

# ДЕМОНСТРАЦИОНЕН ПРИМЕР – МОДУЛ В5.

## ПОСТОЯННОТОКОВИ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МАШИНИ

### ОСНОВНИ ФОРМУЛИ

Е.д.н. на постояннотокова машина с  $p$  двойки полюси,  $N$  активни проводници и  $a$  двойки паралелни клона на котвената намотка е

$$E = \frac{pN}{2\pi a} \Phi \Omega = \frac{pN}{60a} = c\Phi \Omega = c'\Phi n,$$

където  $\Phi$  е магнитният поток на машината, Wb;  
 $\Omega$  – ъгловата скорост, rad/s;  
 $n$  – честотата на въртене, min<sup>-1</sup>.

При генераторен режим  $U = E - R_a I_a.$

При двигателен режим  $U = E + R_a I_a,$

където  $U$  е напрежението на изводите на машината;  
 $I_a$  – котвеният ток;  
 $R_a$  – съпротивлението на котвената намотка.

Котвеният ток при генератор с паралелно възбуждане е  $I_a = I + I_B,$   
където  $I$  е токът във външната верига;  
 $I_B$  – възбудителният ток.

Токът на двигател с паралелно възбуждане е  $I = I_a + I_B.$

При машини с последователно възбуждане  $I_B = I_a = I.$

Котвеният ток на двигателя е  $I_a = \frac{U - E}{R_a} = \frac{U - c\Phi \Omega}{R_a}.$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042  
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през  
целия живот и развитие на компетенции”  
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на  
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,  
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз  
**Инвестира във вашето бъдеще!**



Токът във възбудителната верига при машини с паралелни и с независимо възбуждане е

$$I_B = \frac{U}{R_{BH} + R_{BP}},$$

където  $R_{BH}$  – съпротивлението на възбудителната намотка;  
 $R_{BP}$  – съпротивлението на регулиращия реостат във възбудителната верига.

Ъгловата скорост на двигателя е  $\Omega = \frac{U}{c\Phi} - \frac{R_a M}{(c\Phi)^2}$ , където  $M$  е моментът на двигателя.

Моментът на двигателя е  $M = c\Phi I_a$  и  $M = 9,55 \frac{P_2}{n}$ , N.m,

където  $P_2$  – мощността на вала на двигателя, W;  
 $n$  – честотата на въртене,  $\text{min}^{-1}$ .

Мощността, която двигателят черпи от мрежата, е  $P_1 = U.I$ .

Коефициентът на полезно действие на машината е  $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ .

При генераторен режим  $P_2 = U.I$ ,  
а  $P_1$  е мощността на задвижващия двигател.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през  
целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на  
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,  
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

**Инвестира във вашето бъдеще!**



стр. 2 от 5

**ЗАДАЧА: Мотриса с постояннотокова машина (ПТМ) с независимо възбуждане**

Мотриса, задвижвана от постояннотокова машина с независимо възбуждане, се движи по релсов път с изкачване и спускане (фиг.1). Мотрисата трябва да се движи равномерно. Докато изкачва хълма ѝ е необходим  $\frac{1}{4}$  от номиналния въртящ момент на ПТМ, а по време на спускането –  $\frac{1}{2}$  от номиналния въртящ момент на ПТМ.

