

**ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ**

**Кафедра «Електротехніка та електричні машини»**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання домашніх завдань  
(розрахунково-графічних робіт)  
з електротехніки та електроприводу**

**Харків 2009**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Електротехніка та електричні машини» 20 листопада 2007 р., протокол № 3.

Укладачі:

доценти А.А. Прилипко,  
О.М. Прогонний,  
С.М. Тихонравов

Рецензенти:

доц. В.В. Пилипенко

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання домашніх завдань  
(розрахунково-графічних робіт)  
з електротехніки та електроприводу

Відповідальний за випуск Прилипко А.А.

Редактор Еткало О.О.

---

Підписано до друку 28.01.08 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,5. Обл.-вид.арк. 1,75.

Замовлення № Тираж 600. Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.  
Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків - 50, пл. Фейербаха, 7

## ВСТУП

Розрахунково-графічні роботи (домашні завдання) з електротехніки й електроприводу призначені для закріплення окремих розділів цих курсів. Розрахунково-графічні роботи включають три завдання. Завдання 1 і 2 складаються з двох частин. Завдання 3 включає дві задачі.

При виконанні розрахунків студентам необхідно дотримуватися таких вимог:

а) кожний студент виконує завдання відповідно до номера варіанта, що видається викладачем. Завдання виконується в термін, встановлений графіком самостійної роботи студентів;

б) електричні розміри й одиниці виміру повинні позначатися й записуватися відповідно до ДОСТ;

в) завдання оформляється відповідно до [3];

г) усі розв'язування повинні мати пояснення до розрахункових формул і кінцевих результатів, а також одиниці виміру;

д) векторні діаграми і графіки креслять у масштабі на міліметровому папері. Прийнятий масштаб вказується поруч з рисунками.

## ЗАВДАННЯ 1

Частина 1.1 Аналіз електричного стану лінійних електричних кіл постійного струму (рисунок 1.1).

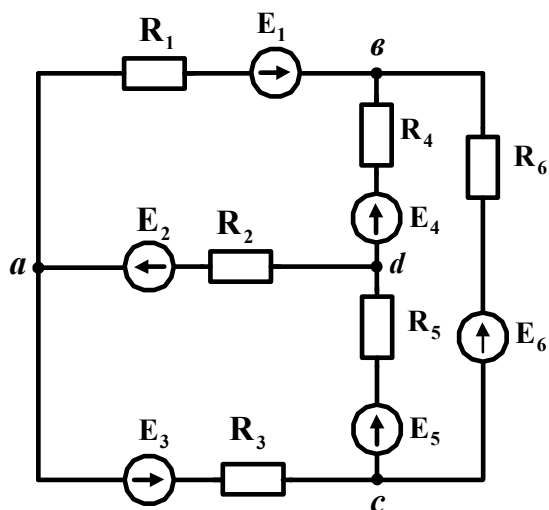


Схема 1

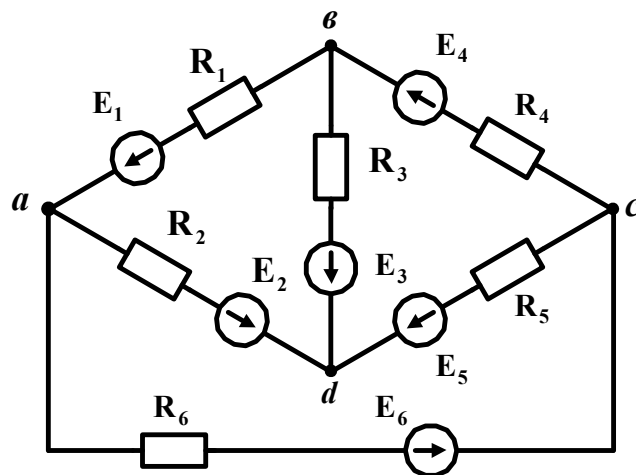


Схема 2

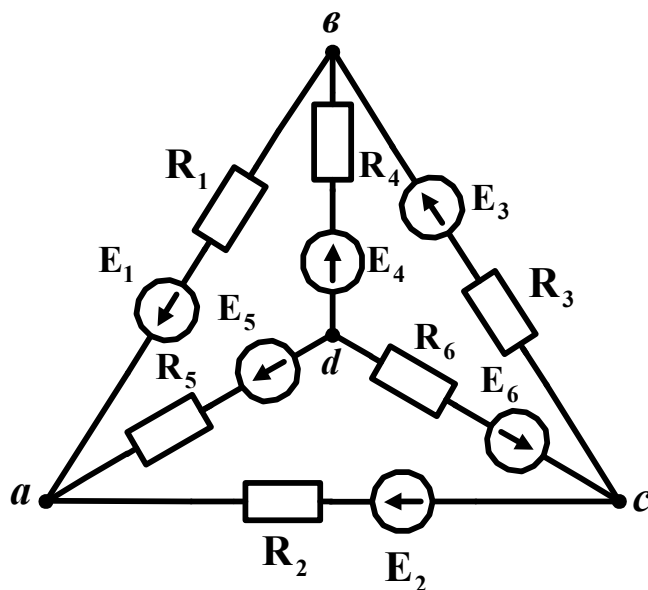


Схема 3

Рисунок 1.1 – Розрахункові схеми

Параметри елементів кола встановлюються викладачем (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Варіант	$E_1$ ,	$E_2$ ,	$E_3$ ,	$E_4$ ,	$E_5$ ,	$E_6$ ,	$r_1$ ,	$r_2$ ,	$r_3$ ,	$r_4$ ,	$r_5$ ,	$r_6$ ,
	В	В	В	В	В	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом

Варіанти з 1 по 25 виконуються за схемою I, варіанти з 26 по 50 – за схемою 2, варіанти з 51 по 75 – за схемою 3 (рисунок 1.1).

Зміст завдання:

а) відповідно до заданої схеми скласти необхідну кількість рівнянь за I і II законами Кірхгофа, не обчислюючи струми в гілках;

б) визначити струми в гілках методом контурних струмів;

в) виконати розрахунок балансу потужності, розрахувавши потужності джерел енергії і потужності на кожній ділянці кола.

