

124-125 Лабораторная работа №11. Исследование трёхфазного асинхронного двигателя в однофазном и конденсаторном исполнении

Цель работы

Исследовать схемы для подключения трёхфазного асинхронного двигателя к однофазной цепи. Узнать формулы для расчёта ёмкости конденсаторов.

Краткие сведения из теории

Для подключения трёхфазного двигателя к однофазной сети можно использовать два основных способа:

с помощью **фазосдвигающего конденсатора** (самый простой, но снижает мощность двигателя) или **частотного преобразователя** (наиболее эффективный, позволяет сохранить мощность и управлять оборотами). Третий способ, **перемотка обмоток**, возможен, но требует специфических знаний и не всегда целесообразен.

1. С помощью фазосдвигающего конденсатора

- **Принцип работы:** Создается искусственная третья фаза путем сдвига фаз с помощью конденсатора.

- **Схема подключения:** Обмотки двигателя соединяются по схеме "треугольник". Две обмотки подключаются к однофазной сети напрямую, а третья — через рабочий конденсатор.

- **Расчёт ёмкости конденсатора:** Используется формула (мкФ)
 $C = k \cdot I / U$, где k — коэффициент (4800 для "треугольника" или 2800 для "звезды"), I — номинальный ток двигателя, а U — фазное напряжение сети (220 В).

- **Ограничения:**

Мощность двигателя снижается примерно до 50%.

Снижается пусковой момент и скорость вращения.

Требуется правильный подбор конденсатора.

- **Рекомендации:** Этот метод подходит для двигателей малой мощности (до 1.2 кВт) и для случаев, где полная мощность не требуется, например, для раскрутки двигателя на холостом ходу.

2. С помощью частотного преобразователя (инвертора)

- **Принцип работы:** Преобразователь выпрямляет однофазное напряжение 220 В и на выходе формирует трёхфазное напряжение с регулируемой частотой и напряжением.

- **Подключение:**

Двигатель подключается к выходам преобразователя.

Частотный преобразователь подключается к однофазной сети 220 В.

- **Преимущества:**

Сохраняется полная номинальная мощность двигателя.

Обеспечивается плавный пуск и торможение.

Есть возможность регулировать обороты.

Есть защита от перегрузок.

- **Ограничения:** Преобразователь должен быть рассчитан на необходимую мощность двигателя (например, при подключении двигателя 3 кВт к однофазной сети 220 В потребуется преобразователь на 3 кВт и выше, с возможностью работы от однофазной сети).

3. Другие методы

- **Перемотка обмоток:**

Принцип работы: Перематывается одна из обмоток двигателя, чтобы адаптировать его к однофазному напряжению.

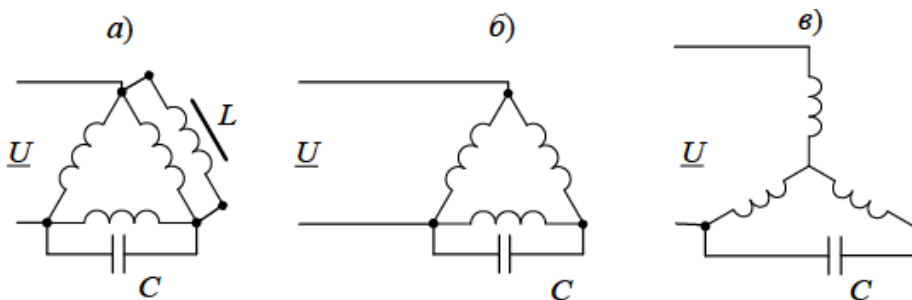
Сложность: Требуется специальных знаний, навыков и является необратимым процессом.

Ограничения: Этот метод не всегда оправдан, так как может быть сложно и трудоемко.

Вывод

Если вам нужно сохранить полную мощность и иметь возможность регулировать обороты, лучше использовать частотный преобразователь. Если же речь идет о простом подключении двигателя малой мощности без особых требований к нагрузке, можно использовать конденсатор.

Если возникает необходимость использовать трёхфазный асинхронный двигатель в однофазной сети, его включают по схемам, приведенным на рисунках *а*, *б* и *в*.



Схемы включения трехфазного асинхронного двигателя при питании его от однофазной сети

Так же как и в конденсаторном двигателе, ёмкость конденсаторов во всех схемах пропорциональна нагрузке. В двигателе, включенном по схеме, показанной на рисунке *а*, при точном подборе ёмкости и индуктивности создается круговое вращающееся магнитное поле.

Это означает, что при расчётной нагрузке двигатель может развить такую же мощность как трёхфазный. При использовании указанной схемы имеются технические трудности: если ёмкость (в мкФ) конденсатора можно рассчитать по формуле:

$$C_p = 4800 \cdot I_1 / U_1$$

то индуктивность подбирается экспериментально, так, чтобы напряжения на индуктивности и на ёмкости равнялись напряжению сети.

При использовании схемы, показанной на рисунке *б*, можно получить 70-80 % мощности трёхфазного двигателя. Снижение мощности происходит за счёт того, что магнитное поле получается не круговое, а эллиптическое.

Иногда в клеммной коробке имеются только начала обмоток, а концы соединены в «звезду» внутри двигателя. При таком соединении требуется разборка для нахождения концов обмоток.

По схеме, приведенной на рисунке в, значение тока будет в $\sqrt{3}$ раз меньшим, чем в предыдущей схеме, поэтому мощность будет также в $\sqrt{3}$ раз меньше и составит 40-46 % мощности трёхфазного двигателя. Ёмкость конденсаторов (в мкФ) в этом случае

$$C_p = 2800 \cdot I_1 / U_1$$

Порядок выполнения работы

- 1 Перечислить способы подключения трёхфазного двигателя к однофазной сети.
- 2 Для каждого способа отметить его достоинства и недостатки.
- 3 Начертить схемы подключения с помощью конденсаторов.
- 4 Привести формулы расчёта ёмкости конденсатора при соединении обмоток двигателя звездой и треугольником.
- 5 Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1 Какую функцию выполняет преобразователь частоты?
- 2 Какие преимущества имеет питание двигателя от преобразователя частоты?
- 3 Какие ограничения имеет питание двигателя от преобразователя частоты?
- 4 В чём преимущества применения схемы с конденсатором и дросселем?
- 5 Как рассчитывается ёмкость конденсатора при соединении обмоток двигателя треугольником?
- 6 Как подбирается индуктивность?
- 7 В чём недостатки применения схемы подключения без индуктивности?
- 8 Почему приходится применять схему подключения обмоток двигателя звездой?
- 9 По какой формуле рассчитывается ёмкость конденсатора при соединении обмоток двигателя звездой?
- 10 Какой процент мощности трёхфазного двигателя можно получить, если подключить его к однофазной сети с помощью конденсатора при соединении обмоток треугольником и звездой?