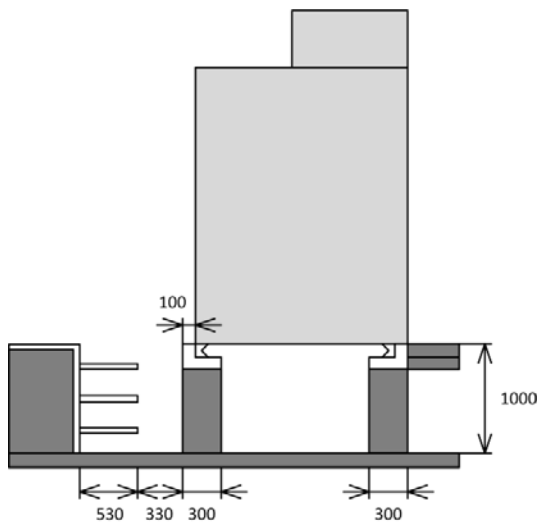


## Монтаж

1. Убедитесь, что преобразователь частоты подходит под применение: проверьте и сопоставьте данные с информационных табличек на шкафах инвертора, трансформатора и байпаса (при наличии).
2. Проверьте соответствие условий окружающей среды:
  - a. Температура окружающей среды: диапазон рабочей температуры преобразователя частоты  $-5^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ .
  - b. Влажность воздуха;
  - c. Высота над уровнем моря;
  - d. Наличие токопроводящей пыли;
  - e. Вибрационная и весовая нагрузка места установки: преобразователь частоты должен устанавливаться на удалении от источников опасных вибрационных нагрузок.
  - f. Условия хранения и транспортировки: диапазон температуры при хранении и транспортировке преобразователя частоты  $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ .
3. Проверьте правильность взаимного расположения шкафов.
  - a. Слева направо: шкаф трансформатора, шкаф силовых ячеек, шкаф контроллера (актуально начиная с типоразмера RA02);
  - b. Шкафы установлены бок о бок.



4. Проверьте соответствие кабельных трассей рекомендуемым требованиям (см. рис. 1).
  - a. Положение кабельной трассеи: необходимо, чтобы входные и выходные отверстия всех шкафов были выравнены в ряд относительно трассеи.
5. Проверьте готовность системы принудительного охлаждения (при ее наличии):
  - a. Воздуховод: проверьте наличие воздушного потока на входе и выходе воздуховода
  - b. Кондиционер охлаждения: проверьте, чтобы выходная мощность кондиционера была не меньше требуемой, рассчитанной по формуле:  $0,02P_{\text{номПЧ}}$
  - c. Совместное использование кондиционера и воздуховода не рекомендовано из-за возможного образования конденсата во время простоя преобразователя частоты.

6. Проверьте источник питающего напряжения и источник напряжения управления:
  - a. Отклонение напряжения источника питания: при длительном повышенном напряжении питания необходимо использовать соответствующую отпайку трансформатора (+5%). При напряжении близком к номинальному – использовать выводы X1, Y1, Z1.
  - b. Напряжение управления должно составлять \_\_\_\_ В, нагрузочная мощность одной фазы – не менее \_\_\_\_ кВА.
  - c. На выходной стороне преобразователя частоты не должны быть установлены конденсаторные установки компенсации реактивной мощности.
7. Проверьте допуски по размещению.

Страна преобразователя частоты	Расстояние
Лицевая	Не менее 1500 мм
Тыльная (в случае ПЧ с двухсторонним обслуживанием)	6; 6,6 кВ – не менее 1000 мм 10; 11 кВ – не менее 1200 мм

Верхняя

Не менее 800 мм

8. Длина стального швеллера, на который устанавливается преобразователь частоты, и марка используемой стали.
- Длина – не менее полной длины всех шкафов ПЧ, включая шкаф байпаса (при наличии);
  - Марки используемой стали представлены в таблице ниже.

Мощность ПЧ, кВт	Марка стали
≥ 1600 кВт	10#
от 1600 до 4000 кВт	16#
“L-образный” < 4000 кВт	18#

## Проверка после монтажа

- Все шкафы должны быть размещены на одном вертикальном уровне.
- Шкафы должны быть установлены вплотную друг к другу и скреплены между собой болтовыми соединениями.
- Все шкафы должны быть приварены к стальному швеллеру для надежного заземления.