### 1.1.1 Методичні вказівки

Рекомендується така послідовність розрахунку методом контурних струмів:

- задатися довільним напрямком струмів у гілках кола;
- задатися довільним напрямком контурних струмів  $I_{11}$ ,  $I_{22}$ ,  $I_{33}$  у незалежних контурах;
- скласти систему рівнянь для контурних струмів виду

$$E_{11} = r_{11}I_{11} + r_{12}I_{22} + r_{13}I_{33},$$

$$E_{22} = r_{21}I_{11} + r_{22}I_{22} + r_{23}I_{33},$$

$$E_{33} = r_{31}I_{11} + r_{32}I_{22} + r_{33}I_{33};$$

- обчислити власні опори контурів  $r_{11}$ ,  $r_{22}$ ,  $r_{33}$ ;
- обчислити загальні опори контурів  $r_{12} = r_{21}$ ,  $r_{23} = r_{32}$ ,  $r_{13} = r_{31}$ . Вони беруться зі знаком "плюс", якщо у відповідних суміжних гілках контурні струми спрямовані однаково, і зі знаком "мінус", якщо струми спрямовані зустрічно;
- обчислити контурні ЕРС  $E_{11}$ ,  $E_{22}$ ,  $E_{33}$ . При цьому джерела ЕРС, спрямовані назустріч контурному струму, беруться зі знаком "мінус";
- підставити отримані значення опорів і контурних ЕРС в систему рівнянь, відсутні складові замінити нулями;
- обчислити головний визначник  $\Delta$  системи рівнянь і допоміжні визначники  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$ ;
- обчислити контурні струми за формулами:

$$I_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \quad I_{22} = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \quad I_{33} = \frac{\Delta_3}{\Delta},$$

- знайти дійсні струми в гілках. Якщо в гілці протікає один контурний струм, то він дорівнює дійсному і зберігає свій знак, якщо напрямки дійсного і контурного струмів збігаються. У протилежному випадку знак дійсного струму змінюється на протилежний. Якщо в гілці протікають два контурних струми, то дійсний струм у цій гілці визначається їхньою алгебраїчною сумою. При цьому контурні струми, спрямовані назустріч дійсному, беруться зі знаком "мінус";

- визначити дійсний напрямок струмів у гілках, керуючись правилом: якщо дійсний струм має знак "+", то його дійсний напрямок збігається з прийнятим спочатку. Якщо струм – негативний, то його дійсний напрямок протилежний прийнятому.

*Частина 1.2.* Аналіз стану неоднорідних магнітних кіл з постійною магніторушійною силою (рисунок 1.2).

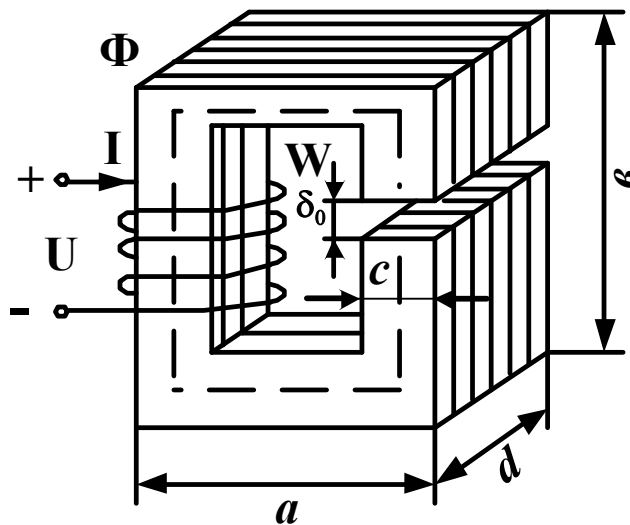


Рисунок 1.2 – Розрахункова схема

Параметри елементів ланцюга встановлюються викладачем (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

Варіант	Марка сталі	Розміри осердя, мм					Струм I в обмотці, А	Кількість витків, W
		a	b	c	d	δ <sub>0</sub>		

--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Зміст завдання

Для заданої схеми магнітного кола необхідно:

- а) побудувати криву намагнічування сталі, застосованої в розрахунку;
- б) розрахувати і побудувати вебер-амперну характеристику магнітного кола;
- в) визначити магнітний потік магнітного кола для заданої МРС;
- г) визначити магнітний опір магнітопровода.

### 1.2.1 Методичні вказівки

1.2.1.1 Обчислити МРС  $F_{\text{зад}}$  котушки.

1.2.1.2 Задатися різними значеннями магнітного потоку  $\Phi'$ ,  $\Phi''$ ,  $\Phi'''$  ...  $\Phi^{(n)}$ , визначивши перше значення магнітного потоку за формулою

$$\Phi' = \frac{F}{R_{M\delta}} = \frac{F}{\frac{l_{\delta}}{\mu_0 S}},$$

де  $l_{\delta} = \delta_0$  - розмір повітряного зазора, м;

$S = cd$  - площа перетину осердя, м<sup>2</sup>,

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$  - магнітна проникність повітря.

1.2.1.3 Визначити МРС для кожного прийнятого значення магнітного потоку за формулою

$$F = H_{\text{ст}} l_{\text{ст}} + H_{\delta} l_{\delta}.$$

Напруженість  $H_{\text{ст}}$  знаходиться за кривою намагнічування (таблиця 1.3). Приймаючи, що  $B_{\text{ст}} = B_{\delta}$ , напруженість магнітного поля в повітряному зазорі дорівнює

$$H_{\sigma} = \frac{B_{\sigma}}{\mu_0}.$$

Таблиця 1.3 – Магнітні характеристики сталей

Магнітна індукція В, (Тл)	Напруженість магнітного поля Н, (А/м)		Магнітна індукція В, (Тл)	Напруженість магнітного поля Н, (А/м)	
	Э11	Э41		Э11	Э41
0,3	-	60	0,5	171	85
0,4	140	70	0,6	211	110
0,7	261	145	1,3	1140	770
0,8	318	185	1,4	1580	1300
0,9	397	235	1,5	2500	2750
1,0	502	300	1,6	4370	5150
1,1	647	395	1,7	7780	8900
1,2	840	540			

Розрахунок звести в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4

№	Φ, Вб	В, Тл	Н <sub>см</sub> , А/м	Н <sub>δ</sub> , А/м	Н <sub>ст</sub> l <sub>см</sub> , А	Н <sub>δ</sub> l <sub>δ</sub> , А	F, А
1	2	3	4	5	6	7	8

1.2.1.4 На підставі  $\Phi' \div \Phi^{(n)}$  і  $F' \div F^{(n)}$  побудувати вебер-амперну характеристику магнітного кола.

1.2.1.5 За заданим значенням  $F_{\text{зад}}$  визначити на вебер-амперній характеристиці шуканий магнітний потік  $\Phi_{\text{шук}}$ .

1.2.1.6 Магнітний опір магнітопровода визначається за формулою

$$R_m = \frac{lW_{\text{сдä}}}{\Phi_{\text{о öë}}}.$$

1.2.1.7 Для перевірки слушності розрахунку обчислити  $R_m$  за формулою



$$R_m = R_{m\delta} + R_{mcm},$$

де

$$R_{m\delta} = \frac{l_0}{\mu_0 S}; \quad R_{mcm} = \frac{l_{cm} H_{cm}}{B_\delta S}.$$

Напруженість  $H_{cm}$  визначається за кривою намагнічування на підставі умови  $B_{cm} = B_\delta$ .

