

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Електромеханіки  
(назва кафедри)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Шинкаренко В. Ф  
(ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ПЕРЕЛІК ЗАДАЧ

до практичних занять по дисципліні “Виробництво та експлуатація  
електричних машин” для студентів напряму підготовки 6.050702  
“Електромеханіка” спеціальності 7.05070201  
“Електричні машини і апарати”

Київ – 20\_\_ року

## Задача №1

Визначити потрібну потужність асинхронного двигуна для приводу механізму, працюючому в режимі *S3*, який заданий навантажувальною діаграмою з такими даними:

$$M_1 = 105H \cdot m, \quad M_2 = 75H \cdot m, \quad M_3 = 65H \cdot m, \quad M_4 = 40H \cdot m$$

$$t_{p1} = 11c, \quad t_{o1} = 32c, \quad t_{p2} = 31c, \quad t_{o2} = 31c, \quad , \quad t_{p4} = 9c.$$

Двигун повинен розвивати частоту обертання  $n = 735 \frac{об}{хв}$ .

## Задача №2

Для заданого повторно-короткочасного режиму роботи виробничого механізму побудувати навантажувальну діаграму і вибрати потрібну потужність асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором, якщо відомі дані:

$$P_1 = 25кВт, \quad P_2 = 10кВт, \quad P_4 = 13,5кВт, \quad P_5 = 8кВт$$

$$t_{p1} = 20c, \quad t_{o1} = 10c, \quad t_{p2} = 10c, \quad t_{o3} = 50c, \quad t_{p4} = 20c, \quad t_{o4} = 12c, \quad t_{p5} = 15c.$$

## Задача №3

Розрахувати потрібну потужність двигуна для приводу механізму, режим роботи якого заданий навантажувальною діаграмою:

$$P_1 = 14кВт, \quad P_2 = 10кВт, \quad P_3 = 8кВт$$

$$t_{p1} = 20c \quad t_{p2} = 30c \quad t_{p3} = 15c.$$

По технологічним умовам потрібно використати асинхронний двигун з короткозамкненим ротором. Частота обертання ротора  $n = 982 \frac{об}{хв}$ .

Приміщення – сухе, чисте, без пилу.

## Задача №4

Для приводу робочого механізму вибраний асинхронний двигун, маючий наступні дані: номінальна потужність  $P_H = 11 \text{кВт}$ , номінальна частота обертання  $n_H = 965 \text{об/хв.}$ , номінальний ККД  $\eta_H = 86\%$ , кратність пускового моменту  $K_H = 1,2$ , кратність максимального моменту  $K_M = 2,0$ .

Перевірити вибраний двигун по умовам пуску і перевантажувальній спроможності.

Врахувати, що статичний момент на валу двигуна більше номінального на 10%.

## Задача №5

Визначити потужність асинхронного двигуна, працюючого в режимі **S3**, який має навантажувальну діаграму з такими даними:

$$M_1 = 80 \text{Н} \cdot \text{м}, \quad M_2 = 50 \text{Н} \cdot \text{м}, \quad M_3 = 40 \text{Н} \cdot \text{м}, \quad M_4 = 20 \text{Н} \cdot \text{м}$$

$$t_{p1} = 8 \text{с}, \quad t_{01} = 32 \text{с}, \quad t_{p2} = 27 \text{с}, \quad t_{02} = 27 \text{с}, \quad t_{p3} = 18 \text{с}, \quad t_{p4} = 8 \text{с}.$$

Двигун повинен обертатися з частотою обертання  $n = 705 \text{об/хв.}$

## Задача №6

Для заданого режиму роботи **S3** виробничого механізму визначити значення еквівалентного моменту асинхронного двигуна, якщо даний режим заданий навантажувальною діаграмою:

$$P_1 = 32 \text{кВт}, \quad P_2 = 5,1 \text{кВт}, \quad P_4 = 14 \text{кВт}, \quad P_5 = 24 \text{кВт}$$

$$t_{p1} = 10 \text{с}, \quad t_{p2} = 75 \text{с}, \quad t_{03} = 90 \text{с}, \quad t_{p4} = 50 \text{с}, \quad t_{p5} = 15 \text{с}.$$

Двигун повинен розвивати частоту обертання  $n = 955 \text{об/хв.}$

## Задача №7

Визначити кількість витків і струм намагнічу вальної обмотки при сушінні ізоляції обмотки статора машини змінного струму індукційним методом – втратами в активній сталі статора.