## Испытания

По завершению монтажа необходимо произвести испытания без подключений между шкафами. До проведения испытаний под напряжением, необходимо измерить сопротивление изоляции мегомметром: допустимое значение сопротивления – не менее 100 МОм, при напряжении 2500 В.

**Испытание трансформатора на выдерживаемое напряжение промышленной частоты.** Перед проведением испытания убедитесь в отсутствии электрических подключений между вторичными обмотками трансформатора и силовыми ячейками, а также отсутствии любых подключений к обмотке 380 В. Все термодатчики должны быть убраны в эпоксидные трубки. Для проведения испытания с подачей напряжения на первичные обмотки (среднего напряжения), все выводы вторичных обмоток должны быть замкнуты на землю. При испытаниях вторичных обмоток на выдерживаемое напряжение, все выводы первичных обмоток должны быть замкнуты на землю.

Замер	Значение
Подача напряжения на первичную обмотку. Вторичная обмотка и вспомогательная обмотка заземлены.	_____ кВ, 1 мин
Подача напряжения на вторичную обмотку. Первичная обмотка и вспомогательная обмотка заземлены.	_____ кВ, 1 мин
Подача напряжения на фазу А вторичной обмотки. Первичная обмотка, фазы В и С вторичной обмотки и вспомогательная обмотка заземлены	_____ кВ, 1 мин
Подача напряжения на фазу В вторичной обмотки. Первичная обмотка, фазы А и С вторичной обмотки и вспомогательная обмотка заземлены	_____ кВ, 1 мин
Подача напряжения на фазу С вторичной обмотки. Первичная обмотка, фазы А и В вторичной обмотки и вспомогательная обмотка заземлены	_____ кВ, 1 мин
Подача напряжения на вспомогательную обмотку. Первичная и вторичная обмотки заземлены.	_____ кВ, 1 мин

### Примечания:

- Повторные испытания допускается проводить при напряжении, не превышающем 80% от номинального выдерживаемого напряжения.

2. Все подключения между шкафами должны быть разъединены.
3. После проведения испытания необходимо разрядить силовую часть на землю, во избежание поражения персонала электрическим током и повреждения устройства.

## Ввод в эксплуатацию. Проверка до подачи питания

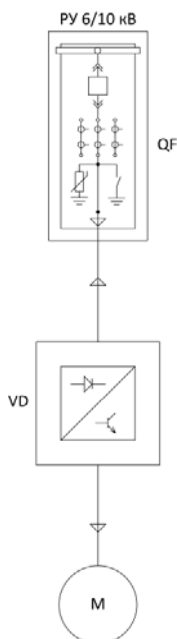
Пункт	Описание проверки
1	Проверьте, что среднее и низкое напряжение источника питания соответствуют спецификациям ПЧ. Проверьте уставку срабатывания токовой защиты двигателя – нормальное значение 8-10-крат (может отличаться при дифференциальной защите). Убедитесь, что клеммы источников питания постоянного и переменного тока четко отмечены в шкафу коммутации. Убедитесь, что цепи среднего и низкого напряжения изолированы.
2	Убедитесь, что спецификации двигателя соответствуют спецификациям ПЧ и трансформатора.
3	Проверьте соответствие спецификаций питающего кабеля
4	Проверьте правильность вводных подключений трансформатора (соответствие обозначений кабелей и разъемов)
5	Проверьте правильность выбора отпаек на силовом трансформаторе
6	Проверьте, что внутренние подключения в шкафу коммутации, подключения внешних выключателей и реле соответствуют схеме
7	Зафиксируйте входной датчик тока, проверьте надежность подключения его вторичной обмотки
8	Проверьте все подключения между трансформатором и силовыми ячейками: соответствие схеме, момент затяжки, наличие маркировки
9	Убедитесь, что силовые ячейки надежно установлены на рельсовых направляющих и надежно подключены к медным шинам. Убедитесь в отсутствии коррозии на медных шинах и болтах крепления.
10	Проверьте правильность установки компонентов и их соединений (соответствие чертежам и схемам)
11	Проверьте целостность оптоволоконных соединений, а также их соответствие чертежам и схемам
12	Убедитесь, что все соединения между шкафом трансформатора и шкафом силовых ячеек надежны
13	Убедитесь, что измерительные резисторы входного и выходного напряжения надежно закреплены
14	Убедитесь, что все разъемные соединения вторичных подключений надежно зафиксированы
15	Убедитесь в качественном заземлении ПЧ, сопротивление заземления не должно превышать 4 Ом
16	Убедитесь, что сопротивление заземляющих кабелей шкафов и их дверей не превышает 0,1 Ом
17	Проверьте все соединения между ПЧ и шкафом байпаса, а также прочие подключения – к ПК, ПЛК, системе удаленного управления, а также внешнему вакуумному расцепителю – на соответствие схемам и чертежам
18	Убедитесь, что все экраны силовых кабелей и проводов управления заземлены
19	Убедитесь в целостности защитного покрытия шкафов и в удовлетворительном состоянии сальниковых вводов
20	Убедитесь в работоспособности концевых выключателей на дверях шкафа
21	Убедитесь в работоспособности источника питания цепей управления (отсутствие коротких замыканий)
22	Убедитесь, что все платы надежно закреплены в слотах контроллера
23	Убедитесь, что все кабели подключения двигателя отсоединены (между двигателем и ПЧ нет подключений)