1.2.1.8 Порівнюючи обчислення пунктів 1.2.1.6 і 1.2.1.7, визначити помилку обчислення  $R_m$ , що не повинна перевищувати 5%.

## ЗАВДАННЯ 2

*Частина 2.1.* Аналіз електричного стану лінійних електричних кіл синусоїдального струму (рисунок 2.1).

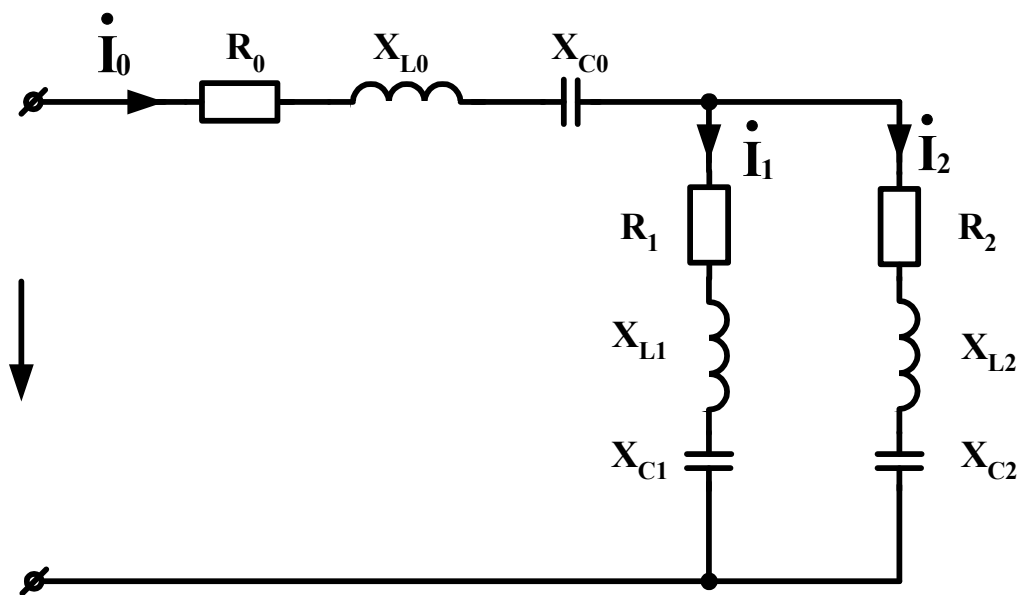


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема

Параметри елементів кола встановлюються викладачем (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Варіант	$\dot{U}$ , В	$r_0$ , Ом	$x_{L_0}$ , Ом	$x_{C_0}$ , Ом	$r_1$ , Ом	$x_{L_1}$ , Ом	$x_{C_1}$ , Ом	$r_2$ , Ом	$x_{L_2}$ , Ом	$x_{C_2}$ , Ом
	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом

Зміст завдання:

- а) визначити струми в гілках  $I_0$ ;  $I_1$ ;  $I_2$  комплексним методом;
- б) визначити падіння напруги на кожному елементі кола;
- в) виконати розрахунок балансу потужності, розрахувавши потужність джерела енергії і потужності на кожній ділянці кола;
- г) побудувати векторні діаграми струмів і напруг.

### 2.1.1 Методичні вказівки

Рекомендується така послідовність розрахунку:

- обчислити повний опір  $Z$  кожної гілки в комплексній формі;
- обчислити загальний опір  $Z_{12}$  двох паралельних гілок у комплексній формі;
- обчислити загальний опір  $Z_{\text{заг}}$  заданого кола в комплексній формі;
- обчислити струм  $I_0$  у нерозгалуженій частині кола;
- обчислити падіння напруги  $\dot{U}_{12}$  на двох паралельних гілках;
- обчислити струми  $I_1$ ,  $I_2$  в кожній з паралельних гілок;
- обчислити падіння напруги в комплексній формі на кожному елементі кола;
- обчислити комплексну потужність джерела енергії і потужності на кожній ділянці кола;
- скласти рівняння балансу потужності для заданого кола;
- побудувати векторні діаграми струмів і напруг на комплексній площині.

*Частина 2.2.* Аналіз електричного стану трифазних кіл синусоїдального струму (рисунок 2.2).

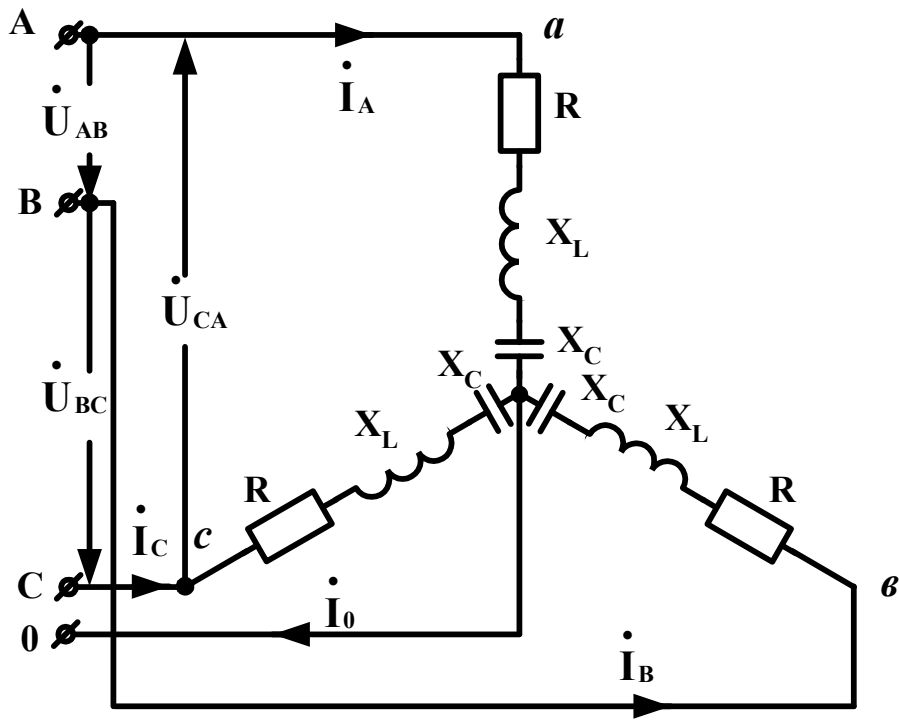


Схема “зірка”

