

Инструкция по заполнению опросного листа на высоковольтные ПЧ VEDADRIVE.

1. Введение

Проекты с применением высоковольтных ЧРП как правило являются более технически сложными и требуют более детальной проработки со стороны партнера и ответственного менеджера Данфосс по сравнению с низковольтными ЧРП. Опросный лист является базовым документом, на основании которого готовятся технико-коммерческие предложения и подбирается спецификация оборудования.

Правильное заполнение опросного листа позволяет избегать в будущем проблем и вопросов с комплектацией оборудования, вызванных разным трактованием и пониманием требуемых функций.

Опросный лист может заполняться представителем конечного заказчика, инженером компании-партнера или региональным менеджером Данфосс, отвечающим за этот проект.

2. Заполнение базовых данных по проекту.

Если предложение на ВВПЧ требуется для предварительной бюджетной оценки и нет возможности или необходимости заполнить опросный лист полностью, то допускается заполнить только минимальные базовые данные из опросного листа. Эти данные может заполнить самостоятельно региональный менеджер или инженер компании-партнера.

К минимальным данным для заполнения ОЛ относятся следующие:

2.1. Раздел «Вводная информация».

В этом разделе в обязательном порядке указывается следующие данные:

- Наименование конечного заказчика (Компания и конкретное предприятие)
- Название компании-партнера, через которого будет реализовываться проект. Если партнер для проекта еще не выбран окончательно, указать список потенциальных партнеров на проект (не более 3х)
- Предполагаемое место доставки оборудования партнеру (город/ жд станция/ терминал / самовывоз из Москвы и т.д.). Если этой информации в момент заполнения ОЛ нет, можно указать в этом пункте доставку до Москвы.
- Предполагаемая дата заказа оборудования (месяц/квартал)
- Количество ПЧ.

2.2. Раздел «Данные по механизму и двигателю»

Обязательно указываются следующие данные:

- Тип механизма (насос/компрессор/дымосос/мельница и т.д.).
Если указывается насос, то нужно указать тип перекачиваемой среды (вода/ шлам / пульпа ...).
Для компрессоров необходимо указать тип (турбо/ поршневой/ винтовой/...).
Для конвейеров необходимо указывать тип конвейера (на подъем/ на спуск) и количество двигателей работающих на одну ленту.
Если механизм приводится от нескольких двигателей через общий вал или редуктор, также необходимо указать эту информацию.
- Данные двигателя. Обязательно - напряжение, мощность, ток. Если данных по току нет, как минимум нужно указать номинальные обороты ЭД. Если не будет указан ток ЭД, ТКП будет выдан на ПЧ переразмеренный на одну ступень.
- Тип двигателя – синхронный/асинхронный. Для синхронных двигателей указать тип возбуждения (щеточное/бесщеточное).
**Подсказка: Бесщеточное возбуждение встречается достаточно редко и используется как правило в нефтегазе на быстроходных двигателях для компрессоров и нагнетателей.*
- Предполагаемая длина кабеля ПЧ-ЭД. Нужно указывать если предполагается большая длина кабеля (больше 800м). Если длина кабеля явно предполагается меньше 800м, можно не указывать.

2.3. Раздел «Данные по месту установки»

В этом разделе нужно указать информацию по предполагаемому месту размещения ПЧ. Из минимально необходимых следующие:

- Указать, если в предполагаемом месте установки есть какие-то агрессивные условия (химия/графит/угольная пыль/ высокая влажность/сильная вибрация).
- Степень защиты корпуса ПЧ. На данный момент Vedadrive предлагается только с IP31/IP41. Не нужно указывать в опросном листе более высокие

требования по степени защиты. Если нужна высокая степень защиты (например ПЧ планируется к установке на улице или в машзале) – это реализуется только с помощью установки ПЧ в Блок-боксе. Производство и заказ блок-бокса партнер делает напрямую у производителя. **Данфосс НЕ делает комплексную поставку ВВПЧ в блок-боксе.**

- Указать, если у заказчика есть обязательные требования по сейсмостойкости.
- Тип обслуживания - одностороннее/двухстороннее. Если не указано, то по умолчанию будет выдаваться одностороннее. Нужно учитывать, что для шкафов двухстороннего обслуживания должно быть предусмотрено свободное пространство не менее 1200мм с задней стороны шкафа и 1500 мм с передней. Шкафы одностороннего обслуживания можно устанавливать задней стороной вплотную к стене. Если нет детальной информации по размеру и плану помещения, в качестве проработки лучше закладывать одностороннее обслуживание.
- Кабельные вводы – сверху/снизу. Если не указано, по умолчанию будут закладываться нижние вводы. Габариты и цена от расположения вводов не меняется. Разница только во внутренней конструкции силовых шин.

