

Фазылова Алина Ринатовна

бакалавр, магистрант, инженер

Толкачев Антон Александрович

магистрант

Алматинский университет энергетики и связи

г. Алматы, Республика Казахстан

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Аннотация: в данной статье представлена методика выбора диодного модуля на основе расчетов основных параметров силовых элементов частотного преобразователя.

Ключевые слова: силовые элементы, частотное преобразование, основные параметры, расчет.

Для того чтобы определить параметры силовой системы преобразователя частоты необходимо проанализировать исходные данные. Привод исследуемого объекта осуществляется благодаря двигателю переменного тока имеющий следующие характеристики:

- номинальное напряжение 380 В;
- мощность двигателя 160 кВт;
- КПД двигателя определяется стандартом IEC 60034–30:2008 (таблица 1)

для определенного числа полюсов.

Таблица 1

Значение КПД электродвигателя

Мощность кВт	Число полюсов		
	2	4	6
160	93,8%	93,6%	93,4%

– Исследуемый двигатель имеет номинальную мощностью 160кВт с числом полюсов 4, КПД его составляет 96,1% и $\cos \varphi = 0.88$. Тем не менее, необходимо

использовать данные из таблицы 1, в соответствии со стандартом ИЕС 60034–30:2008. Таким образом, КПД двигателя составляет 93.6% и номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 0.85$. Номинальный ток статора находится по формуле [1]:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_d * \cos \varphi * \eta_n}, \text{ А} \quad (1)$$

где P_n – номинальная мощность двигателя (Вт), U_d – номинальное напряжение (В), $\cos$ – коэффициент мощности, η_n – номинальное кпд двигателя.

Подставив исходные данные в формулу (1) можно определить номинальный ток статора:

$$I_n = \frac{160000}{\sqrt{3} * 380 * 93.6 * 0.85} = 3.055, \text{ А} \quad (2)$$

Далее необходимо провести расчеты выпрямителей. Диоды выбираются исходя из значения предельного тока, протекающего через диод и максимального значения обратного напряжения. Также необходимо учитывать охлаждение вентиля.

Класс вентиля определяется из неравенства [2]:

$$K_{zn} * U_m \leq U_v \quad (3)$$

где K_{zn} – коэффициент запаса ($1,64 \div 2$), U_m – максимальное напряжения вентиля (В), U_v – напряжение класса вентиля (В).

Коэффициент запаса был выбран максимальным, то есть равным 2.

Максимальное значение напряжения определяется по формуле:

$$U_m = K_c * U_p, \text{ В} \quad (4)$$

где K_c – коэффициент вероятности повышение напряжения. U_p – рабочее напряжение вентиля (В).

В соответствии с ГОСТ 32144 – 2013, о предельно допустимых значениях отклонения напряжения коэффициент K_c равен 1,2.

Далее вычислим максимальное значение напряжения диодов по формуле [1]:

$$U_{\max} = \sqrt{2} * U_{\phi}, \text{ В} \quad (5)$$

Таким образом:

$$U_{\max} = \sqrt{2} * 380 = 538, \text{ В}$$

$$U_{\text{.м}} = 1.2 * 538 = 645.6, \text{ В}$$

$$U_{\text{зн}} * U_{\text{.м}} = 2 * 645.6 = 1291.2, \text{ В}$$

Далее необходимо определить среднее значение напряжения выпрямителя согласно формуле:

$$E_d = \frac{n}{\pi} * \sqrt{2} * U_{\phi} * \sin \frac{\pi}{n}, \text{ В} \quad (6)$$

где n – число импульсов схемы выпрямителя.

Исходя из того, что схема выпрямителей мостовая, то число пульсаций равно 6 ($n=6$). Таким образом, в соответствии с формулой (9) среднее значение напряжения выпрямителя равно:

$$E_d = \frac{6}{\pi} * \sqrt{2} * 380 * \sin \frac{\pi}{6} = 513, \text{ В}$$

Для нахождения значения тока вентиля необходимо знать мощность:

$$E_d = \frac{6}{\pi} * \sqrt{2} * 380 * \sin \frac{\pi}{6} = 513, \text{ В} \quad (7)$$

где P_d – номинальная мощность электродвигателя (Вт), $\eta_{\text{вып}}$ – КПД выпрямителя, η_n – номинальный КПД электродвигателя.

Таким образом, согласно формуле 7:

$$P_d = \frac{P_n}{\eta_{\text{вып}} * \eta_n}, \text{ В}$$

Далее необходимо найти ток протекающий в схеме выпрямления:

$$P_d = \frac{160000}{0.98 * 0.93} = 175554.09, \text{ А} \quad (8)$$

Таким образом, согласно формуле 8 ток, протекающий в схеме выпрямления составляет:

$$I_d = \frac{175554.09}{0.98 * 0.95 * 513} = 367.57, \text{ A}$$

Так как мостовая схема трехфазная ток вентиля определяется по формуле [2]:

$$I_{dB} = K_n * K_o * \frac{I_d}{3}, \text{ A} \quad (9)$$

где k_n – коэффициент перегрузки преобразователя по току, K_o – коэффициент запаса охлаждения ($K_o = 1$), I_d – ток выпрямителя (А), 3 – количество фаз.

В соответствии с формулой (9), ток вентиля равен:

$$I_{dB} = 1.6 * 1 * \frac{367.57}{3} = 196.04, \text{ A}$$

Выпрямительная схема является нелинейным компонентом, поэтому для того, чтобы улучшить форму тока (приблизить к синусоидальному) необходимо применить схему с большим числом пульсаций. Таким образом, на рисунке 1 показана двенадцатипульсная схема выпрямителя с параллельным мостовым включением.

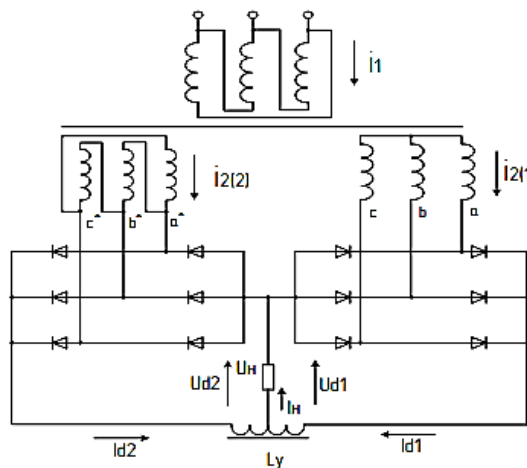


Рис. 1. Схема выпрямителя

В соответствии с расчетами, приведенными в данной статье, был выбран диодный модуль SKKD 163 [3].

Список литературы

1. Преобразовательная техника / Сост.: А.А. Лопатин, А.В. Казанцев. – Красноярск: ИПЦ ПИ СФУ, 2007. – 79 с.

2. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. – М.: Высшая школа, 1982. – 496 с.

3. Интернациональная компания Semikron // Semikron. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.semikron.com/service-support/semisel-simulation.html> (дата обращения: 02.05.2016).