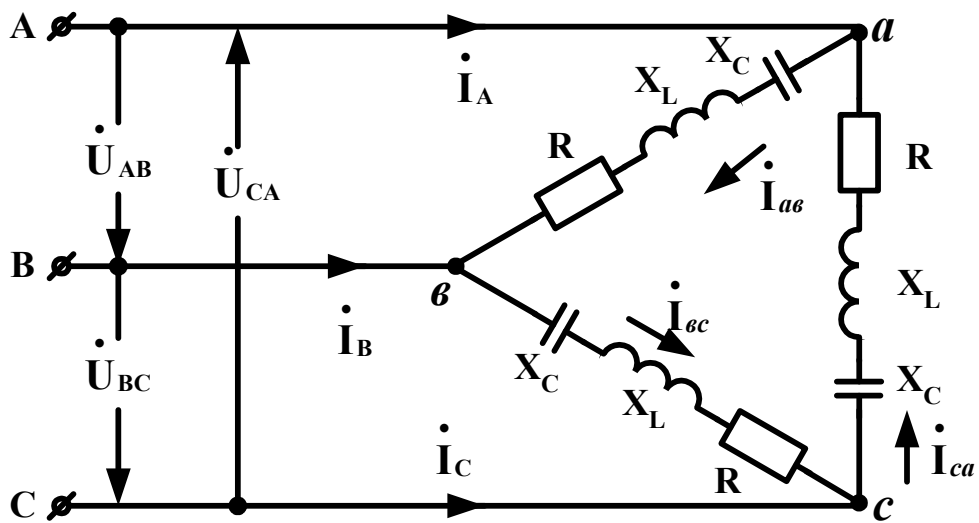


Схема “трикутник”

Рисунок 2.2 – Розрахункові схеми

Параметри елементів кола встановлюються викладачем (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Варіант	Фазна напруга	Навантаження у фазах Y та Δ, Ом		
		Фаза А /АВ/	Фаза В /ВС/	Фаза С /СА/

	<b>B</b>	<b>r</b>	<b>x<sub>L</sub></b>	<b>x<sub>C</sub></b>	<b>r</b>	<b>x<sub>L</sub></b>	<b>x<sub>C</sub></b>	<b>r</b>	<b>x<sub>L</sub></b>	<b>x<sub>C</sub></b>

Зміст завдання:

- а) розрахувати лінійні і фазні струми трифазного кола із застосуванням комплексного методу для навантаження, включеного “зіркою” і “трикутником”;
- б) розрахувати лінійні напруги;
- в) визначити струм нульового проводу;
- г) визначити активну, реактивну і повну потужності трифазного кола;
- д) визначити  $\cos \varphi$  трифазного кола;
- ж) побудувати векторні діаграми струмів і напруг;
- к) побудувати трикутник потужностей трифазної системи.

## 2.2.1 Методичні вказівки

2.2.1 Розрахунок виконується окремо для "зірки" і "трикутника".

2.2.2 Рекомендується така послідовність розрахунку:

- записати в комплексній формі фазні напруги й опори кожної фази;
- обчислити лінійні напруги при з'єднанні "зіркою";
- обчислити фазні струми, що при з'єднанні "зіркою" дорівнюють лінійним струмам;
- обчислити струм нульового проводу;
- обчислити потужність кожної фази;
- обчислити активну, реактивну і повну потужності трифазного кола;
- обчислити  $\cos \varphi$  трифазної системи за формулою

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{нèñò}}}{S_{\text{нèñò}}},$$

де

$$P_{\text{сист}} = P_A + P_B + P_C \quad - \text{ активна потужність;}$$

$$S_{\text{нèñò}} = \sqrt{P_{\text{нèñò}}^2 + Q_{\text{нèñò}}^2} \quad - \text{ повна потужність;}$$

$$Q_{\text{сист}} = Q_A + Q_B + Q_C \quad - \text{ реактивна потужність.}$$

### ЗАВДАННЯ 3

Побудова швидкісних (пускових) характеристик, вибір потужності і типу електродвигунів

Дане завдання дозволяє студенту:

- а) самостійно розрахувати і вибрати пусковий реостат і число його ступенів, застосовуючи графічний метод розрахунку;
- б) закріпити отримані теоретичні знання з перевірки обраних за каталогом електродвигунів на перевантажувальну спроможність у залежності від режиму роботи.

Завдання містить дві задачі:

*Задача 3.1* передбачає розрахунок пускового реостата і його ступенів графічним методом за заданими паспортними даними електродвигунів.

*Задача 3.2* передбачає:

а) розрахунок потужності електродвигуна, вибір двигуна за каталогом і його перевірку на перевантажувальну спроможність для короткочасного (КЧ) режиму роботи електропривода. Режим роботи задається графіком зміни моменту;

б) розрахунок потужності електродвигуна, вибір двигуна за каталогом з урахуванням тривалості вмикання (ПВ%). Електродвигун перевіряється на перевантажувальну спроможність для повторно-короткочасного (ПКЧ) режиму роботи електропривода. Режим роботи задається графіком зміни моменту.

*Задача 3.1*

Визначити графічним методом число ступенів пускового реостата і їх опір для електродвигуна, що має коливання пускового струму від  $I_{\max}$  до  $I_{\min}$  (відповідно до варіанта (таблиці 3.1, 3.2)). Дані для розрахунку видаються викладачем (таблиця 3.3). Вибрати тип пускового реостата за каталогом, що додається (таблиця 3.4).

Таблиця 3.1

Варіант	$n, \text{хв}^{-1}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$I_{\text{макс}}, \text{А}$	$I_{\text{мін}}, \text{А}$	$r_{\text{я}}, \text{Ом}$
---------	---------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------	---------------------------

*Задача 3.2*

3.2.1 Розрахувати потужність електродвигуна електропривода механізму для короткочасного і повторно-короткочасного режимів. Режим роботи механізму прийняти згідно з варіантом.

3.2.2 Вибрати асинхронний електродвигун за каталогом, що додається, і зробити перевірку електродвигуна на перевантажувальну спроможність для прийнятого режиму роботи механізму.

Графік зміни моменту механізму, приведеного до вала електродвигуна, поданий для короткочасного режиму (КЧ) на рисунку 3.1, для повторно-короткочасного режиму (ПКЧ) – на рисунку 3.2.

Дані для розрахунку видаються викладачем (таблиця 3.5).