## Ввод в эксплуатацию. Включение цепей управления.

Пункт	Описание проверки
1	Запитайте источник питания цепей управления. При трехфазном четырехпроводном подводе питания запустите вентиляторы и проверьте направление их вращения и уровень шума.
2	Убедитесь, что все светодиодные индикаторы контроллера включены и питание подано
3	Убедитесь в успешной инициализации системы
4	Убедитесь в работоспособности связи между панелью управления и контроллером
5	Убедитесь в работоспособности связи между панелью управления и интерфейсной платой
6	Убедитесь, что настройки параметров соответствуют условиям применения и при необходимости подстройте их
7	Проверьте настройки трансформатора: сигнализация при 100°C, срабатывание защиты при 130 °C, включение вентилятора при 60 °C
8	Переведите ПЧ в режим «Пусконаладка» (меню «Состояние управления») и убедитесь в работоспособности ПЧ (без подачи средневольтного питающего напряжения)
9	Переведите ПЧ в режим удаленного управления, и убедитесь в его работоспособности: произведите пуск, останов и сброс
10	Выберите режим «Аналоговое задание» и убедитесь в правильности значения задания
11	Убедитесь, что отображаемое на дисплее значение аналогового задания корректно
12	Выберите режим «Переключение настроек», убедитесь, что многоскоростные настройки корректны
13	Переведите ПЧ в нормальный режим работы (меню «Состояние управления»)

## Обязательная проверка цепи среднего напряжения

Убедитесь, что вводной вакуумный контактор переведен в испытательное положение, либо на него не поступает вводное напряжение, и приступите к проверкам питающей цепи ПЧ и цепи управления ПЧ.



### 1. Преобразователь частоты без шкафа байпаса

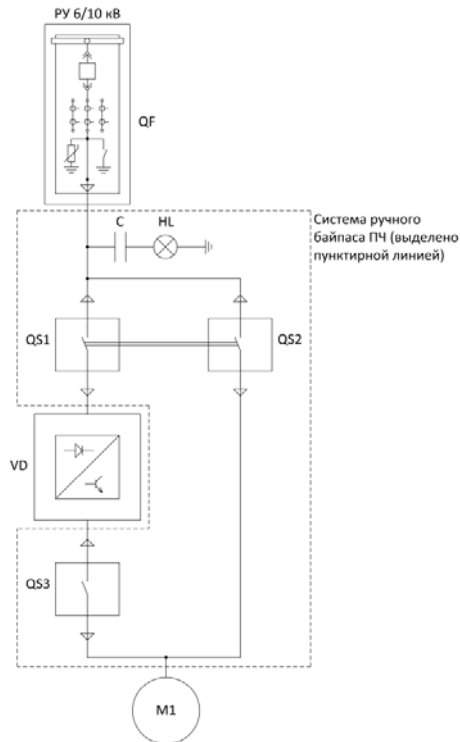
Информация об электрической блокировке. Между ПЧ и вводным вакуумным контактором реализована электрическая блокировка:

Сигнал ПЧ о его готовности к включению последовательно заведен на вход контактора «Замыкание контактора», как условие включения.