Відомі наступні дані: напруга живлення  $U = 220V$ , частота  $f = 60\text{Гц}$ , магнітна індукція  $B_m = 1,2\text{Тл}$  в спинці статора. Повна довжина осердя статора  $\ell_1 = 210\text{мм}$ . Число і ширина вентиляційних каналів відповідно:  $n = 5$  і  $b = 10\text{мм}$ . Висота спинки статора  $h_c = 35\text{мм}$  та коефіцієнт заповнення сталлю  $k_c = 0,96$ . Зовнішній діаметр статора  $D_a = 250\text{мм}$ . Напруженість магнітного поля в спинці статора  $H_c = 120\text{А/м}$ .

## Задача №8

Визначити струм в намагнічувальній обмотці і потужність при сушінні способом індукційних втрат (метод втрат в активній сталі статора), якщо відомі наступні дані: зовнішній діаметр статора  $D_a = 170\text{мм}$ ; висота спинки статора  $h_c = 29\text{мм}$ ; напруженість магнітного поля в спинці статора  $H_c = 165\text{А/м}$ ; число витків намагнічу вальної обмотки  $W_1 = 14$ ; перетин спинки статора  $S_c = 0,009\text{м}^2$ ; щільність електротехнічної сталі  $\gamma = 7800\text{кг/м}^3$ ; розрахункова довжина осердя статора  $\ell_s = 120\text{мм}$ . Питомі втрати у сталі  $P_{\text{шт.}} = 2,5\text{Вт/кг}$ .

## Задача №9

Визначити відсоткове пониження напруги в мережі при прямому пуску асинхронного двигуна від трансформатора, якщо відомі наступні дані:

а) параметри лінії (мережі):

активний опір  $r_0' = 0,85\text{Ом/км}$ ; реактивний опір  $x_0' = 0,08\text{Ом/км}$ ;

довжина лінії  $\ell = 1,5\text{км}$ ;

б) трансформатор:

$U_H = 380V, I_{2H} = 6A$  - номінальні дані вторинної обмотки;

$u_K = 3\%$  - напруга короткого замикання;

Вторинна обмотка з'єднана у "трикутник"

в) асинхронний двигун:

$U_K = 50V$  - напруга короткого замикання;

$I_{1K} = I_{1H} = 20A$  - струм короткого замикання;

Обмотка статора з'єднана у "зірку".

Можна чи ні виконати прямий пуск асинхронного двигуна?

### Задача №10

Визначити відсоткове пониження напруги в мережі при прямому пуску асинхронного двигуна від синхронного генератора, якщо відомі наступні дані:

а) параметри лінії (мережі):

активний опір  $r_0' = 0,9 \text{ Ом/км}$ ; реактивний опір  $x_0' = 0,09 \text{ Ом/км}$ ;

довжина лінії  $\ell = 1,0 \text{ км}$ ;

б) синхронний генератор:

$Z_k = 3,9 \text{ Ом}$  - повний опір короткого замикання генератора;

в) асинхронний двигун:

$U_k = 65 \text{ В}$  - напруга короткого замикання;

$I_{1k} = I_{1H} = 12 \text{ А}$  - струм короткого замикання;

обмотка статора з'єднана у "трикутник".

Можна чи ні виконати прямий пуск асинхронного двигуна?