Таблиця 3.2

Варіант	$n$ , $\text{ХВ}^{-1}$	$M_1$ , Н.М.	$M_2$ , Н.М.	$M_3$ , Н.М.	$M_4$ , Н.М.	$t_1$ , с	$t_2$ , с	$t_3$ , с	$t_4$ , с	$t_0$ , с	Режим роботи
---------	---------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-----------------

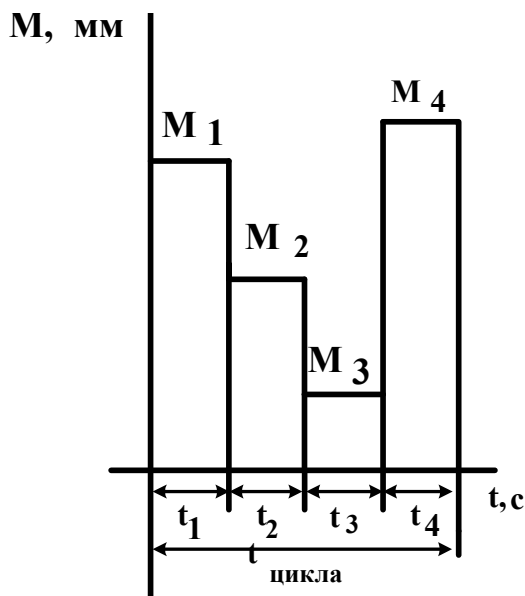


Рисунок 3.1

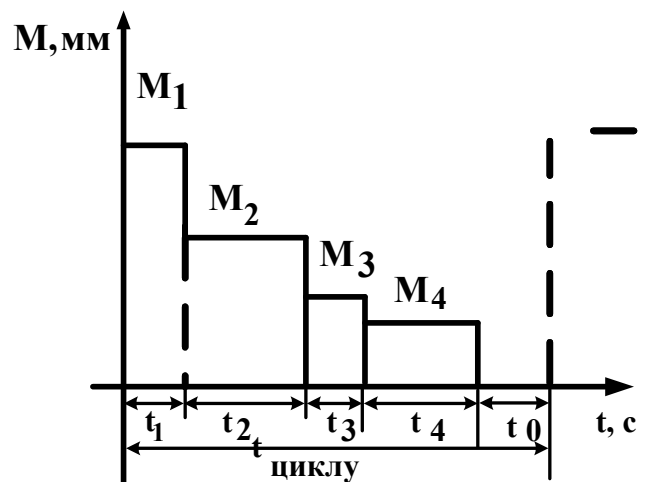


Рисунок 3.2

### 3.1 Зміст завдання і методичні вказівки

При виконанні завдання студенту необхідно виконати задачу 3.1 і 3.2. Основним посібником для розрахунку і вибору схеми автоматичного керування електроприводом є конспект лекцій і підручники [1,2]. Для повноти опрацювання матеріалу можна використовувати й інші джерела з електротехніки й електроприводу.

У задачі 3.1 задані паспортні дані електродвигуна постійного струму з паралельним збудженням  $U_n$ ,  $I_n$ ,  $n_n$ ,  $r_{\text{я}}$ , а також межі пускового струму  $I_{\text{макс}}$  і  $I_{\text{мін}}$ .

3.1.1 Користуючись рівнянням для швидкості ідеального холостого ходу визначити  $n_0$ ,  $\text{хв}^{-1}$ ,

$$n_0 = n_i \frac{U_i}{U_i - I_i r_y}.$$

3.1.2 Використовуючи  $n_0$ ,  $n_n$ ,  $I_n$ , побудувати природну швидкісну характеристику електродвигуна, при цьому по осі абсцис відкладається значення струму  $I$ , а по осі ординат - частота обертання вала двигуна  $n$ .

3.1.3 По двох точках  $n_0$  при  $I=0$  і  $n=0$  при  $I_{\text{макс}}$  побудувати першу пускову характеристику. Потім відповідно другу, третю та інші пускові характеристики з виходом на природну характеристику електродвигуна. Якщо не вдасться точно вийти на природну характеристику, то межі пускового струму слід трохи змінити, тому що число щаблів повинно бути цілим числом.

3.1.4 Для визначення масштабу опору пускового реостата знайти загальний опір кола якоря електродвигуна при загальмованому стані вала двигуна. Опір кожного ступеня пускового реостата визначається довжиною відрізків, отриманих від перетинання пускових характеристик з прямою, що проходить через точку осі абсцис, що відповідає  $I_{\text{макс}}$ . Повний опір пускового реостата є сумою опорів його щаблів.

3.1.5 Тип пускового реостата вибрати за каталогом. При цьому попередньо необхідно визначити споживану потужність  $P_n$ , кВт, за формулою

$$P_n = 0,6 U_n I_n * 10^{-3}.$$

3.1.6 Відповідно до розрахункового числа ступенів пускового реостата необхідно побудувати пускову діаграму електродвигуна.

3.1.7 Зобразити схему автоматичного пуску двигуна постійного струму паралельного збудження або асинхронного двигуна.

Студенту надається можливість зобразити одну з трьох ві-

домих схем: у функції часу, струму, ЕРС з використанням розрахункового числа щаблів пускового реостата і відповідної кількості апаратів автоматичного керування пуском електродвигуна.

3.1.8 Дати докладний опис роботи кожного елемента обраної схеми з вказівкою його призначення.

У задачі 3.2 для короткочасного режиму задано графік зміни моменту механізму (рисунок 3.1).

3.2.1 Застосовуючи формулу еквівалентного моменту визначити  $M_{\text{екв}}$ , Н·м.

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + M_3^2 t_3 + M_4^2 t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}.$$

3.2.2 Визначити розрахункову потужність електродвигуна  $P_{\text{розр}}$ , кВт, за формулою

$$P_{\text{розр}} = \frac{M_{\text{екв}} n}{9550}.$$

3.2.3 За розрахунковою потужністю вибрати за каталогом, що додається, асинхронний двигун із номінальним числом обертів, близьким до заданого у варіанті (таблиця 3.6).

3.2.4 Визначити номінальний момент  $M_{\text{ном}}$ , Н·м, за обраною потужністю електродвигуна  $P_{\text{ном}}$  з використанням формули

$$M_{\text{ном}} = \frac{9550 P_{\text{ном}}}{n_{\text{ном}}}.$$

3.2.5 Визначити максимальний момент

$$M_{\text{макс}} = K_n M_{\text{ном}},$$

де  $K_n$  - коефіцієнт перевантаження, зазначений у каталозі.

3.2.6 Значення максимального моменту повинно бути більше найбільшого моменту, заданого на графіку зміни моменту механізму



$$M_{\text{найб}} < 0,85M_{\text{макс}} .$$

3.2.7 Якщо дана умова не дотримується, то вибирається електродвигун більшої потужності з наступною його перевіркою на перевантажувальну спроможність.

