

При $D_2 = 71,2 \cdot 10^{-3}$ м и $d_0 = 24 \cdot 10^{-3}$ м [8], с учетом указанных выше коэффициентов $Z_{opt} = 66 \dots 110$, что значительно превосходит оптимальное опытное значение $Z_{opt} = 36$.

При определении числа пазов массивного зубчатого ротора рекомендуется пользоваться формулой (7).

Литература

1. Могильников В.С., Олейников А.М., Стрельников А.Н. Асинхронные двигатели с двухслойным ротором. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 120 с.

2. Гаврилюк И.А. Электропривод вибрирующих рабочих органов почвообрабатывающих и свеклоуборочных машин: Автореф. дисс., канд. тех. наук, Киев, 1982. – 24 с.

3. Иванов В.В. Экспериментальные исследования асинхронного двигателя с двухслойным асинхронным ротором. – Электротехническая промышленность.: Сер. Электрические машины, 1982, вып. 4(134), с. 17–19.

4. Калинин Л.А., Шипуль П.Т., Гурин В.В. Результаты исследования асинхронных электродвигателей с ферромагнитными гильзами на роторе для автоматизированных электроприводов. – Сб. научн. тр./Бел. ин-т мех. с.х. – Горки, 1976, с. 44–48.

5. Юньков М.Г. Электропривод – уровень и перспективы. – Электротехника, 1980, №1, с. 33–36.

6. Лищенко А.И., Лесник В.А. Асинхронная машина с массивным ферромагнитным ротором оптимальной геометрии. – Киев, ИЭД АН УССР, 1978. – 186 с.

7. Лищенко А.И. Оптимальные конструктивные параметры массивного ротора асинхронных машин различной мощности. – Электротехника, 1983, №1, с. 4–7.

8. Сазонов Н.А., Шумилин Г.Д. Асинхронный привод с массивным ротором электродвигателя в сельскохозяйственном водоснабжении. В кн.: Вопросы сельскохозяйственной механики. – Мн. 1964, т.12, с. 187–245.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ

Гурин В.В., Бабаева Е.В., Батраков Д.В., (БГАТУ) г. Минск

Трехфазный асинхронный электродвигатель, как объект защиты, может быть представлен структурной схемой, содержащей входные и выходные параметры, а также возмущения (рисунок 1).

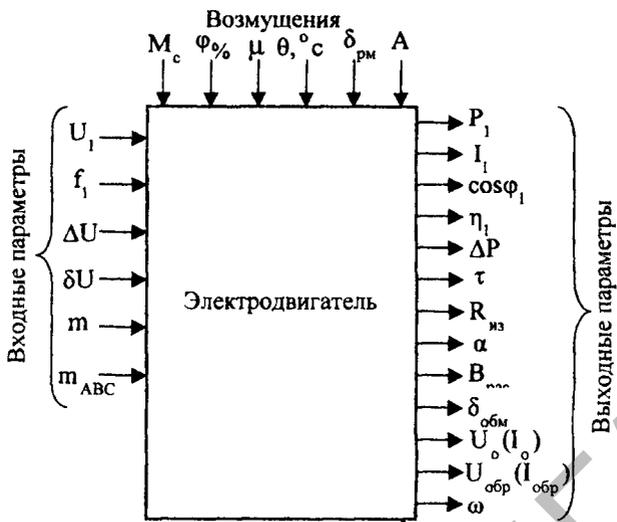


Рисунок 1 – Структурная схема асинхронного трехфазного электродвигателя как объекта защиты: U_1 - напряжение; f_1 - частота; ΔU - отклонение напряжения от номинального; δU - несимметрия напряжения питания; m - число фаз питающей сети; m_{ABC} - чередование фаз питающей сети; M_c - момент на валу электродвигателя; $\Phi\%$, $\theta, ^\circ\text{C}$, μ - влажность, температура, молекулярный состав воздуха (наличие аммиака, углекислоты и т.д.); $\delta_{рм}$ - вибрация рабочей машины; A - теплоотдача, которая может изменяться при засорении корпуса электродвигателя или отсутствии вентилятора охлаждения; P_1 - потребляемая из сети мощность; I_1 - потребляемый из сети ток; $\cos\phi_1$ - коэффициент мощности; η_1 - КПД; ΔP - потери мощности; τ - температура превышения обмотки; $R_{из}$ - сопротивление изоляции; α - угол между токами и напряжениями отдельных фаз; $B_{расс}$ - индукция полей рассеяния обмотки; $\delta_{обм}$ - вибрация обмоток; $U_0(I_0)$ - напряжения (токи) нулевой последовательности; $U_{обр}(I_{обр})$ - напряжения (токи) обратной последовательности; ω - угловая скорость ротора.

Любое изменение входных параметров или возмущений приводит к изменению выходных параметров.

Установим изменение основных параметров электродвигателя при перегрузке: потребляемой мощности P_1 ; потребляемого тока I_1 ; коэффициента мощности $\cos\phi_1$; температуры превышения τ ; потерь мощности. Считаем, что электродвигатель питается трехфазным номинальным симметричным напряжением.

