



*Национальный исследовательский университет ИТМО  
(Университет ИТМО)*

*Факультет систем управления и робототехники*

Дисциплина: Системы управления в электроприводе  
**Отчет по лабораторной работе №2.**

Студенты:  
*Евстигнеев Д.М.*  
*Яшник А.И.*  
Группа: R34423  
Преподаватель:  
*Демидова Г.Л.*

Санкт-Петербург  
2022

## 1. Цель работы

Используя экспериментальные данные, рассчитать параметры схемы замещения и по полученным данным построить механическую характеристику асинхронного двигателя.

## 2. Экспериментальные данные:

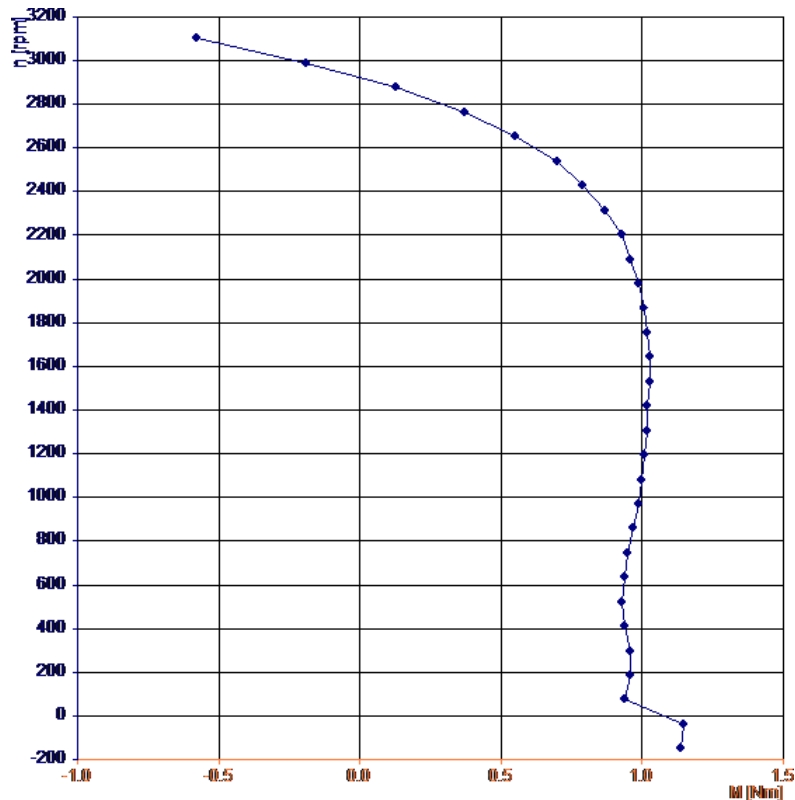


Рис. 1 Механическая характеристика асинхронного двигателя.

## 3. Ход работы:

- Получившиеся в ходе проведения лабораторной механическая характеристика асинхронного двигателя отличается от действительной. Это связано с тем, что на вал установки действуют моменты сухого и вязкого трения.

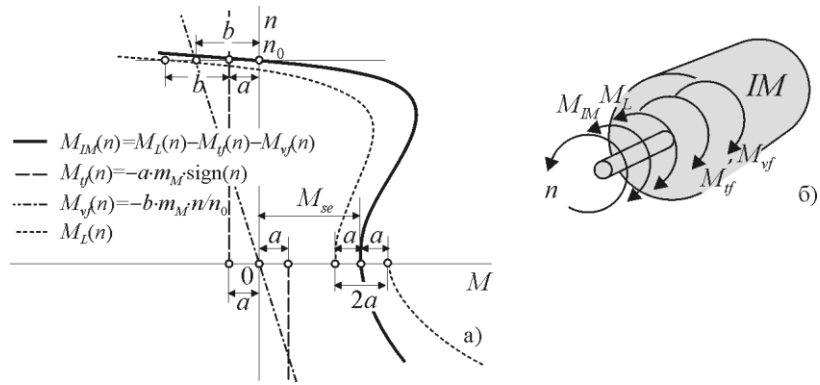


Рис. 2 Теоретические характеристики и направления действия моментов двигателя

Величину отрезка “а”, соответствует половине разрыва:

$$a = \frac{M_L(0_+) - M_L(0_-)}{2m_M} = 0.12$$

Момент сухого трения  $M_{tf}(n)$ :

$$M_{tf}(n) = -a \cdot m_M \cdot \text{sign}(n) = -\frac{M_L(0_+) - M_L(0_-)}{2} \cdot \text{sign}(n)$$

Момент вязкого трения  $M_{vf}(n)$ :

$$M_{vf}(n) = \frac{-b \cdot m_M \cdot n}{n_0} = \frac{M_L(n_0) + [M_L(0_+) - M_L(0_-)]/2}{n_0} \cdot n$$

$$b = -M_L(n_0) - a = \frac{-M_L(n_0) - \frac{[M_L(0_+) - M_L(0_-)]}{2}}{m_M} = 0.18$$

