**Подключение двигателей к различным видам ПЧ**

 Рассмотрим схемы включения асинхронных двигателей «звезда» и «треугольник» в контексте их питания от преобразователей частоты. Для начала немного освежим в памяти теорию.

Что такое «звезда» и «треугольник»?

 Обычно используются асинхронные двигатели с тремя обмотками, которые можно подключить двумя способами — по схеме «звезда» (обозначается символом «Y») или «треугольник» («Δ» или «D»). Схема соединения должна обеспечивать нормальную работу двигателя при имеющемся напряжении питания.

 Первое, от чего необходимо отталкиваться при выборе схемы — информация на шильдике двигателя. На нем указываются параметры для обеих схем. Наиболее важный параметр — напряжение питания. Напряжение «звезды» в 1,73 раза (точнее в квадратный корень из 3) больше, чем «треугольника». Например, если указано, что напряжение питания двигателя, включенного по схеме «звезда», составляет 380 В, то можно точно сказать, даже не глядя на шильдик, что для включения по схеме «треугольник» необходимо напряжение 220 В. В данном случае напряжение 380 В соответствует линейному напряжению в стандартной сети, и двигатель можно подключать по схеме «звезда» через контактор либо через частотный преобразователь. То же самое справедливо и для случаев, когда напряжение «треугольника», указанное на шильдике, равно 380 В. Тогда, умножая на 1,73, получаем напряжение «звезды» равным 660 В.

 Эти два типа двигателей, отличающиеся напряжениями питания (220/380 и 380/660 В), в подавляющем большинстве случаев используются на практике и имеют свои особенности подключения, которые мы рассмотрим ниже.

Классическая схема «звезда» / «треугольник»

 При питании «напрямую» от промышленной сети с линейным напряжением 380 В подойдут оба типа двигателей. Нужно лишь убедиться, что схема включения обмоток собрана на нужное напряжение.

 Однако на практике для питания в схеме «звезда» / «треугольник» применяют второй тип приводов (380/660 В). Данная схема используется для уменьшения пускового тока мощных двигателей, который может превышать рабочий в несколько раз. Несмотря на то, что этот ток кратковременный, в течение разгона питающая сеть и привод испытывают значительные электрические и механические перегрузки – ведь в первую долю секунды ток двигателя может в 10 раз превышать номинал, плавно снижаясь в процессе разгона.

 Схема подключения «звезда» / «треугольник» приведена во многих источниках, поэтому лишь напомним коротко, как она работает.

 Чтобы сделать процесс пуска более щадящим, сначала напряжение 380 В подают на обмотки двигателя, включенные по схеме «звезда». Поскольку рабочее напряжение этой схемы должно быть больше (660 В), двигатель работает на пониженной мощности. Через несколько секунд, после того, как привод раскрутится, включается «треугольник», для которого 380 В является рабочим напряжением, и двигатель выходит на номинальную мощность.

 Классическую схему мы рассмотрели, а теперь разберём, в каких случаях использовать подключение двигателей в «звезде» и «треугольнике» при питании от преобразователя частоты.

Преобразователи частоты на 220 В

 При питании [преобразователя частоты](https://tehprivod.su/katalog/preobrazovateli-chastoty) от одной фазы (фазное напряжение 220 В) линейное напряжение на его выходе не может быть более 220 В. Поэтому для питания асинхронного двигателя от однофазного ПЧ нужно подключить обмотки привода с напряжениями 380/220 В по схеме «треугольник». Этот же двигатель, подключенный по схеме «звезда», будет работать с пониженной мощностью.

Преобразователи частоты на 380 В

 Трехфазные ПЧ являются более универсальными с точки зрения подключения двигателей с разным напряжением питания. Главное – собрать в клеммнике (борно) двигателя схему на напряжение 380 В. Именно этот вариант используется в большинстве частотных преобразователей, работающих в промышленном оборудовании.

ПЧ с возможностью переключения «звезда» / «треугольник»

 В некоторых преобразователях, работающих с мощными двигателями, имеется возможность оперативного переключения схемы работы. Это делается с целью расширения диапазона регулировки скорости двигателя вверх от номинальной. Метод основан на том факте, что подключение «звездой» обеспечивает более высокий момент на малой скорости, а подключение «треугольником» — высокую скорость. Можно задавать выходную частоту, на которой происходит переключение, время паузы (задержки) переключения, параметры двигателя для первого и второго режимов. У частотных преобразователей такого типа имеются выходы для включения соответствующих контакторов, обеспечивающих формирование нужных схем включения.

Настройки ПЧ для схем «звезда» и «треугольник»

 Когда выбирается схема подключения, нужно помнить о том, что некоторые параметры в настройках ПЧ чувствительны к выбору вида схемы, например, номинальное напряжение и номинальный ток.

 Бывает так, что необходимо подключить двигатель, собранный по схеме «треугольник» на напряжение 220 В, к выходу трехфазного ПЧ, линейное напряжение которого при частоте 50 Гц равно 380 В. Понятно, что в этом случае двигатель нужно включить в «звезду», но иногда этого сделать невозможно.

 Выход есть. Необходимо указать номинальную частоту двигателя равной не 50 Гц, как указано на шильдике, а 87 Гц (в 1,73 раза больше). Аналогичным образом нужно задать и максимальную выходную частоту преобразователя. В результате того, что отношение V/F на выходе ПЧ остается неизменным, на частоте 50 Гц напряжение на обмотках двигателя составит как раз 220 В. При этом верхнюю рабочую частоту двигателя необходимо установить на значение 50 Гц.

 Преимуществом такого подключения является возможность повышения рабочей частоты двигателя выше 50 Гц, при этом вплоть до 87 Гц двигатель не будет терять рабочий момент. В данном случае важно следить за механическим износом системы и за нагревом привода.