Относительное изменение потребляемой мощности при перегрузке в процентах к мощности при номинальной нагрузке определяется выражением:

$$P^* = \frac{P_{1,25} - P_{1n}}{P_{1n}} \cdot 100\% = \frac{1,25\eta_n - \eta_{1,25}}{\eta_{1,25}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Относительное изменение тока при перегрузке в процентах к номинальному току определяется выражением:

$$I^* = \frac{I_{1,25} - I_{1n}}{I_{1n}} \cdot 100\% = \frac{(1,25 \cos\varphi_n \cdot \eta_n - \cos\varphi_{1,25} \cdot \eta_{1,25})}{\cos\varphi_{1,25} \cdot \eta_{1,25}} \cdot 100\% \quad (2)$$

Относительное изменение $\cos\varphi$ в процентах к номинальному значению $\cos\varphi_n$ определяется выражением:

$$\cos\varphi^* = \frac{\cos\varphi_{1,25} - \cos\varphi_n}{\cos\varphi_n} \cdot 100\% \quad (3)$$

Относительное изменение температуры превышения обмотки к номинальной температуре в процентах составит:

$$\tau^* = \frac{\tau_{1,25} - \tau_{\text{раб}}}{\tau_{\text{раб}}} \cdot 100\% = \frac{1,25\eta_n - \eta_{1,25} - 0,25\eta_n \cdot \eta_{1,25}}{(1 - \eta_n) \cdot \eta_{1,25}} \cdot 100\% \quad (4)$$

Относительное изменение потерь мощности к номинальным потерям в процентах составит:

$$\Delta P^* = \frac{\Delta P_{1,25} - \Delta P_n}{\Delta P_n} \cdot 100\% = \frac{1,25\eta_n - \eta_{1,25} - 0,25\eta_n \cdot \eta_{1,25}}{(1 - \eta_n) \cdot \eta_{1,25}} \cdot 100\% \quad (5)$$

Следовательно, относительное изменение превышения температуры и относительное изменение потерь мощности определяются одинаковыми уравнениями (4) и (5).

Для количественного анализа приведенных выражений воспользуемся данными, приведенными в справочнике [1]. Анализ упрощается тем, что в уравнениях (1)...(5) участвуют только энергетические параметры электродвигателя: КПД и коэффициент мощности.

Приведены расчеты относительного изменения P^* , I^* , $\cos\varphi^*$, τ^* для электродвигателей серии 4А мощностью до 30 кВт. Расчеты выполнены с применением компьютерной программы MS Excel. В качестве примера на рис.2 изображено изменение указанных параметров для четырех асинхронных электродвигателей.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Наибольшее изменение при перегрузке 25% имеет температура τ^* , затем мощность P^* и ток I^* .

2. Наименьшее процентное изменение при перегрузке 25% имеет параметр $\cos\varphi^*$, причем этот параметр приемлем только для электродвигателей малой мощности (примерно до 5,5 кВт). При больших мощностях этот параметр не годится из-за нулевых или отрицательных значений приращения параметра.
3. Если сравнить изменение параметров P^* и I^* при перегрузке 25%, то для всех синхронных частот вращения вначале, до мощности 5,5 кВт, лидирует P^* , а при больших номинальных мощностях имеем примерно одинаковое изменение P^* и I^* .
4. В сельском хозяйстве распространены электродвигатели малых мощностей (до 5 кВт – 75% всех электродвигателей). Контроль их перегрузки наиболее «чувствительно» выполнять по температуре и по потребляемой мощности.

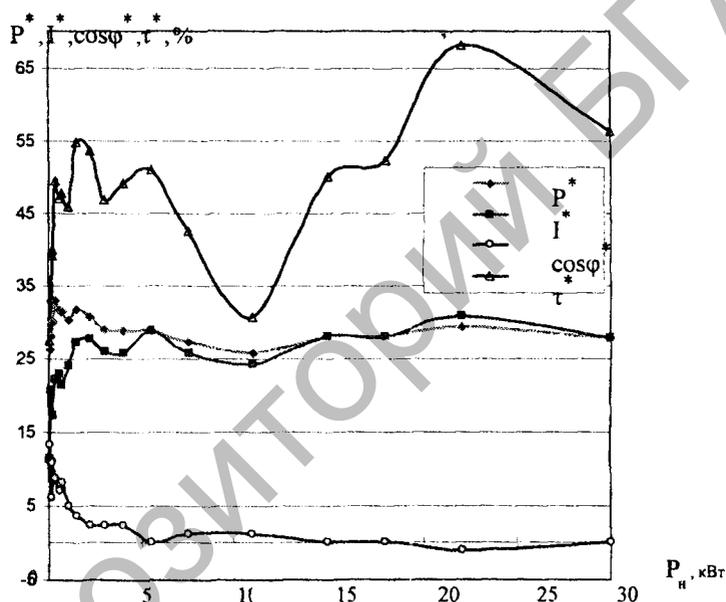


Рисунок 2 – Относительное изменение параметров электродвигателя основного исполнения (до 30 кВт) при перегрузке от номинальной мощности при частоте вращения 1500 мин^{-1} .

Литература

1. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник. А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.Н. Соболевская. – М.: энергоиздат, 1982. – 504 с.