Экспериментальная механическая характеристика АД  $M_{IM}(n)$ :

$$\begin{aligned} M_{IM}(n) &= M_L(n) - M_{tf}(n) - M_{vf}(n) = \\ &= M_L(n) + \frac{M_L(0_+) - M_L(0_-)}{2} \cdot \text{sign}(n) - \frac{M_L(n_0) + [M_L(0_+) - M_L(0_-)]/2}{n_0} n \end{aligned}$$

Исходя из расчетов построим механическую характеристику в одной плоскости с экспериментальной:

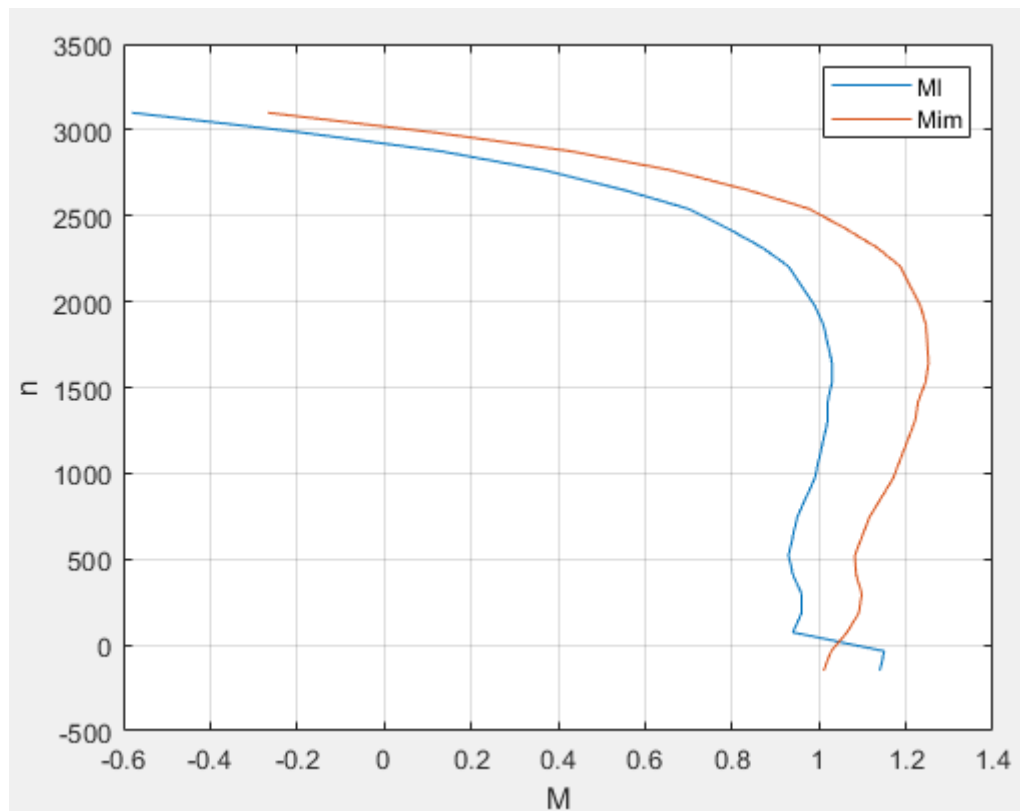


Рис. 3 Экспериментальная ( $M_I$ ) и рассчитанная механическая характеристика ( $M_{im}$ )

Используем координаты полученной характеристики для нахождения параметров схемы замещения АД и получения рабочих характеристик двигателя.

- **Расчёт параметров схемы замещения.**

Исходные данные:

$f = 50$  (Гц);  $z_p = 1$ ;  $m_1 = 3$ ;  $U_{1\phi} = 220$  (В);  $P_1 = P/3$ .

○ Для точки холостого хода:

$P_1 = 3.2$  (Вт);  $M_0 = 0$  (Нм);  $I_0 = 0.16$  (А);

$$r_0 = \frac{P_1(n_0)}{m_1[I_1(n_0)]^2}$$

```
>> r0 = P1/(I0^2)
```

```
r0 =
```

```
125
```

$$x_0 = \frac{U_1 \sin(\phi_0)}{I_1(n_0)}$$

```
>> x0 = U1n*(sin(phi0))/I0
x0 =
1.3693e+03
```

$$\phi_0 = \arccos \left[ \frac{P_1(n_0)}{U_1 I_1(n_0)} \right]$$

```
>> phi0 = acos(P1/(U1n*I0))
phi0 =
1.4798
```

○ Для точки короткого замыкания:

$$P_k=270(\text{Вт}); \quad M_k=1.05(\text{Нм}); \quad I_k=1.48(\text{А});$$

```
>> phiK = acos(Pk/(U1n*Ik))
phiK =
0.5931
```

$$\phi_k = \arccos \left[ \frac{P_1(0)}{U_1 I_1(0)} \right]$$

Полагая, что  $x_m \gg x_{s1} \approx x_{s2}$  найдем сопротивлений рассеяния обмоток статора  $x_{s1}$  и ротора  $x_{s2}$ :

```
>> xs1 = 1/2*((U1n*sin(phiK)/Ik))
xs1 =
41.5395
```

$$x_{s1} \approx x'_{s2} = \frac{x_k}{2} = \frac{1}{2} \frac{U_1 \sin(\phi_k)}{I_1(0)}$$