2.4. Раздел «Компоненты системы управления»

В этом разделе необходимо указать следующую информацию:

- Если требуется подключение каких-то датчиков от заказчика к ПЧ (на данный момент поддерживаются только термодатчики Pt100/Pt1000/PTC).
- Тип сетевого протокола, который используется на площадке – Modbus/Profibus/Ethernet... (если требуется подключать ПЧ к этой сети). Если не указано, по умолчанию будет заложен Modbus RTU.

2.5. Раздел «Дополнительные опции»

- Опция «Дополнительная ячейка в фазе». Позволяет работать без просадки напряжения в случае срабатывания байпаса ячейки. Без опции байпаса ячейки не дает особых плюсов, кроме дополнительной цены. Если нет конкретных требований от заказчика по поводу этой опции, можно не заполнять. По умолчанию будет предлагаться ПЧ без нее (5 ячеек на фазу для 6кВ, 8 ячеек для 10кВ). Данная опция добавляет ~10% к стоимости ПЧ.

**Замечание – Для синхронных двигателей или при наличии функции синхронного перевода на сеть, эта опция будет присутствовать по умолчанию*

- Опция «Байпас ячейки». Позволяет ПЧ продолжать работу в случае выхода из строя одной из ячеек. Добавляет ~5% к стоимости ПЧ.

**Замечание - В ПЧ VEDADRIVE байпас ячеек НЕЛЬЗЯ использовать для синхронных двигателей (Эту информацию не нужно напрямую озвучивать заказчику).*

- Опция «Синхронизированный перевод на сеть». Включает в себя дополнительный выходной реактор для ПЧ. Позволяет без скачков нагрузки переключать двигатель от ПЧ на сеть и обратно. Для полного комплекта системы перевода на сеть требуется еще дополнительно высоковольтная коммутация (шкафы с контакторами/выключателями) и система управления этими шкафами. Коммутация и шкаф управления могут также использоваться сторонние (от партнера или от заказчика). В данном разделе указывается ТОЛЬКО сама функция синхронизации на сеть (реактор ПЧ).

**Замечание– Опция безударного перевода на сеть используется в системах с каскадным управлением (как правило насосные станции с несколькими насосами), либо в случае использования ПЧ как устройства плавного пуска для нескольких ЭД. Использовать перевод на сеть для одного ЭД экономически нецелесообразно, т.к. стоимость этой функции достаточно высокая. В случае решения 1ПЧ-1ЭД лучше предлагать заказчику решение с постоянной работой двигателя от ПЧ без перевода на сеть.*

- Опция «Система управления синхронизированным переводом на сеть». Опция включает систему управления высоковольтной коммутацией (комплектной от ПЧ или сторонней). Система управления встроена в шкаф ПЧ. Управляется либо локально с кнопочной панели на шкафу реактора, либо удаленно по дискретным сигналам.

В случае использования сторонних ячеек, схема силовой части должна соответствовать одной из типовых стандартных схем из каталога. Если требуется схема коммутации, отличающаяся от стандартной, то систему управления партнер делает и предоставляет самостоятельно.

Замечание - Данная система управляет **только коммутационными ячейками (Вход ПЧ/ Выход ПЧ/ Байпасные ячейки ЭД). У нее нет*

функционала для комплексного управления системой (контроль давления/расхода, каскадное управление насосами и пр.).

2.6. Шкафы высоковольтной коммутации

Выбирается требуемая схема коммутации из каталога. Если нужна схема коммутации отличная от каталога, то ее самостоятельно комплектует партнер. Шкафы коммутации могут быть одностороннего и двухстороннего обслуживания. Ширина стандартного шкафа 1000мм по фасаду. Все коммутационные шкафы включают стандартную систему управления с блокировками и индикацией. Схемы стандартные и не подразумевают специ исполнения под особенные требования заказчика. Шкафы можно устанавливать вместе с ПЧ, в таком случае силовые кабельные перемычки будут идти в комплекте с ПЧ. Можно устанавливать шкафы коммутации отдельно от шкафа ПЧ на расстоянии до 50м. В таком случае силовые и контрольные кабели между ПЧ и коммутацией в комплект поставки входить не будут и их должен поставлять партнер.

- **Схема 1. Шкаф ручного байпаса**

Позволяет запустить двигатель от сети, в случае неисправности ПЧ. Переключение на прямой пуск только при отключенном ВВ питании. Переключение нужно делать вручную непосредственно на шкафе. Подключается «в разрыв» существующей линии двигателя на имеющийся выключатель. Дополнительной ячейки ВВ питания у заказчика не требуется.