У цій же задачі 3.2 для повторно-короткочасного режиму заданий графік зміни моменту механізму (рисунок 3.2).

3.3.1 Визначити тривалість вмикання двигуна ПВ% за формулою

$$\hat{I} \hat{A} \%_{\text{дв}} = \frac{t_1+t_2+t_3+t_4}{t_1+t_2+t_3+t_4+t_0} \times 100\% .$$

3.3.2 Визначити еквівалентний момент на валу електродвигуна  $M_{\text{екв}}$ , Н·м, за формулою

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + M_3^2 t_3 + M_4^2 t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + 0.5t_0}} .$$

3.3.3 За аналогією з розглянутим раніше короткочасним режимом визначити розрахункову потужність електродвигуна, що потім вибирається за каталогом, що додається, з урахуванням розрахункової тривалості вмикання (таблиця 3.6).

3.3.4 Обраний двигун перевірити на перевантажувальну спроможність.

3.3.5 Якщо ПВ<sub>1</sub> обраного двигуна виявиться менше розрахункового ПВ<sub>2</sub>, то виконати перерахунок потужності за формулою

$$P_2 = P_1 \sqrt{\frac{\hat{I} \hat{A}_1}{\hat{I} \hat{A}_2}} ,$$

де  $P_1 = P_{\text{розр}}$ .

При цьому робиться висновок, що двигун з точки зору нагрівання буде працювати у важкому режимі.

Таблиця 3.3 – Варіанти до задачі 3.1

Варіант	пн, хв <sup>-1</sup>	I <sub>ном</sub> , А	I <sub>макс</sub> , А	I <sub>мін</sub> , А	r <sub>я</sub> , Ом
1	2	3	4	5	6
1	3000	4,5	11,3	5	1,2

2		5,9	14,8	6,5	1,1
3		9,0	22,5	10	0,95
4		2,5	1,3	3,3	0,9
5		17,5	44	19,2	0,85
6		24,5	61,5	27	0,8
7		33	82	36,3	0,65
8		3,5	109	47,8	0,45
9		59	148	65	0,39
10		74	185	81,4	0,35
11		98	245	107,6	0,3
12		128	320	140,8	0,25
13		168	420	185	0,11
14		216	540	237,5	0,08
15	1500	2,1	5,25	2,3	1,3
16		2,9	7,25	3,2	1,25
17		4,3	10,8	4,75	1,2
18		5,9	14,8	6,5	1,1
19		8,7	21,8	9,5	0,95
20		12	30	13,3	0,9
21		18,5	46,5	20,4	0,85
22		25,5	64	28,2	0,8
23		33	83	36,4	0,65
24		43	108	47,3	0,45
25		60	150	66,0	0,39
26		73,5	183	80,8	0,35
27		102	255	112,2	0,3
28		132	330	145,3	0,2

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
29		170	425	187	0,11
30		217	542	238,7	0,08
31		287	720	315,5	0,07
32	1500	381	950	419	0.06
33		508	1270	558.4	0.045
34		632	1580	695.3	0.03
35		809	2030	890	0.02
36		1000	2500	1100	0.015

37	1000	1.0	2.5	1.1	1.35
38		1.4	3.5	1.45	1.33
39		2.0	5	2.25	1.3
40		2.75	6.9	3.1	1.25
41		4.25	10.7	4.67	1.2
42		5.7	14.3	6.27	1.1
43		9.3	23.3	10.23	0.95
44		13.3	33.2	14.6	0.9
45		18.3	45.5	20.1	0.85
46		25.2	63	27.7	0.8
47		32.6	81	35.9	0.65
48		43	108	47.3	0.45
49		62	155	68.2	0.39
50		78	195	85.5	0.35
51		103	258	113.3	0.3
52		132	330	145.2	0.25
53		172	430	189.2	0.21
54		219	550	214	0.08
55		286	715	314.5	0.07
56		385	965	423.5	0.06
57		511	1280	562	0.045
58		632	1580	695.2	0.03
59	750	1.35	3.38	48	1.33
60		1.95	4.88	2.15	1.3
61		2.9	7.25	3.2	1.25
62		4.2	10.5	4.62	1.2
63		6.8	17	7.5	1.1

Закінчення таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
64	750	9.75	24.4	10.73	0.95
65		13.6	34	15	0.9
66		19	47.5	21	0.85
67		26	65	28.6	0.8
68		33.5	84	36.8	0.65
69		48.5	122	53.3	0.45
70		63	158	69.4	0.39
71		79	198	87	0.35

72		104	260	114.5	0.3
73		136	340	149.5	0.25
74		159	425	186	0.11
75		222	555	244	0.08

Номинальна напруга – 220 В.

Таблиця 3.4 – Паспортні дані пускових реостатів електродвигунів

Тип реостата	Потужність ел. двигуна Р <sub>н</sub> /кВт/ при U <sub>н</sub> =220В	Граничний струм, А	Число щаблів	Розміри, мм
РП-2511	0,52-3,7	30	4	180x215x231
РЭП-2	4,2-7,0	40	7	255x419x278
РЭП-3	8,5-10,5	120	8	317x466x327
РЭП-3А	13,5-75,0	1200	8	317x466x327
РЭП-4А	119,5-121,0	2000	12	475x586x515
РЭП-4Б	230,0-342,0	2000	12	474x586x575
РЭП-4В	556,5-993,0	2000	12	

Таблиця 3.5 – Варіанти до задачі 3.2

Варі-ант	n вала двиг. , хв <sup>-1</sup>	M <sub>1</sub> н.м.	M <sub>2</sub> н.м.	M <sub>3</sub> н.м.	M <sub>4</sub> н.м.	t <sub>1</sub> , С	t <sub>2</sub> , С	t <sub>3</sub> , С	t <sub>4</sub> , С	t <sub>0</sub> , С	Режим роботи
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1500	350	500	750	200	20	5	30	20	-	КВ
2		500	300	800	300	30	050	20	60	80	ПКВ
3		960	300	200	500	40	20	50	20	-	КВ
4		350	800	500	200	80	60	20	50	60	ПКВ
5		980	150	250	600	50	30	50	30	-	КВ
6		250	900	300	150	20	80	40	50	60	ПКВ
7		200	970	350	700	30	70	20	40	-	КВ
8		800	500	300	200	30	50	20	30	40	ПКВ
9	1000	650	500	200	150	40	20	60	20	-	КВ
10		550	400	700	300	40	20	30	20	50	ПКВ
11		780	350	500	50	20	30	20	50	-	КВ
12		420	650	380	200	30	30	40	20	40	ПКВ
13		150	730	350	100	60	20	50	20	-	КВ
14		250	600	400	700	40	20	30	30	60	ПКВ
15		100	650	500	200	30	40	20	30	-	КВ
16		45	100	400	630	20	20	30	40	40	ПКВ
17	750	250	55	130	340	40	30	20	30	-	КВ
18		670	500	145	300	30	50	40	40	50	ПКВ