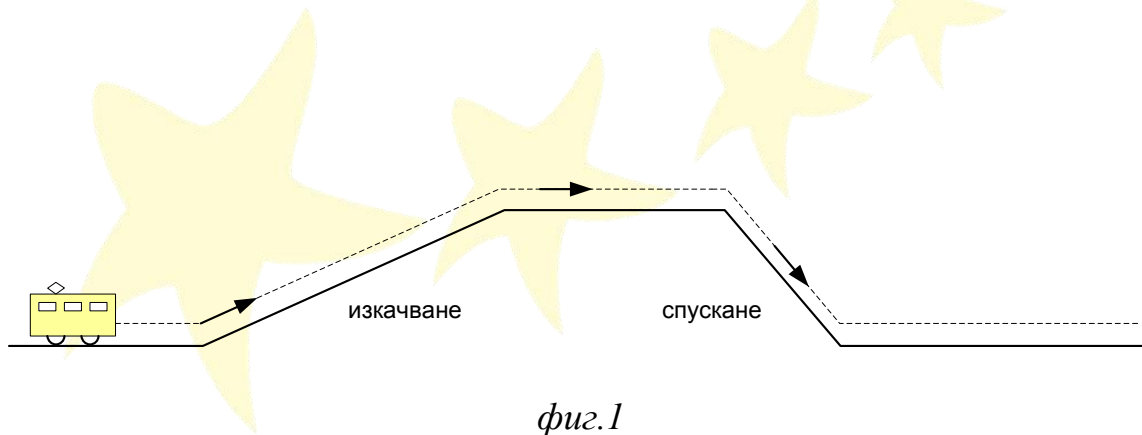
Данните на ПТМ са:

$U_{AN} = 400 \text{ V}$  – номинално захранващо напрежение на котвената намотка;

$R_A = 0,2 \Omega$  – съпротивление на котвената намотка;

$n_{0N} = 2500 \text{ min}^{-1}$  – честота на въртене на ПТМ при идеален празен ход при  $U_N$ ;

$M_N = 750 \text{ N.m}$  – номинален въртящ момент на ПТМ.



фиг.1

1. Какви стойности има котвеният ток  $I_A$  при изкачване и при спускане?
2. Каква е честотата на въртене на ПТМ при изкачване и при спускане?
3. Какъв е обмена на мощности (енергии) между ПТМ и мрежата при изкачване и при спускане?

## РЕШЕНИЕ:

### 1. Ток

Първоначално

$$c.\Phi = \frac{U_{AN}}{\Omega_{0N}} = \frac{400.60}{2\pi.2500} = 1,528V.s$$

### Изкачване:

$$I_{A_{ИЗК.}} = \frac{M_{ИЗК.}}{c.\Phi} = \frac{0,25.M_N}{c.\Phi} = \frac{0,25.750}{1,528} = 122,7A$$

### Спускане:

$$I_{A_{СПУСК.}} = \frac{M_{СПУСК.}}{c.\Phi} = \frac{-0,5.M_N}{c.\Phi} = \frac{-0,5.750}{1,528} = -245,4A$$



Знакът „-“ на тока  $I_{A_{спуск.}}$  показва, че ПТМ работи в генераторен режим.

### 2. Обороти

### Изкачване:

$$n_{ИЗК.} = n_{0N} - \frac{R_A}{2\pi.(c.\Phi)^2} . M_{ИЗК.} = 2500 - \frac{0,2.0,25.750.60}{2\pi.(1,528)^2} = 2500 - 153 = 2347 \text{ min}^{-1}$$

### Спускане:

$$n_{СПУСК.} = n_{0N} - \frac{R_A}{2\pi.(c.\Phi)^2} . M_{СПУСК.} = 2500 + \frac{0,2.0,5.750.60}{2\pi.(1,528)^2} = 2500 + 307 = 2807 \text{ min}^{-1}$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през  
целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на  
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,  
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

**Инвестира във вашето бъдеще!**



Европейски социален фонд

### 3. Енергии

#### Обмен с мрежата:

$$P_{ИЗК.} = U_{AN} \cdot I_{AИЗК.} = 400 \cdot 122,7 = 49kW$$

$$P_{СПУСК.} = U_{AN} \cdot I_{AСПУСК.} = 400 \cdot (-245,4) = -98,17kW$$

#### Обмен с подвижния състав:

$$P_{ИЗК.мех.} = \Omega_{ИЗК.} \cdot M_{ИЗК.} = 2347 \frac{2\pi}{60} \cdot 0,25 \cdot 750 = 46kW$$

$$P_{СПУСК.мех.} = \Omega_{СПУСК.} \cdot M_{СПУСК.} = -2807 \frac{2\pi}{60} \cdot 0,5 \cdot 750 = -110,2kW$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042  
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през  
целия живот и развитие на компетенции”  
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на  
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,  
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз  
**Инвестира във вашето бъдеще!**