Тогда индуктивное сопротивление ветви намагничивания  $x_m$ :

```
>> xm = x0 - xs1
xm =
1.3278e+03
```

$$x_m = x_0 - x_{1\sigma}$$

○ Для точки опрокидывания:

$$s_m = 0.39(\text{ВТ});$$

$$M_m = 1.2(\text{НМ});$$

$$I_m = 1.02(\text{А});$$

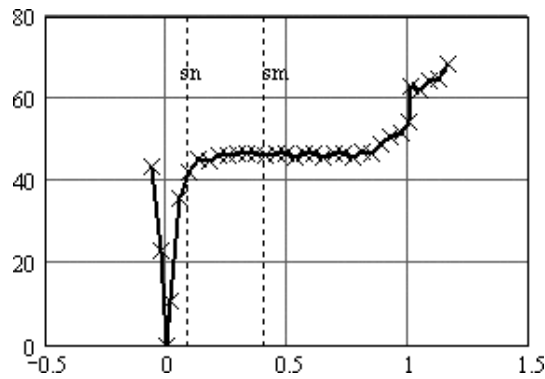


Рис. 4 Теоретическая зависимость сопротивления ротора от скольжения

На рис. 4, показана зависимость значения сопротивления ротора от скольжения, рассчитанная через мощность скольжения:

Из этого рисунка следует, что значение сопротивления ротора остаётся практически постоянным в большой области около точки опрокидывания. Вблизи пускового режима сопротивление растёт за счёт вытеснения тока, а при малых скольжениях его расчётное значение уменьшается в результате того, что мощность, рассеиваемая в роторе, становится соизмеримой с мощностью потерь в магнитопроводе.

Поэтому следует принять, что  $r'_2 = r'_2(s_m)$ .

$$P_s = M(s) \cdot \Omega_1 s = m_1 (I'_2(s))^2 c_1^2 r'_2 = m_1 \left( \frac{I'_2(s)}{c_1} \right)^2 c_1^2 r'_2$$

$$r'_2(s) = \frac{M(s) \cdot 2\pi f_1 s}{m_1 [I'_2(s)]^2 z_p} \approx \frac{M(s) \cdot 2\pi f_1 s}{m_1 [I_1(s)]^2 z_p}$$

```
>> r2 = (Mm*2*pi*f*sm)/(m1*Im^2*zp)
r2 =
47.1058
```

После этого из выражения для критического скольжения можно найти активное сопротивление статора:

$$s_m = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_k^2}} \Rightarrow r_1 = \sqrt{\left( \frac{r'_2}{s_m} \right)^2 - x_k^2}$$

```
>> r1 = sqrt((r2/sm)^2 - xk^2)
r1 =
87.6736
```

Затем активное сопротивление ветви намагничивания:  $r_m = r_0 - r_1$

```
>> rm = r0 - r1

rm =

    37.3264
```

- **Зависимость сопротивления ротора от скольжения:**

$$r_2'(s) = \frac{M(s) \cdot 2\pi f_1 s}{m_1 [I_2'(s)]^2 z_p} \approx \frac{M(s) \cdot 2\pi f_1 s}{m_1 [I_1(s)]^2 z_p}$$

```
for i = 1:30
    s_=s(i);
    Ms=M(i);
    Is=I(i);
    r2(i)=(Ms*2*pi*f*s_)/(m1*Is^2*zp));
end
```

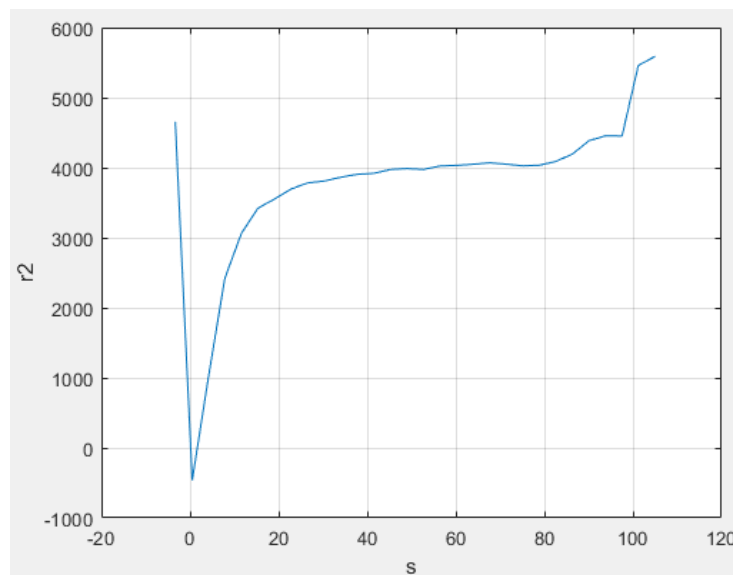


Рис. 5 Экспериментальная зависимость сопротивления ротора от скольжения

#### 4. Вывод:

В результате выполнения лабораторной работы команда ознакомилась с методами нахождения параметров схемы замещения для асинхронного двигателя.