### Задача №11

Визначити середнє перевищення температури нагрітої обмотки електричної машини на підставі вимірювань для неї опорів на постійному струмі, якщо відомі такі дані:

$R_H = 2,5 \text{ Ом}$  - опір обмотки в нагрітому стані;

$R_X = 1,9 \text{ Ом}$  - опір обмотки в холодному стані;

$\theta_X = 20^\circ \text{ C}$  - температура обмотки в холодному стані;

$\theta_0 = 175^\circ \text{ C}$  - температура навколишнього середовища при роботі

машини, коли вимірюється  $R_H$ .

Обмотка виконана із мідного та алюмінієвого проводів.

### Задача №12

Визначити опір обмотки асинхронного двигуна постійному струмові при робочій температурі  $\theta_1 = 115^\circ \text{ C}$ , якщо відомі наступні дані:

Опори обмоток, які виміряні при температурі  $\theta_0 = 23^\circ \text{ C}$ , дорівнюють

$R_{0CU} = 2,5 \text{ Ом}$   $R_{0Al} = 2,5 \text{ Ом}$ .

Обмотки виконані із мідного і алюмінієвого проводів.

### Задача №13

Для визначення технічного стану магнітопроводу електричної машини виконали дослід: на осердя намотали робочу і контрольну обмотки. З допомогою робочої обмотки в активній сталі статора створили магнітну індукцію  $B_m = 1,0 \text{ Тл}$ , а з допомогою контрольної обмотки виміряли напругу  $U = 20 \text{ В}$ . При цьому ватметр, який вимкнений у контрольну обмотку, показав потужність  $P_1 = 120 \text{ Вт}$ . Частота мережі  $f = 50 \text{ Гц}$ . Число витків контрольної обмотки  $W_1 = 20$ . Перетин  $S_c = 0,009 \text{ м}^2$  і маса  $G_c = 22 \text{ кг}$  активної сталі статора.

Для оцінки технічного стану осердя визначити питомі втрати в сталі статора, якщо  $P_{\text{пит.дон.}} \leq 2,5 \text{ Вт/кг}$  при  $B_m = 1,2 \text{ Тл}$  та  $f = 50 \text{ Гц}$ .

### Задача №14

Для оцінки технічного стану магнітопроводу асинхронного двигуна визначити питомі втрати в сталі статора  $P_{\text{пит.ст}}$  при номінальній напрузі  $U_{1H}$ . Для їх визначення був виконаний дослід неробочого ходу, на підставі якого отримали дані (таблиця 1).

Таблиця 1

$U_{10},$ $\text{В}$	259,8	220	156	121	86,6	52
$P_{10},$ $\text{Вт}$	990	750	570	540	510	520
$I_{10},$ $\text{А}$	9,4	6,1	4,1	3,2	4,0	5,5

Крім того, відомі наступні дані: опір обмотки статора  $R_1 = 1,12 \text{ Ом}$ , маса сталі статора  $G_c = 21 \text{ кг}$ , лінійна номінальна напруга  $U_H = 220 \text{ В}$ . Допустиме значення питомих втрат  $P_{\text{пит.дон.}} \leq 2,5 \text{ Вт/кг}$ . Обмотка статора з'єднана у "трикутник".

### Задача №15

Визначити струми сушки  $I_c$  трансформатора з допомогою намагнічувальної обмотки, якщо для утепленого баку відомі такі дані: коефіцієнт тепловіддачі  $K_T = 5 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{С}$ ; поверхня баку, яка зайнята обмоткою  $F_0 = 3,5 \text{ м}^2$ ;

поверхня баку трансформатора  $F = 7,5\text{ м}^2$ ; температура навколишнього середовища  $t_0 = 20^\circ\text{ C}$ ; температура нагріву бака  $t_k = 110^\circ\text{ C}$ ; напруга, яка подається на намагнічувальну обмотку  $U = 220\text{ В}$ ; коефіцієнт потужності трансформатора з гладкими стінками  $\cos\varphi = 0,6$ .