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19		175	300	125	500	20	40	30	30	-	КВ
20		800	150	375	200	30	20	60	30	60	ПКВ
21		300	50	150	75	40	20	20	30	-	КВ
22		275	600	380	150	20	30	20	40	50	ПКВ
23		500	150	75	300	30	50	40	20	-	КВ
24		130	550	400	370	40	20	50	30	40	ПКВ
25		25	200	100	150	50	20	40	30	-	КВ
26		600	400	280	50	40	30	20	30	70	ПКВ
27		75	100	50	130	20	30	20	40	-	КВ
28		150	420	300	500	20	30	40	20	40	ПКВ
29		600	80	30	180	20	50	30	20	-	КВ
30		250	500	150	300	40	40	20	30	50	ПКВ
31		180	40	270	80	40	20	30	30	-	КВ
32	750	820	500	300	150	20	20	40	30	60	ПКВ
33		150	90	160	400	50	30	20	40	-	КВ
34	3000	700	150	320	500	20	40	30	50		ПКВ
35		210	40	180	300	20	50	30	100	-	КВ
36		325	180	500	210	40	20	20	60	80	ПКВ
37		830	500	700	200	80	40	60	20	-	КВ
38		500	170	320	400	20	30	40	50	50	ПКВ
39		700	550	200	600	30	70	40	30	-	КВ
40		130	800	300	200	50	30	40	20	60	ПКВ
41		900	200	350	700	50	80	40	30	-	КВ
42	1500	150	520	800	300	40	20	30	20	50	ПКВ
43		55	95	250	130	20	30	20	40	-	КВ

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
44		285	580	400	60	50	20	40	30	50	ПКВ
45		760	150	480	320	20	70	40	20	-	КВ
46		820	250	510	80	30	50	20	20	60	ПКВ
47		930	800	300	550	40	20	50	30	-	КВ
48		190	750	400	860	50	20	40	20	40	ПКВ
49		120	970	200	350	40	20	30	50	-	КВ
50		390	600	150	500	20	50	30	30	50	ПКВ
51	750	55	650	300	560	30	70	20	40	-	КВ
52		620	80	910	60	30	20	40	20	60	ПКВ
53		900	720	450	330	50	20	30	40	-	КВ
54		170	510	120	745	20	30	50	30	50	ПКВ
55		150	800	660	400	30	30	50	70	-	КВ
56		910	200	530	280	40	50	20	30	60	ПКВ
57		780	900	450	550	20	40	20	30	-	КВ
58		315	620	405	95	30	20	40	20	50	ПКВ
59		175	800	200	420	40	30	20	40	-	КВ
60		980	120	500	240	20	20	40	30	40	ПКВ
61		920	500	150	420	20	100	20	100	-	КВ
62		505	400	190	320	30	20	40	20	30	ПКВ
63	1000	65	130	240	500	60	20	40	20	-	КВ
64		240	720	510	370	40	30	20	40	60	ПКВ
65	1000	170	550	100	50	30	40	50	30	-	КВ
66		680	270	430	510	50	20	40	20	60	ПКВ
67		75	300	280	60	50	30	20	40	-	КВ
68		385	600	750	50	20	50	20	30	40	ПКВ

Закінчення таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
69		140	50	500	100	50	30	60	20	-	КВ
70		80	370	900	440	60	20	40	30	60	ПКВ
71	3000	850	350	50	720	20	80	30	50	-	КВ
72		60	180	980	800	30	40	40	20	50	ПКВ
73		440	870	350	420	40	20	30	50	-	КВ
74		275	920	150	675	200	30	20	40	60	ПКВ
75		670	540	780	920	30	50	20	30	-	КВ



Таблиця 3.6 – Паспортні дані асинхронних двигунів з короткозамкнутим ротором  $U_{ном}=380В$

Тип	$n_n, \text{хв}^{-1}$	$P_n, \text{кВт}$	$\frac{M_{i \text{ асн}}}{I_{i i}}$	ПВ%
1	2	3	4	5
B 63 A2	3000	0,37	2,5	75
B 63 B2		0,55	2,5	75
B 71 A2		0,75	2,5	75
B 71 B2		1,1	2,5	60
B 80 A2		1,5	2,5	60
B 80 B2		2,2	2,5	60
B 90 L2		3,0	2,5	40
B 100 S2		4,0	2,5	40
B 112 M2		7,5	2,8	40
B 132 M2		11,0	2,8	40
B 160 S2		15,0	2,5	75
B 160 M2		18,5	2,6	75
B 180 M2		30,0	2,5	75
B 200 M2		37,0	2,6	60
B 225 M2		55,0	2,6	60
B 250 S2		75,0	2,4	60
B 250 M2		90,0	2,3	60
B 280 S2		110,0	3,0	60
B 63 B4	1500	0,37	2,2	75
B 71 A4		0,55	2,2	75
B 71 B4		0,75	2,2	75
B 80 A4		1,1	2,2	60
B 80 A4		1,5	2,2	60
B 90 L4		2,2	2,6	60
B 100 L4		3,0	2,5	40
B 112 M4		4,0	2,8	40
B 132 S4		7,5	3,0	40
B 132 M4		11,0	3,0	40
B 160 S4		15,0	2,6	75
B 160 M4		18,5	2,6	75
B 180 M4		30,0	2,8	75
B 200 M4		37,0	2,5	60

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5
B 225 M4	1500	55,0	2,5	60
B 250 S4		75,0	2,3	60
B 250 M4		90,0	2,3	60
B 280 S4		110,0	2,8	60
B 71 A6	1000	0,37	2,0	75
B 71 B6		0,55	2,0	75
B 80 A6		0,75	2,0	75
B 80 B6		1,1	2,0	60
B 90 L6		1,5	2,3	60
B 100 L6		2,2	2,4	60
B 112 M6		3,0	2,7	60
B 113 M6		4,0	2,7	40
B 132 M6		7,5	2,7	40
B 160 S6		11,0	2,6	40
B 160 M6		15,0	2,6	40
B 180 M6		18,5	2,2	75
B 200 L6		30,0	2,5	75
B 225 M6		37,0	2,2	75
B 250 M6		55,0	2,4	60
B 280 S6		75,0	2,5	60
B 280 M6		90,0	2,5	60
B 112 M8	750	3,0	2,4	75
B 132 S8		4,0	2,3	75
B 160 S8		7,5	2,5	75
B 160 M8		11,0	2,5	60
B 180 M8		15,0	2,2	60
B 200 M8		18,5	2,4	60
B 225 M8		30,0	2,2	40
B 250 S8		37,0	2,0	40
B 280 S8		55,0	2,5	40
B 280 M8		75,0	2,5	40
BAO 315 S2	3000	132	2,5	100
BAO 315 M2		160	2,5	100
BAO 355 M2	3000	200	2,8	100
BAO 315 S4	1500	132	2,5	100