Сигнал ПЧ о его неготовности заведен параллельно на вход контактора «Размыкание контактора» для обесточивания ПЧ при аварийном событии.

*Методика проверки:*

- Убедитесь, что контактор замыкается при готовности ПЧ.
- Убедитесь, что контактор размыкается при нажатии кнопки «Расцепление».
- Убедитесь, что контактор нельзя замкнуть при нажатой кнопке «Расцепление».
- Убедитесь, что контактор размыкается при перегреве трансформатора (эмулировать сигнал о перегреве).



## 2. Преобразователь частоты со шкафом ручного байпаса

Информация об электрической блокировке. Между ПЧ, шкафом байпаса и вводным вакуумным контактором (QF) реализована электрическая блокировка, включающая в себя выключатели на двери шкафа байпаса и рубильник.

*Методика проверки:*

- Запитайте источник питания цепи управления.
- Убедитесь в работоспособности электрической блокировки.
- Убедитесь в работоспособности блокировки рубильника.
- Убедитесь, что сигнал с рубильника поступает на ПЧ и работает соответствующая световая индикация.
- Убедитесь, что сигнал с рубильника поступает на шкаф байпаса и работает соответствующая световая индикация.
- Убедитесь, что сигнал с рубильника поступает на контактор и работает соответствующая световая индикация.

*Проверка работы блокировки между шкафом байпаса и вакуумным контактором – управление ПЧ:*

- Убедитесь, что вакуумный контактор замкнут – при наличии сигнала о готовности ПЧ, а дверь шкафа байпаса закрыта.

- Убедитесь, что при нажатии кнопки «Расцепление» вакуумный контактор немедленно размыкается.
- Убедитесь, что контактор нельзя замкнуть при нажатой кнопке «Расцепление».
- Убедитесь, что контактор размыкается при перегреве трансформатора (эмулировать сигнал о перегреве).
- Убедитесь, что контактор нельзя замкнуть при отключенном питании цепи управления.
- Убедитесь, что после при подаче питания среднего напряжения дверь шкафа байпаса блокируется.

*Проверка работы блокировки между шкафом байпаса и вакуумным контактором – управление байпасом:*

- Убедитесь, что при нажатии кнопки «Расцепление» вакуумный контактор немедленно размыкается.
- Убедитесь, что при перегреве трансформатора (эмулировать сигнал о перегреве) контактор не размыкается.
- Убедитесь, что контактор сохраняет работоспособность при отключении питания цепи управления.

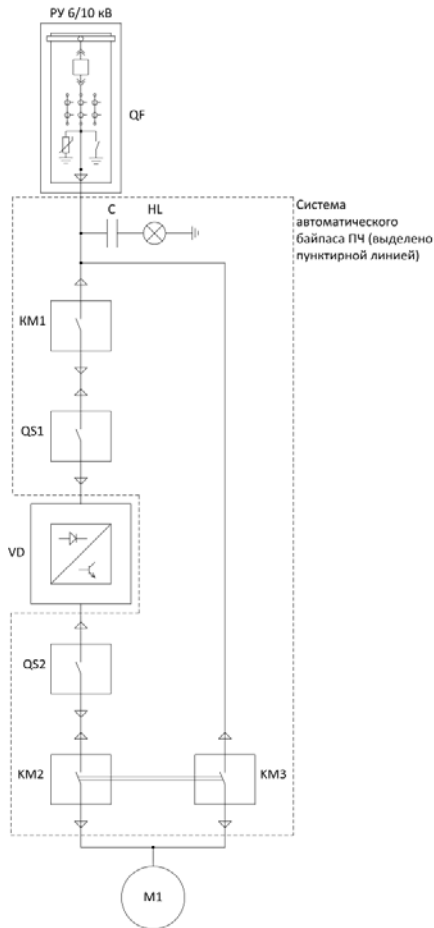
## 3. Преобразователь частоты со шкафом автоматического байпаса

Информация об электрической блокировке. Между ПЧ и шкафом автоматического байпаса реализована электрическая блокировка. Сигнал ПЧ о его готовности к включению последовательно заведен на вход контактора «Замыкание контактора», сигнал ПЧ о его неготовности заведен параллельно на вход контактора «Размыкание контактора». При возникновении неисправности ПЧ может автоматически переключить двигатель на сеть посредством шкафа байпаса.

