

## ПЛАН ЗАНЯТИЯ

Дата **11.09.2023.** Группа: ХКМ 3/1. Курс: 3

**Дисциплина:** Электротехника и основы электроники

**Специальность:** 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

**Тема занятия:** Определение мощности и выбор электродвигателя для компрессора

**Цель занятия:**

*-методическая* - совершенствование методики проведения практического занятия;

*- учебная* – знать общие понятия об электрооборудовании холодильных машин.;

*- воспитательная* – обучать учащихся соотносить полученные знания с наблюдаемыми явлениями.

**Вид занятия:** Практическое занятие

**Форма проведения занятия:**

**Межпредметные связи:**

*Обеспечивающие:* Техническая механика, Физика

*Обеспечиваемые:* курсовое и дипломное проектирование

### Рекомендуемая литература

Основная литература:

1.Б.И.Петленко. Электротехника и электроника. М.: «Академия», 2014.-319 с.

2.Ю.Г.Лапытин, В.Ф. Атарщиков. Контрольные материалы по электротехнике и электронике 2016

Дополнительная литература:

1. А.С.Касаткин.,М.В.Немцов. Электротехника.М. : Издательский центр «Академия», 2015 г..

2. Прошин В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике. (2-е-изд., стер.) Уч.пос.НПО. «Академия», 2015-2016.

**Тема:** Определение мощности и выбор электродвигателя для компрессора

**Цель:** Научиться определять мощность и выбирать электродвигатель для компрессора по заданным параметрам

### Порядок расчета и выбора электродвигателя для компрессора

1. Рассчитывается холодопроизводительность  $q_0$  (кДж/кг) 1 кг хладагента

$$q_0 = i'_1 - i_4,$$

где  $q_0$  — разность энтальпий конца и начала процесса кипения хладагента в испарительной системе.

2. Определяется массовый расход пара  $M$  (кг/с) по формуле:

$$M = \frac{Q_0}{q_0}$$

где  $Q_0$  — нагрузка на компрессор с учетом потерь, кВт.

3. Вычисляют теоретическую (адиабатную) мощность компрессора

$$N_T = M (i_2 - i_1),$$

где  $i_2 - i_1$  — разность энтальпий конца и начала процесса сжатия в компрессоре.

Приведенные энтальпии определяются по таблицам параметров циклов холодильных машин.

4. Определяется действительная (индикаторная) мощность компрессора  $N_i$  (кВт)

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i},$$

где  $\eta_i$  — индикаторный КПД.

Для бескрейцкопфных компрессоров индикаторный КПД можно принимать  $0,79 \div 0,84$ . Большие значения коэффициента относятся к более крупным компрессорам. Для малых, средних компрессоров, работающих на хладагонах, индикаторный КПД можно принимать от  $0,65 \div 0,8$ .

5. Рассчитывают эффективную мощность  $N_e$  (кВт) на валу компрессора.

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m},$$

где  $\eta_m$  — (механический КПД, учитывающий потери на трение.

Для крупных бескрейцкопфных компрессоров механический КПД можно принимать от 0,82÷0,92; для малых и средних компрессоров, работающих на хладагонах, — от 0,84÷0,97; причем, большие значения коэффициентов относятся к более крупным машинам.

Эффективная мощность  $N_e$  равна мощности электропривода  $P_k$ ,

6. По мощности  $P_k$  подбирают электродвигатель компрессора с запасом мощности 10—15%.

Следует учесть, что электротехническая промышленность выпускает асинхронные двигатели серии 4А (табл. 1) взамен А2 и АО2. Обозначение типа электродвигателя расшифровывается так: 4 — порядковый номер серии; А — асинхронный; Р — двигатель с повышенным пусковым моментом; число после буквенного обозначения показывает высоту оси вращения В мм; буквы S, М, L, А, В — установочные размеры по длине корпуса; цифра после этого — число полюсов; буква У — климатическое исполнение (умеренный климат); последняя цифра — категория размещения: 1 — Для работы на открытом воздухе; 3 — для закрытых неотапливаемых помещений.

Выбор частоты вращения двигателя определяется типом передачи, частотой вращения вала компрессора и конструкцией агрегата. Соединение двигателя с компрессором желательно без передачи.

Если частоты вращения двигателя и вала компрессора не совпадают, допустимо применение клиноременной передачи. Рекомендуемое передаточное число находится в пределах 2—3.

В заключение определяется величина минимального допустимого напряжения, при котором агрегат может быть пущен в ход. Формула расчета этого напряжения имеет вид:

$$U_{\text{доп}} = \sqrt{\frac{P_k/P_n + 0,1}{0,8 \cdot K_n}} \cdot 100,$$

где  $U_{\text{доп}}$  — допустимое напряжение (в % от номинального);

$P_n$  — номинальная мощность двигателя, кВт;

$P_k$  — эффективная мощность на валу компрессора, кВт;

$K_n$  — кратность пускового момента;

$$K_n = \frac{M_{\text{пуск.}}}{M_n}$$

Расчет этого напряжения обусловлен следующим обстоятельством.

Момент на валу асинхронного двигателя пропорционален квадрату напряжения. Таким образом, даже небольшое понижение напряжения в момент пуска резко снижает пусковой момент  $m^3/c$ .

В тех случаях, когда питающая сеть недостаточно мощна и снижение напряжения при пуске может оказаться превышающим расчетную величину минимального допустимого напряжения, следует производить пуск при разгруженном компрессоре, либо применить двигатель с фазным ротором.