Закінчення таблиці 3.6

1	2	3	4	5
ВАО 315 М4		160	2,5	100
ВАО 355 М4		200	2,5	100
ВАО 315 S6	1000	110	2,2	100
ВАО 315 М6		132	2,2	100
ВАО 355 М6		160	2,2	100
ВАО 355 L6		200	2,2	100
ВАО 315 М8	750	110	2,2	100
ВАО 355 М8		132	2,2	100
ВАО 355 L8		160	2,2	100
ВАО 450 S8		200	2,2	100

### Список літератури

- 1 Електротехника /Под ред. В.С. Пантюшина. – М.: Высш. шк., 1976.
- 2 Иванов И.И., Равдоник В.С. Электротехника. – М.: Высш. шк., 1984.
- 3 Коновалов Е.В., Козар Л.М. Студентська навчальна звітність. – Харків: УкрДАЗТ, 2005.

Таблиця 3.5 – Варіанти до задачі 3.2

Варі- ант	n вала двиг., хв <sup>-1</sup>	M <sub>1</sub> н.м.	M <sub>2</sub> н.м.	M <sub>3</sub> н.м.	M <sub>4</sub> н.м.	t <sub>1</sub> , с	t <sub>2</sub> , с	t <sub>3</sub> , с	t <sub>4</sub> , с	t <sub>0</sub> , с	Режим роботи
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1500	350	500	750	200	20	5	30	20	-	КВ
2		500	300	800	300	30	050	20	60	80	ПКВ
3		960	300	200	500	40	20	50	20	-	КВ
4		350	800	500	200	80	60	20	50	60	ПКВ
5		980	150	250	600	50	30	50	30	-	КВ
6		250	900	300	150	20	80	40	50	60	ПКВ
7		200	970	350	700	30	70	20	40	-	КВ
8		800	500	300	200	30	50	20	30	40	ПКВ
9	1000	650	500	200	150	40	20	60	20	-	КВ
10		550	400	700	300	40	20	30	20	50	ПКВ
11		780	350	500	50	20	30	20	50	-	КВ
12		420	650	380	200	30	30	40	20	40	ПКВ
13		150	730	350	100	60	20	50	20	-	КВ
14		250	600	400	700	40	20	30	30	60	ПКВ
15		100	650	500	200	30	40	20	30	-	КВ
16		45	100	400	630	20	20	30	40	40	ПКВ
17	750	250	55	130	340	40	30	20	30	-	КВ
18		670	500	145	300	30	50	40	40	50	ПКВ

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19		175	300	125	500	20	40	30	30	-	КВ
20		800	150	375	200	30	20	60	30	60	ПКВ
21		300	50	150	75	40	20	20	30	-	КВ
22		275	600	380	150	20	30	20	40	50	ПКВ
23		500	150	75	300	30	50	40	20	-	КВ
24		130	550	400	370	40	20	50	30	40	ПКВ
25		25	200	100	150	50	20	40	30	-	КВ
26		600	400	280	50	40	30	20	30	70	ПКВ
27		75	100	50	130	20	30	20	40	-	КВ
28		150	420	300	500	20	30	40	20	40	ПКВ
29		600	80	30	180	20	50	30	20	-	КВ
30		250	500	150	300	40	40	20	30	50	ПКВ
31		180	40	270	80	40	20	30	30	-	КВ
32	750	820	500	300	150	20	20	40	30	60	ПКВ
33		150	90	160	400	50	30	20	40	-	КВ
34	3000	700	150	320	500	20	40	30	50		ПКВ
35		210	40	180	300	20	50	30	100	-	КВ
36		325	180	500	210	40	20	20	60	80	ПКВ
37		830	500	700	200	80	40	60	20	-	КВ
38		500	170	320	400	20	30	40	50	50	ПКВ
39		700	550	200	600	30	70	40	30	-	КВ
40		130	800	300	200	50	30	40	20	60	ПКВ
41		900	200	350	700	50	80	40	30	-	КВ
42	1500	150	520	800	300	40	20	30	20	50	ПКВ
43		55	95	250	130	20	30	20	40	-	КВ

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
44		285	580	400	60	50	20	40	30	50	ПКВ
45		760	150	480	320	20	70	40	20	-	КВ
46		820	250	510	80	30	50	20	20	60	ПКВ
47		930	800	300	550	40	20	50	30	-	КВ
48		190	750	400	860	50	20	40	20	40	ПКВ
49		120	970	200	350	40	20	30	50	-	КВ
50		390	600	150	500	20	50	30	30	50	ПКВ
51	750	55	650	300	560	30	70	20	40	-	КВ
52		620	80	910	60	30	20	40	20	60	ПКВ
53		900	720	450	330	50	20	30	40	-	КВ
54		170	510	120	745	20	30	50	30	50	ПКВ
55		150	800	660	400	30	30	50	70	-	КВ
56		910	200	530	280	40	50	20	30	60	ПКВ
57		780	900	450	550	20	40	20	30	-	КВ
58		315	620	405	95	30	20	40	20	50	ПКВ
59		175	800	200	420	40	30	20	40	-	КВ
60		980	120	500	240	20	20	40	30	40	ПКВ
61		920	500	150	420	20	100	20	100	-	КВ
62		505	400	190	320	30	20	40	20	30	ПКВ
63	1000	65	130	240	500	60	20	40	20	-	КВ
64		240	720	510	370	40	30	20	40	60	ПКВ
65	1000	170	550	100	50	30	40	50	30	-	КВ
66		680	270	430	510	50	20	40	20	60	ПКВ
67		75	300	280	60	50	30	20	40	-	КВ
68		385	600	750	50	20	50	20	30	40	ПКВ

Закінчення таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
69		140	50	500	100	50	30	60	20	-	KB
70		80	370	900	440	60	20	40	30	60	ПКВ
71	3000	850	350	50	720	20	80	30	50	-	KB
72		60	180	980	800	30	40	40	20	50	ПКВ
73		440	870	350	420	40	20	30	50	-	KB
74		275	920	150	675	200	30	20	40	60	ПКВ
75		670	540	780	920	30	50	20	30	-	KB