### Задача №16

Визначити підводячи напругу і фазний струм сушки трансформатора струмами нульової послідовності, які потрібні для вибору вимірювальних приладів і перетину підводячи проводів. В якості намагнічувальної обмотки використовується обмотка НН. Обмотка ВН з'єднана у "зірку". Для визначення потрібних величин відомі наступні величини: втрати потужності на одиницю поверхні баку  $\Delta p = 0,9\text{ кВт}/\text{м}^2$ ; поверхня баку трансформатора  $F = 3\text{ м}^2$ ; повний опір нульової послідовності фази обмотки  $Z_0 = 2\text{ Ом}$ ; коефіцієнт потужності в досліді нульової послідовності  $\cos\varphi = 0,6$ ; номінальна потужність трансформатора  $S_H = 100\text{ кВ}\cdot\text{А}$ ; номінальний струм обмотки  $I_H = 255\text{ А}$ .

### Задача №17

Визначити еквівалентну потужність трифазного асинхронного двигуна з фазним ротором для механізму підйому крана, маючого навантажувальну діаграму:

$$M_1 = 34\text{ кГ}\cdot\text{м}, \quad M_2 = 35\text{ кГ}\cdot\text{м}, \quad M_3 = 20\text{ кГ}\cdot\text{м},$$

$$t_{p1} = 4,5\text{ с}, \quad t_{p2} = 21\text{ с}, \quad t_{p3} = 8\text{ с}.$$

$$\text{Частота обертання ротора } n = 725 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Розрахунок величин виконати в системі "СИ".

### Задача №18

Визначити еквівалентну потужність асинхронного двигуна для механізму підйому башеного крана, перераховану на найбільшу стандартну тривалість вмикання, якщо відома навантажувальна діаграма:

$$M_1 = 34 \text{кГ} \cdot \text{м}, \quad M_2 = 35 \text{кГ} \cdot \text{м}, \quad M_3 = 20 \text{кГ} \cdot \text{м},$$

$$t_{p1} = 4 \text{с}, \quad t_{p2} = 20 \text{с}, \quad t_{p3} = 8 \text{с}, \quad t_{03} = 68 \text{с}.$$

Частота обертання ротора  $n = 735 \text{об/хв.}$

Розрахунок величин виконати в системі “СИ”.

### Задача №19

Перевірити вибраний асинхронний двигун по умовам пуску і перевантажувальній спроможності, якщо відомі такі дані: номінальна потужність  $P_H = 18,5 \text{кВт}$  номінальна частота обертання  $n_H = 725 \text{об/хв.}$ , кратність пускового моменту  $K_H = 1,9$ , кратність максимального моменту  $K_M = 2,7$ . Момент опору становить  $M_c' = 35 \text{кГ} \cdot \text{м}$ . Максимальний момент навантаження  $M_{\max}' = 87 \text{кГ} \cdot \text{м}$ .

Розрахунки виконати в системі “СИ” для режиму роботи *S1*.

### Задача №20

Визначити попередньо потужність електродвигуна для механізму підйому башеного крану при підйомі та спуску вантажа, якщо відомі наступні дані:

$Q = 5,5 \text{Т}$  - вага піднімаючого вантажу;

$Q_0 = 275 \text{кГ}$  - вага вантажозахоплюючого пристрою;

$V_H = 20 \text{м/хв.}$  - швидкість підйому вантажа;

$\eta_H = 82\%$  - ККД механізму підйому;

$V_C = 17 \text{м/хв.}$  - швидкість спуску вантажа;

$\eta_C = 38\%$  - ККД механізму спуску.

