

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра САУ

ОТЧЕТ
по практической работе № 2
по дисциплине «Акустическое проектирование электроэнергетического
оборудования»
ТЕМА: РАСЧЕТ АМПЛИТУДЫ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО МОМЕНТА В
АСИНХРОННОМ ДВИГАТЕЛЕ ПРИ НЕСИММЕТРИИ
НАПРЯЖЕНИЯ В СЭЭС
Вариант 1

Студент гр. 9492

Викторов А.Д.

Преподаватель

Доброскок Н.А.

Санкт-Петербург

2024

Постановка задачи

Включение в состав судовой электроэнергетической системы (СЭЭС) нелинейных электрических элементов является одной из причин ухудшения качества электроэнергии. Нелинейные электрические аппараты (статические выпрямители, преобразователи частоты и др.) приводят к появлению высших гармоник напряжения в сетях постоянного и переменного тока, несимметрии напряжения СЭЭС. Пульсация электрической энергии является причиной существенного ухудшения вибрационных характеристик электрооборудования, в том числе электрических машин (ЭМ). Расчет вибрации судовых ЭМ с учетом заданных показателей качества электроэнергии в СЭЭС включает расчеты амплитуды пульсирующего момента и переменных радиальных электромагнитных сил в асинхронном двигателе при несимметрии и несинусоидальности напряжения в СЭЭС. На основе этих данных можно рассчитать ожидаемые уровни вибрации асинхронного двигателя (АД), возбуждаемой электромагнитными силами. Результаты таких расчетов позволяют выбрать и рассчитать эффективность амортизаторов с учетом судовых условий.

Исходные данные

Амплитуда составляющих прямой и обратной последовательностей фазных напряжений U_1, U_2 , В; частота напряжения питания f_1 , Гц; скольжение S ; число пар полюсов p ; параметры схемы замещения АД: – активное и индуктивное сопротивления рассеяния обмотки статора r_{st}, x_{st} , Ом; – приведенные активные и индуктивные сопротивления рассеяния обмотки ротора r_{rt}, x_{rt} , Ом; – активное и индуктивное сопротивление контура намагничивания r_m, x_m , Ом. Требуется найти. Амплитуду пульсирующего момента M , Н · м; коэффициент обратной последовательности напряжения $K_{o.n.}$. Данные для расчета приведены в Таблице 1.

Таблица 1 - Данные для расчета

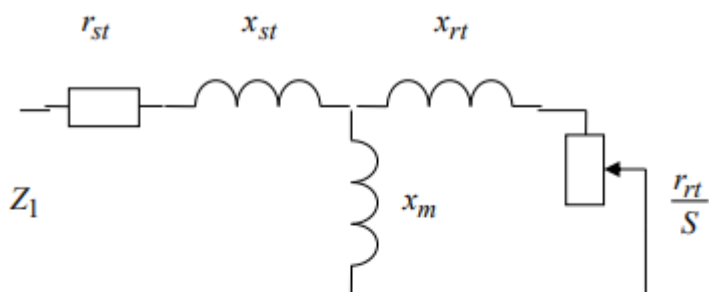
Величина	Размерность	1
U_1	В	220
U_2	В	4,5
f	Гц	50
S	–	005
p	–	2
R_{st}	Ом	2,4
X_{st}	Ом	2,8
R_{rt}	Ом	1,3
X_{rt}	Ом	4,6
X_m	Ом	50

Амплитуду пульсирующего момента можно найти по следующей формуле:

$$M_{2\omega_1} = \frac{1}{\omega_1} 3p U_1 U_2 |Y_1 - Y_2|,$$

где Y_1 и Y_2 – проводимости схем замещения для прямой и обратной

последовательности, представленных на рисунке 1. $\left(Y_i = \frac{1}{Z_i} \right)$



б

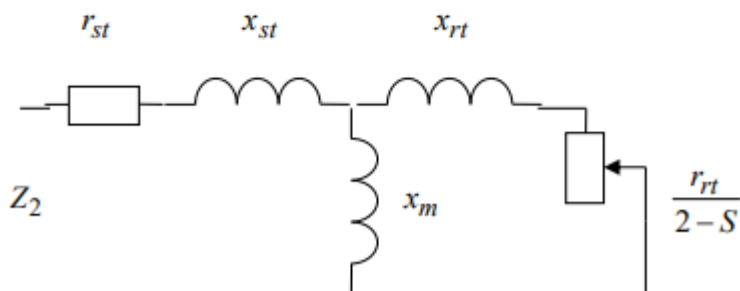


Рисунок 1 - Схемы замещения для прямой (сверху) и обратной (снизу) последовательности

В целях уменьшения вероятности допустить ошибку при расчете требуемых величин произведем расчет в среде Matlab. Исходный код скрипта представлен в листинге 1.

Листинг 1 – Исходный код скрипта расчета

```
U1 = 220;  
U2 = 4.5;  
f = 50;  
s = 0.05;  
p = 2;  
Rst = 2.4;  
Xst = 1i*2.8;  
Rrt = 1.3;  
Xrt = 1i*4.6;  
Xm = 1i*50;  
  
omega = 2*pi*f;  
  
Z1 = calc_schema(Rst, Xst, Xm, Xrt, Rrt/s);  
Z2 = calc_schema(Rst, Xst, Xm, Xrt, Rrt/(2-s));  
Y1 = 1/Z1;  
Y2 = 1/Z2;  
  
M2_w1 = 1 / omega * 3*p*U1*U2 * abs(Y1 - Y2)  
K_op = U2 / U1  
  
function x = calc_paralel(x1, x2)  
    x = (x1*x2) / (x1 + x2);  
end  
  
function z = calc_schema(Rst, Xst, Xm, Xrt, s)  
    z = Rst + Xst + calc_paralel(Xm, Xrt+s);  
end
```

В результате выполнения приведенного выше скрипта получили следующий результат: $M_{2\omega 1} = 1.87 H \cdot m; K_{o.n.} = 0.02$. Нормально допустимым коэффициентом напряжения обратной последовательности считается 2%, предельно допустимым – 4%. Таким образом можно сделать вывод о том, что в нашем случае не происходит превышения коэффициента обратной последовательности.