

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними процесами»

Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Розрахунки та аналіз енергетичних показників електроприводу електровозів ДЕ1»

за освітньою програмою: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

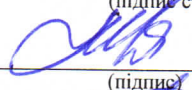
Виконав: студент групи «ЕП19120»

Керівник:


(підпис студента)

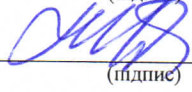
/ Володимир КОВАЛЬ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:


(підпис)

/доц. Ольга Шейкіна/
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:


(підпис)

/доц. Оксана КАРЗОВА/
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2022 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty «Energy Process Control»

Department «Electrical engineering and electromechanics»

Explanatory Note
to Bachelor's Thesis

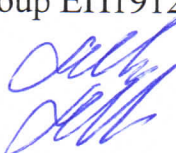
on the topic: « Calculation and analysis of the energy indicators of the electric drive of electric locomotives DE1»

according to educational curriculum «Electromechanical automation systems and electric drive»

in the Speciality: «141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics»

Done by the student of the group ЕП19120: /Volodymyr KOVAL/

Scientific Supervisor:



/Olha SHEIKINA/

Normative controller:



/Oksana KARZOVA/

Supervisors

(Chapter title heading)

//

(position, name, surname)

(Chapter title heading)

//

(position, name, surname)

(Chapter title heading)

//

(position, name, surname)

(Chapter title heading)

//

(position, name, surname)

Dnipro – 2022

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Факультет «Управління енергетичними процесами»

Кафедра: «Електротехніка та електромеханіка»

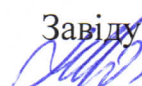
Рівень вищої освіти: бакалавр

Освітня програма: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

Спеціальність: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕТЕМ

 /Андрій МУХА/
(підпис)

Дата 07.06.22

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студенту Коваль Володимир Володимировичу

1. Тема роботи: «Розрахунки та аналіз енергетичних показників електроприводу електровозів ДЕ1»

Керівник роботи: Шейкіна Ольга Григорівна, доцент
затверджені наказом № 725 ст від 29.10.2021

2. Строк подання студентом роботи: 10.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Статистичні дані живлячої напруги та тягового струму електровозу ДЕ1 та технічні дані електродвигуна ЕД141У1

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина:

Аналіз існуючих поворотних кругів рейкового залізничного транспорту

4.2 Основна частина:

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища:

Порядок дій при експлуатації установки, безпека обслуговуючого персоналу

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Імовірісно-статистичний аналіз випадкової живлячої напруги та тягового струму електровозу ДЕ1. 2. Методика розрахунку і чисельний аналіз коефіцієнтів потужностей 3. Визначення втрат активної потужності в електродвигуні приводу.

4. Оцінка та аналіз коефіцієнта корисної дії тягового електроприводу

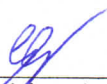
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

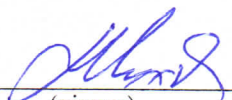
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Розділ 1. Характеристика тягового електроприводу та імовірісно-статистичний аналіз його напруги і струму	07.02.2022	10%
2	Розділ 2. Розрахунки та аналіз коефіцієнтів потужностей тягового електроприводу	14.02.2022	15%
3	Розділ 3. Оцінка коефіцієнта корисної дії електропривода електровоза ДЕ1	28.02.2022	20%
4	Розділ 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища	18.04.2022	30%
5	Загальні висновки і рекомендації	09.05.2022	20%
6	Додаток А	23.05.2022	5%
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	30.05.2022	100%
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії		

Студент


(підпис)