*Методика проверки:*

- Убедитесь, что вводной вакуумный контактор переведен в испытательное положение, либо на него не поступает вводное напряжение. Отключите цепь автоматического байпаса через меню настроек и приступите к проверкам питающей и управляющей цепей ПЧ.
- Убедитесь в работоспособности электрической блокировки.
- Убедитесь в возможности включить питающую цепь ПЧ и то, что соответствующая световая индикация на ПЧ работает.

- d. Убедитесь, что включение цепи байпаса невозможно при включении питающей сети ПЧ.
- e. Убедитесь, что контакторы КМ1 и КМ2 размыкаются при открытии двери шкафа байпаса.
- f. Убедитесь, что замыкание контакторов КМ1 и КМ2 невозможно при открытой двери шкафа байпаса.



те/отключите), в зависимости от требований применения.

g. Убедитесь, что при нажатии кнопки «Расцепление» контакторы КМ1 и КМ2 немедленно размыкаются.

h. Убедитесь, что замыкание контакторов КМ1 и КМ2 невозможно при нажатой кнопке «Расцепление».

i. Убедитесь, что контакторы КМ1 и КМ2 замыкаются после сброса сигнала кнопки «Расцепление».

j. Убедитесь, что контакторы КМ1 и КМ2 размыкаются при перегреве трансформатора (эмулировать сигнал о перегреве).

к. Убедитесь, что замыкание контакторов КМ1 и КМ2 невозможно при отключении питания цепи управления.

После включения (активации) цепи автоматического байпаса проверьте силовую и управляющую цепь шкафа байпаса:

a. Убедитесь, что питающая цепь ПЧ подключается к питанию, а световая индикация включения ПЧ работает.

b. Убедитесь, что при нажатии кнопки «Расцепление» контакторы КМ1 и КМ2 немедленно размыкаются. Контакт КМ3 замыкается с выдержкой 2 с и включается световая индикация включения цепи байпаса (Примечание: выдержка регулируется – от 1 с и более).

c. Убедитесь, что контакторы КМ1 и КМ2 замыкаются, а КМ3 – размыкается после сброса сигнала кнопки «Расцепление», при этом должна срабатывать световая индикация включения ПЧ.

d. Убедитесь, что контакторы КМ1 и КМ2 размыкаются при перегреве трансформатора (эмулировать сигнал о перегреве), а контактор КМ3 замыкается с выдержкой 2 с, при этом должна срабатывать световая индикация включения цепи байпаса.

e. После проведения данных испытаний переведите цепь автоматического байпаса в нужный режим (включите/отключите), в зависимости от требований применения.

## Обязательная проверка цепи среднего напряжения

### Подключение питания среднего напряжения



При работе не стойте перед дверьми силовых шкафов

Нажимайте кнопку «Расцепление» тыльной стороной ладони

После успешного проведения проверок, подайте питание среднего напряжения на ПЧ. Только один человек должен находиться рядом с ПЧ для оперативного отключения питания при возникновении неисправности.

1. Переведите ПЧ в нормальный режим работы после сброса сигнала кнопки «Расцепление».
2. Убедитесь, что устройство готово к пуску.
3. Убедитесь, что вводной вакуумный контактор замкнут. Если контактор размыкается сразу после попытки замыкания, требуется подкорректировать ток срабатывания защиты двигателя.

4. Убедитесь в работоспособности вентилятора охлаждения. При выявлении обратного направления вращения необходимо поменять последовательность фаз проводов вентилятора.
5. Убедитесь, что все силовые ячейки функционируют – включена световая индикация их работы.
6. Дисплей панели управления должен отображать готовность системы.
7. Убедитесь, что вводной контактор размыкается при нажатии кнопки «Расцепление».
8. Убедитесь, что вводной контактор не замыкается при нажатой кнопке «Расцепление».
9. Сбросьте сигнал кнопки «Расцепление» и повторно подайте питание на ПЧ.
10. Убедитесь, что вводной контактор размыкается при перегреве трансформатора.
11. Повторите подачу и отключение питания не менее 3 раз с интервалом между циклами не менее 10 минут.