**Замечание - Эту опцию имеет смысл предлагать только в том случае, если механизм можно пускать напрямую от сети. Если механизм пускать напрямую от сети нельзя, опция применяться не может.*

- **Схема 2. Шкаф автоматического байпаса**

Все то же самое, что и для ручного байпаса. Главное отличие – можно переключить двигатель на прямой пуск удаленно по сигналу. Никаких защитных функций в шкафу байпаса не предусмотрено. Защита двигателя (при работе от сети) и защита ПЧ по входу осуществляется сетевой ячейкой заказчика. Этот шкаф может использоваться вместе с опцией синхронизации для безударного переключения двигателя на сеть.

- **Схема 3. Шкаф рабочий-резервный ручной**

Позволяет подключить к одному ПЧ 2 двигателя. Переключение между двигателями при отключенном питании, вручную на панели шкафа.

Если возможность прямого пуска двигателей от сети не нужна, то у заказчика должна быть только одна ВВ ячейка для питания ПЧ. Если нужно иметь возможность прямого пуска, то у заказчика должно быть 3 ВВ ячейки (одна для ПЧ и по одной для каждого ЭД).

Таких шкафов можно устанавливать до 2шт и таким образом получить схему 1ПЧ-3ЭД или 1ПЧ-4ЭД.

- **Схема 4. Шкаф рабочий-резервный Автоматический**

Все аналогично предыдущему шкафу. Отличие в возможности переключать удаленно по сигналу.

Таких шкафов можно устанавливать до 2шт и таким образом получить схему 1ПЧ-3ЭД или 1ПЧ-4ЭД.

Этот шкаф может использовать вместе с опцией синхронизации на сеть для переключения нескольких ЭД на сеть (до 4шт). Для этого у заказчика должны быть по одной ВВ ячейке на каждый двигатель и одна ячейка на питание ПЧ (если двигатели питаются от нескольких секций шин, то на питание ПЧ должна быть своя ячейка на каждой секции).

- **Схема 5. Шкаф двойного ручного байпаса**

Конструктивно состоит из двух шкафов ручного байпаса, установленных вместе. Принцип работы тот же, только для 2х ЭД. Можно переключать ПЧ на один из 2х ЭД, а также запустить от сети (один или оба).

Шкафов ручного байпаса можно устанавливать до 4х шт.

- **Схема 6. Шкаф двойного Автоматического байпаса**

То же, что и для предыдущего шкафа, только с возможностью удаленного переключения по сигналу.

Шкафов автоматического байпаса можно устанавливать до 4х шт.

Может использоваться совместно с системой синхронизации на сеть для нескольких ЭД. При этом отдельных ячеек на питание ПЧ у заказчика не требуется, только 4 ячейки питания двигателей.

2.7. Раздел ЗИП

Указать комплект ЗИП (если есть конкретные требования). Если ничего не указано, будет предлагаться стандартный комплект (ячейка, вентилятор, 2 предохранителя, комплект фильтров)

2.8. Раздел «Примечания».

Здесь можно указать особые требования к ПЧ, если они есть. Нужно указывать только конкретные требования, касающиеся самого ПЧ. Копировать целиком главу ТЗ в этот раздел не нужно.

В конце опросного листа обязательно указать имя человека, который заполнил ОЛ.

3. Заполнение остальных пунктов ОЛ.

Для составления окончательной спецификации ПЧ (для включения в проект/ выставления на тендер/ заказа и т.д.) требуется полностью заполнить ОЛ.

Перед заказом ВВПЧ партнер подписывает согласованную спецификацию оборудования, которая определяется на основании ОЛ и согласованных технических требований. Ответственность за проверку соответствия заказанного оборудования требованиям конечного заказчика лежит полностью на партнере/интеграторе. В случае выявления каких-либо особых технических и/или организационных требований заказчика на этапе ШМР, ПНР, эксплуатации оборудования, все дополнительные действия по устранению этих несоответствий будут производиться за счет ответственного партнера.

В данном случае корректное заполнение пунктов ОЛ дополнительно помогает партнерам/интеграторам избежать распространенных технических проблем при запуске оборудования.

3.1. Пункт «Наличие цифрового шкафа возбуждения с управлением по каналу 4-20мА - для синхронных двигателей»

Для работы ПЧ с синхронным двигателем нужно иметь шкаф возбуждения с функцией внешнего управления от ПЧ (задание тока возбуждения и обратная связь по току возбуждения – сигналы 4-20мА, дискретные сигналы «Пуск возбуждения», «Возбуждение готово», «Авария возбудителя». Если на объекте установлен старый шкаф возбуждения без функции внешнего управления от ПЧ, партнер или конечный заказчик должны предусмотреть в проекте замену возбудителя на новый (либо модернизацию старого).