Володимир КОВАЛЬ
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник роботи

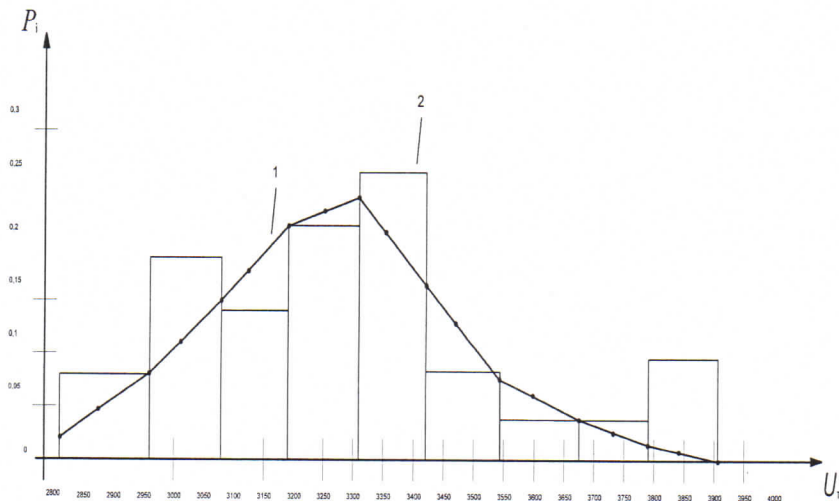

(підпис)

доц. Ольга ШЕЙКІНА
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

№ ряд ка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	6.141.190045.ПЗ	Пояснювальна записка	48		
4			Запозичена			
5						
6			<u>Графічна частина</u>			
7			Заново розроблена			
8	A4	6.141.190045.ПЗ	Імовірно-статистичний			
9			аналіз випадкової живлячої			
10			напруги та тягового струму електровозу ДЕ1	1		
11	A4	6.141.190045.ПЗ	Методика розрахунку і	1		
12			чисельний аналіз			
13			коефіцієнтів потужностей			
14	A4	6.141.190045.ПЗ	Визначення втрат активної	1		
15			потужності в електродвигуні			
16			приводу			
17	A4	6.141.190045.ПЗ	Оцінка та аналіз коефіцієнта	1		
18			корисної дії тягового			
19			електроприводу			
20						
21			Запозичена			
22						
23			<u>Електронна частина</u>			

					6.141.190045.ВР		
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи		
Розробив	Коваль В.В.						
Керівник	Шейкіна О.Г.						
Консульт							
Н. Контр.	Карзова О.О.						
Зав кафедр	Муха А М				Літ. Арк. Аркушів		
					4 48		
					МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120		

ІМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИПАДКОВОЇ ЖИВЛЯЧОЇ НАПРУГИ ТА ТЯГОВОГО СТРУМУ ЕЛЕКТРОВОЗУ ДЕ1



$$m_U = 3258,51 \text{ В}$$

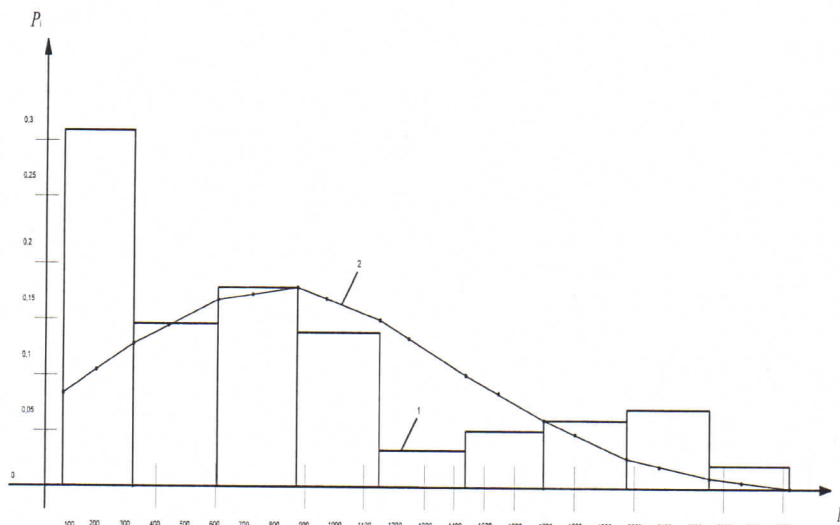
$$D_U = 44640,43 \text{ В}^2$$

$$\sigma_U = 211,28 \text{ В}$$

$$As_U = 0,24$$

$$Ex_U = -0,45$$

Рис.А.1. Статистичне розподілення (2) та нормальний закон розподілення напруги (1)