#### **Уточнение направления вращения двигателя в случае использования шкафа байпаса.**

Подключите кабели двигателя. Запустите двигатель при помощи функции Jog (пуск рывком) шкафа байпаса для определения направления вращения двигателя. При выявлении обратного направления вращения необходимо поменять последовательность фаз кабелей двигателя.

#### **Работа двигателя без нагрузки (для нового двигателя – не менее 4 часов)**

Пункт	Описание проверок
1	Убедитесь в корректности настроек параметров
2	Подайте питание на ПЧ
3	Убедитесь, что работает индикация наличия питания
4	Убедитесь, что отображаемое на дисплее значение питающего напряжения корректно
5	Убедитесь в работе вентиляторов на крыше шкафа силовых ячеек
6	Убедитесь в работе вентиляторов шкафа трансформатора (нижний вентилятор запускается вручную)
7	Выставьте выходную частоту (10, 20, 30, 40, 50, 60 Гц), запустите двигатель и отметьте величину выходного напряжения.
8	Убедитесь в работоспособности индикации и аварийных оповещений, правильности значений входных и выходных аналоговых сигналов

#### **Последовательность первичного программирования ПЧ**

1. Выберите режим местного управления
2. Выберите местный источник задания
3. Выберите работу в разомкнутом контуре управления
4. Выберите плавный останов
5. Выберите нормальный режим запуска
6. Установите выходную частоту 0,5 Гц
7. Запустите двигатель в режиме местного управления
8. Убедитесь, что направление вращения двигателя правильное. При неправильном направлении остановите двигатель, обесточьте ПЧ и поменяйте последовательность выходных кабелей ПЧ.
9. Остановите двигатель с панели управления и отметьте состояние останова
10. При работе на номинальной частоте возможно появление ошибки «Перенапряжение на шине постоянного тока», в этом случае установите значение базового напряжения на уровень 90% от номинального.



**Примечание:** ПЧ должен находиться в работе не менее 4 часов для подтверждения работоспособности системы.

#### Запись входного/выходного напряжения

Значение частоты	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В

### Работа двигателя под нагрузкой

Перед испытаниями под нагрузкой необходимо провести цикл работы без нагрузки длительностью не менее 4 часов.

1. Соедините рабочий механизм с валом двигателя
2. Прикройте выходной клапан/затворку (если применимо)
3. Выберите в меню режим местного управления, местное задание, открытый контур управления, нормальный пуск, плавный останов
4. Выставьте значения времени разгона/замедления исходя из типа нагрузки
5. Выставьте значение выходной частоты 10 Гц. В случае больших пульсаций тока, увеличьте значение выходной частоты.
6. Запустите двигатель
7. При подтверждении стабильности работы на 10 Гц, увеличьте выходную частоту на 5 Гц и проверьте работоспособность в течение 30 с – продолжайте увеличивать частоту в таком порядке до достижения её номинального значения.
8. Остановите двигатель
9. Полностью откройте выходной клапан/затворку (если применимо)
10. Перезапустите двигатель на частоте 10 Гц, увеличивайте значение частоты на 5 Гц через каждые 30 с стабильной работы до номинального значения частоты. При возникновении резонанса включите, и настройте режим пропуска резонансных частот для всего диапазона выходной частоты.
11. Остановите двигатель, отметьте время замедления.
12. Установите номинальную частоту, запустите двигатель и отметьте время разгона.
13. Остановите двигатель.
14. Установите настройки согласно требованиям применения: режим управления (местное, удаленное, ПК/ПЛК), источник задания (местный, аналоговый, ПК/ПЛК), режим управления (разомкнутый контур, замкнутый контур) и т. д.
15. Установите верхнее и нижнее значение ограничений выходной частоты.
16. Запустите ПЧ, проверьте работоспособность системы, при необходимости проведите настройку параметров.
17. После окончательной настройки ПЧ должен проработать под нагрузкой в течение 24 часов.