### Задача №21

1. Визначити потужність двигуна для центробіжного насосу при таких даних: продуктивність насосу  $Q = 40 \text{м}^3 / \text{год.}$ ; коефіцієнт запасу  $K_s = 1,2$ ; щільність перекачуваної густини  $\gamma = 9810 \text{Н/м}^3$ ; натиск насосу  $H = 25 \text{м}$ ; ККД



насосу  $\eta_H = 50\%$ ; частота обертання двигуна  $n_{об} = 1420 \text{ об/хв.}$ ; ККД передачі  $\eta_{II} = 1,0$  (безпосереднє з'єднання насосу і двигуна).

2 Визначити потужність, натиск насосу та продуктивність, якщо двигун працює з частотою обертання  $n = 965 \text{ об/хв.}$

### Задача №22

Для електроприводу, працюючого в короткочасному режимі, розрахувати потужність електродвигуна, якщо відома навантажувальна діаграма з такими даними:

$$P_1 = 25 \text{ кВт}, \quad P_2 = 10 \text{ кВт}, \quad P_4 = 13,5 \text{ кВт}, \quad P_5 = 8 \text{ кВт}$$

$$t_{p1} = 20 \text{ с}, \quad t_{01} = 10 \text{ с}, \quad t_{p2} = 10 \text{ с}, \quad t_{03} = 50 \text{ с}, \quad t_{p4} = 20 \text{ с}, \quad t_{04} = 12 \text{ с}, \quad t_{p5} = 15 \text{ с}.$$

### Задача №23

Визначити величину еквівалентної потужності і стандартну тривалість включення, якщо відома навантажувальна діаграма, яка має такі дані:

$$P_1 = 25 \text{ кВт}, \quad P_2 = 10 \text{ кВт}, \quad P_4 = 18 \text{ кВт}, \quad P_5 = 30 \text{ кВт}$$

$$t_{p1} = 30 \text{ с}, \quad t_{p2} = 15 \text{ с}, \quad t_{03} = 60 \text{ с}, \quad t_{p4} = 60 \text{ с}, \quad t_{p5} = 10 \text{ с}.$$

Визначити еквівалентну потужність двигуна, якщо погіршується із зменшенням швидкості його тепловіддача. При цьому погіршення тепловіддачі характеризується коефіцієнтами погіршення тепловіддачі, які дорівнюють:

$$\beta_1 = 0,3; \quad \beta_2 = 0,4; \quad \beta_4 = 0,4; \quad \beta_5 = 0,49.$$

### Задача №24

Для трансформатору, який знаходиться в експлуатації значення степені полімеризації картону складає  $СП_t = 800$ . Коефіцієнт старіння зразка

картону складає  $K = 2,52 \cdot 10^{-8}$  (папір, просочений окисленим маслом) та  $K = 1,5 \cdot 10^{-8}$  (папір, просочений свіжим сухим маслом).

Оцінку залишкового ресурсу  $L_{зал.}$  степені полімеризації проводять, виходячи із зниження степені полімеризації до кінця строку служби трансформатора  $СП_K = 350$ .

Визначити залишковий ресурс картону для двох значень коефіцієнту старіння.

## Задача №25

При експлуатації був повністю пошкоджений статор асинхронного двигуна, який потребує повного відновлення. При цьому зберігся заводський щиток з номінальними даними:

$P_{2H} = 22 \text{ кВт}$  - номінальна потужність;

$n_1 = 1500 \text{ об/хв.}$  - синхронна частота обертання магнітного поля;

$f_H = 50 \text{ Гц}$  - номінальна частота мережі;

$\eta_H = 87\%$  - номінальний ККД двигуна;

$\cos \varphi_H = 0,85$  - номінальний коефіцієнт потужності.

Для розв'язання задачі треба використати дані довідкової літератури:

$B_{\delta H} = 0,74 \text{ Тл}$ ;  $A = 31,25 \cdot 10^3 \text{ А/м}$ ;  $\alpha_\delta = 0,637$ ;  $K_{об1} = 0,92$ ;  $K_B = 1,11$ ;  $\lambda = 1,2$ ;

$K_E = 0,915$ .

Визначити головні розміри двигуна.