3.2. Пункт «Способ охлаждения двигателя»

Для двигателей с самовентиляцией (крыльчатка на валу двигателя) при снижении скорости соответственно снижается и эффективность охлаждения. При работе на насосно-вентиляторной нагрузке это не критично т.к. при снижении скорости нагрузка на двигателе тоже снижается по квадратичной характеристике. Для механизмов с постоянным моментом (мельницы, экструдеры, дробилки, конвейеры и т.д.) при работе на пониженной скорости двигателя с самовентиляцией могут перегреваться из-за недостаточного охлаждения. Нужно учитывать этот момент при проработке проекта.

3.3. Пункт «Длина кабеля ПЧ-Двигатель»

Кабель между ПЧ и двигателем имеет собственную емкость и индуктивность. При увеличении длины, увеличивается и внутренняя емкость кабеля. При работе ПЧ это приводит к тому, что кабель начинает работать как колебательный LC-контур и усиливает все высокочастотные гармоники и пики напряжения. Величину этих перенапряжений невозможно рассчитать точно, т.к. она зависит помимо длины и от типа кабеля, материала жил и изоляции, способа прокладки и т.д. Для защиты изоляции двигателя от этих перенапряжений, при большой длине кабеля необходимо применять дополнительный дроссель на выходе ПЧ. Т.к. точно величину перенапряжений рассчитать невозможно (она будет разной для каждого конкретного случая), то мы ограничиваем длину кабеля – 800м без фильтра и 2000м с фильтром для того, чтобы обезопасить двигатель от возможных повреждений. Другие производители могут заявлять большие длины кабеля – но это манипулирование цифрами и потенциальная опасность сжечь двигатель.

3.4. Пункт «Мощность сети высокого напряжения»

Этот параметр следует учитывать, особенно на площадках со слабыми сетями или при питании от дизель-генераторов и ГТУ. При подаче высокого напряжения на ВПЧ происходит кратковременный скачок тока на входе ПЧ (~1 сек, до $6 \cdot I_{ном}$), вызванный намагничиванием трансформатора и зарядом конденсаторов в силовых ячейках. При проработке проекта нужно удостовериться, что заказчик готов настроить токовые защиты в питающей ячейке таким образом, чтобы при подаче напряжения не происходило срабатывание защиты и отключения выключателя. Также такой бросок тока при слабых сетях может вызывать кратковременную просадку напряжения, которая приводит к отключению другого оборудования на площадке. Для исключения таких проблем следует предусматривать дополнительную опцию шкафа предзаряда ПЧ. Как правило, если мощность питающей сети как минимум в 3 раза выше мощности ПЧ, такой необходимости не возникает.

3.5. Пункт «Напряжение питания контрольных цепей на объекте»

Стандартно от заказчика на ПЧ должно приходиться питание $\sim 380V$ 3ф + N (питание идет на вентиляторы ПЧ и на питание системы управления). По согласованию с Данфоссом допускается использовать питание вентиляторов от встроенной обмотки трансформатора. В таком случае от заказчика должно приходиться питание $\sim 220V$ (1ф+N). Такой вариант нежелателен и должен применяться только при отсутствии возможности подключить 380V от заказчика. Питание 220V DC (часто используется на подстанциях) не поддерживается.

3.6. Пункт «Высота места установки над уровнем моря»

Допускается стандартно высота места установки ВПЧ до 1000м. Если высота места установки больше, из-за разреженного воздуха ухудшается охлаждение. В таком случае максимально допустимая мощность ПЧ снижается на 1% на каждые 100м превышения.

3.7. Пункт «Наличие и тип вентиляции в месте установки»

При работе ВПЧ происходит выделение большого количества тепла (~4% от активной мощности ПЧ). Если установить ПЧ в замкнутом помещении без доп вентиляции\кондиционирования, это приведет к перегреву и постоянным отключениям и возможному выходу из строя. В целом Данфосс не дает жестких указаний по конструкции системы вентиляции помещения. Главное требование – она должна обеспечивать температуру воздуха в помещении в требуемом диапазоне (1...40°C).

3.8. Пункт «Управление ПЧ по физическим каналам (дискретным, аналоговым)»

Стандартная конфигурация ПЧ подразумевает возможность удаленного управления по дискретным и аналоговым сигналам (Входы: «Пуск», «Стоп», «Аварийный стоп», «Квитирование ошибки», задание скорости по входу 4-20мА, выходы: «Готовность», «Авария», «Предупреждение», сигнал по току и текущей скорости по сигналам 4-20мА). Если требуется другая конфигурация по сигналам управления – требуется согласовывать ее с техническими специалистами Данфосс.

3.9. Пункт «Управление ПЧ по сетевому интерфейсу»

По умолчанию у всех ПЧ предусмотрена возможность подключения по Modbus RTU RS485. Если нужно подключать ПЧ к АСУТП по другому протоколу – указать тип.