**Данные для расчета взять из таблицы 2**

Таблица 1- Технические данные некоторых асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором серии А4 (закрытое обдуваемое место)

| Тип двигателя | $P_{\text{ном}}$<br>кВт | $n$<br>об/<br>мин | $\eta$<br>% | $\cos \phi$ | $\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$ | $\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}}$ | $\frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}}$ |
|---------------|-------------------------|-------------------|-------------|-------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| 4A63B2Y3      | 0,5                     | 2740              | 73          | 0,86        | 4,5                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4A71A2Y3      | 0,7                     | 2840              | 77          | 0,87        | 5,5                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4A71B2Y3      | 1,1                     | 2810              | 77,5        | 0,87        | 5,5                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4A80A2Y3      | 1,5                     | 2850              | 81          | 0,85        | 6,5                                      | 2,1                                      | 2,6                                      |
| 4A80B2Y3      | 2,2                     | 2850              | 83          | 0,87        | 6,5                                      | 2,1                                      | 2,6                                      |
| 4A90L2Y3      | 3,0                     | 2850              | 84,5        | 0,88        | 6,5                                      | 2,1                                      | 2,5                                      |
| 4A100S2Y3     | 4,0                     | 2880              | 86,5        | 0,89        | 7,5                                      | 1,2                                      | 2,2                                      |
| 4A100S2Y3     | 5,5                     | 2880              | 87,5        | 0,92        | 7,5                                      | 1,2                                      | 2,2                                      |
| 4A71A4Y3      | 0,5                     | 1390              | 70,5        | 0,7         | 4,5                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4A71B4Y3      | 0,7                     | 1390              | 72,0        | 0,73        | 4,5                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4A80A4Y3      | 1,1                     | 1420              | 75,0        | 0,81        | 5,0                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4A80B4Y3      | 1,5                     | 1415              | 77,0        | 0,83        | 5,0                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4A90L4Y3      | 2,2                     | 1425              | 80,0        | 0,83        | 6,0                                      | 2,1                                      | 2,4                                      |
| 4A100S4Y3     | 3,0                     | 1435              | 82,0        | 0,83        | 6,0                                      | 2,0                                      | 2,4                                      |
| 4A100L4Y3     | 4,0                     | 1430              | 84,0        | 0,84        | 6,0                                      | 2,0                                      | 2,4                                      |
| 4A112M4Y3     | 5,5                     | 1445              | 85,5        | 0,85        | 7,0                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4A132S4Y3     | 7,5                     | 1455              | 87,5        | 0,86        | 7,5                                      | 2,2                                      | 3,0                                      |
| 4A132M4Y3     | 11,0                    | 1460              | 87,5        | 0,87        | 7,5                                      | 2,2                                      | 3,0                                      |
| 4AP160S4Y3    | 15,0                    | 1465              | 86,5        | 0,83        | 7,5                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4AP160M4Y3    | 18,5                    | 1465              | 88,5        | 0,87        | 7,5                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4AP180S4Y3    | 22                      | 1460              | 89,0        | 0,87        | 7,5                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4AP180M4Y3    | 30                      | 1460              | 90,0        | 0,87        | 7,5                                      | 2,0                                      | 2,2                                      |
| 4A200M4Y3     | 37                      | 1460              | 90,0        | 0,87        | 7,5                                      | 1,2                                      | 2,0                                      |

7. Выбрать двигатель и сделать расшифровку

8. Выводы

### Варианты заданий

| №  | ФИО        | Задание                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Акатов     | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 90.7$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температурой конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор П80 (хладагент аммиак) |
| 2  | Бемещук    | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 62.8$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температура конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор ПБ60 (хладагент R22)    |
| 3  | Заступайло | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 84.9$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температура конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор ПБ80 (хладагент R22)    |
| 4  | Корниенко  | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 62.8$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температура конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор ПБ40 (хладагент R22)    |
| 5  | Козенко    | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 68.0$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температурой конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор П60 (хладагент аммиак) |
| 6  | Литвиненко | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 45.5$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температурой конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор П40 (хладагент аммиак) |
| 7  | Прокопенко | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 90.7$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температурой конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор П80 (хладагент аммиак) |
| 8  | Скрыпник   | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 62.8$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температура конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор ПБ60 (хладагент R22)    |
| 9  | Стащенко   | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 84.9$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температура конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор ПБ80 (хладагент R22)    |
| 10 | Таран      | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 62.8$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температура конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор ПБ40 (хладагент R22)    |
| 11 | Чиркин     | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 68.0$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температурой конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор П60 (хладагент аммиак) |
| 12 | Юрьев      | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 45.5$ кВт, температура кипения $t_o = -15$ °С, температурой конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор П40 (хладагент аммиак) |

|    |          |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | Тимченко | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 62.8$ кВт, температура кипения $t_0 = -15$ °С, температура конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор ПБ40 (хладагент R22)    |
| 14 | Бугрым   | Подобрать электродвигатель к компрессору с холодопроизводительностью $Q = 68.0$ кВт, температура кипения $t_0 = -15$ °С, температурой конденсации $t_k = 30$ °С, число оборотов вала компрессора $n = 1450$ об/мин, компрессор П60 (хладагент аммиак) |

### Контрольные вопросы

1. Для чего применяется компрессор?
2. Как классифицируются компрессоры по принципу действия?
3. Какими способами регулируется производительность компрессорной установки?

### Задание для самостоятельной работы:

1. Выполнить практическую работу
2. Письменно ответить на контрольные вопросы
3. Фотографию практической работы прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, 11.09.2023, группа ХКМ 3/1 «Электротехника и основы электроники»