## Задача №26

Яким чином встановлюють комутацію в машинах постійного струму і з чим співставляють характер іскріння?

Розставте класи комутації відповідно таким признакам іскріння:

- відсутність комутації. Колектор і щітки придатні при тривалій роботі для всіх режимів роботи;
- допускається робота при короткочасних перевантаженнях машини;
- допускається робота для всіх номінальних режимів роботи (іскріння під чвертю щіток);
- при тривалій роботі на колекторі з'являється значне почорніння, а на щітках – значний підгар (ці недоліки не вдається усунути);
- допускається робота для всіх номінальних режимів роботи (іскріння під половиною щіток).

## Задача №27

Двигун постійного струму паралельного збудження приводить у обертання металообробний автомат. Напруга живлення двигуна становить  $U = 220\text{В}$ , частота обертання  $n_1 = 3000 \text{ об/хв.}$

Графік зміни струму для двигуна показаний у таблиці 1.

Таблиця 1

Струм $I, \text{А}$	40	30	20
Час $t, \text{с}$	120	180	300

Режим роботи тривалий.

Потрібно підібрати двигун із серії П, який забезпечить роботу автомата.

## Задача №28

Асинхронний двигун після ремонту повинен бути використаний в якості приводу в конвеєрі для переміщення стрічки. При цьому тягове зусилля  $F = 2200\text{Н}$ , швидкість переміщення  $V = 0,5 \text{ м/с}$ ,  $n_1 = 715 \text{ об/хв.}$  Коефіцієнт корисної дії  $\eta_H = 87\%$ . Режим роботи *SI*.

Визначити обертаючий момент і потужність асинхронного двигуна.

## Задача №29

Визначити еквівалентний момент, еквівалентну потужність і вибрати асинхронний двигун по потужності, якщо частота обертання  $n = 1480 \text{ об/хв.}$

Загальний цикл роботи складає 15с, а час роботи заданий наступним графіком:

$$M_1 = 7,5\text{Н} \cdot \text{м}, \quad M_2 = 5,6\text{Н} \cdot \text{м}, \quad M_3 = 3,6\text{Н} \cdot \text{м},$$

$$t_{p1} = 2,0\text{с}, \quad t_{p2} = 3,0\text{с}, \quad t_{p3} = 6,0\text{с}.$$

### Задача №30

Розрахувати число витків намагнічу вальної обмотки та її струм для сушки статора асинхронного двигуна, який має наступні дані: зовнішній діаметр статора  $D_{зов.} = 250\text{мм}$ ; внутрішній діаметр з урахуванням висоти зубців  $D_{вн.} = 197\text{мм}$ ; повна довжина активної сталі  $\ell = 98\text{мм}$ . Число і ширина вентиляційних каналів відповідно:  $n = 15$  і  $b = 10\text{мм}$ .

Виконати спосіб сушки втратами в активній сталі статора.

### Задача №31

Після ремонту і виконаного випробування асинхронний двигун має такі дані:

$P_{2H} = 11\text{кВт}$  - номінальна потужність;

$U_H = 380\text{В}$  - номінальна напруга;

$n_H = 685 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$  - номінальна частота обертання;

$\cos\varphi_H = 0,73$  - номінальний коефіцієнт потужності;

$K_H = 3,0$  - кратність пускового моменту;

$K_i = 4,5$  - кратність пускового струму;

$I_{1H} = 28,8\text{А}$  - номінальний струм в обмотці статора.

Обмотка статора з'єднана у "зірку". Відношення втрат у міді до номінальних втрат становить  $\gamma = \frac{1}{3}$ .

Розрахувати пусковий резистор у колі статора для зменшення пускового струму у два рази ( $\alpha = 0,5$ ).

Розробники: доцент, к.т.н. Анпілогов Микола Георгійович

Перелік задач ухвалений на засіданні кафедри Електромеханіки

Протокол від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року № \_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище і ініціали)

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року