$$m_I = 812,05 \text{ А}$$

$$D_I = 373372,17 \text{ А}^2$$

$$\sigma_I = 611,22 \text{ А}$$

$$As_I = 0,81$$

$$Ex_I = -0,42$$

Рис.А.2. Статистичне розподілення (1) та нормальний закон розподілення струму (2)

					Імовірно-статистичний аналіз випадкової живлячої напруги та тягового струму електровозу ДЕ1		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Коваль В.В.					
Керівник		Шейкіна О.Г.					
Консульт							
Н. Контр.		Карзова О.О.					
Зав.кафед		Муха А.М.					
					Додаток А		
					6.141.190045.01		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						51	54
					МОН України. УДУНТ		
					Кафедра ЕТЕМ,		
					група ЕП19120		

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ І ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОЕФІЦІЄНТІВ ПОТУЖНОСТЕЙ

$$\eta = \frac{P_1 - \sum \Delta P}{P_1} = 1 - \frac{\sum \Delta P}{P_1}, \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{P_1}{S_1}, \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q_1}{P_1}, \quad (3)$$

$$S_1 = U_e I_e; \quad (4)$$

$$S^1 = 3313,1 \text{ кВА}$$

$$U_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) \cdot dt}, \quad (5)$$

$$I_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) \cdot dt}, \quad (6)$$

$$\left. \frac{U_1, U_2, U_3, U_n}{I_1, I_2, I_3, I_n} \right\}, \quad (7)$$

$$U_e = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n U_k^2}, \quad (8)$$

$$U_e = 3265,3 \text{ В};$$

$$I_e = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n I_k^2}, \quad (9)$$

$$I_e = 1014,6 \text{ А};$$

$$P = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n U_k \cdot I_k, \quad (10)$$

$$P_1 = 2695,6 \text{ кВт.}$$

де U_k, I_k – дискретні значення статистичних сукупностей напруги і струму, що представлені рядами (4)

$$P^* = U_{cp} \cdot I_{cp}, \quad (11)$$

$$P_1^* = 2646,2 \text{ кВт}$$

$$U_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n U_k, \quad (12)$$

$$M[U] = 3258,5 \text{ В}$$

$$I_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n I_k, \quad (13)$$

$$M[I] = 812,1 \text{ А}$$

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} \quad (14) \quad Q_1 = 1926,11 \text{ квар}, \quad Q_1^* = 1993,39 \text{ квар}$$

$$\lambda = \frac{P_1}{S_1} = \frac{2695,6}{3313,1} = 0,813;$$

$$\lambda^* = \frac{P_1^*}{S_1^*} = \frac{2646,2}{3313,1} = 0,799;$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q_1}{P_1} = \frac{1926,11}{2695,6} = 0,715; \quad \operatorname{tg} \varphi^* = \frac{Q_1^*}{P_1^*} = \frac{1993,39}{2646,2} = 0,753$$

					Імовірісно-статистичний аналіз випадкової живлячої напруги та тягового струму електровозу ДЕ1		
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Коваль В.В.			Додаток А 6.141.190045.02		
Керівник		Шейкіна О.В.		15.08			
Консульт							
Н. Контр.		Карзова О.О.		15.08			
Зав.кафед		Муха А.М.		15.08			
					Літ.	Арк.	Аркуші
						52	54
					МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120		

ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРОДВИГУНІ ПРИВОДУ СХЕМИ

$$\sum \Delta P = \Delta P_{\text{ел}} + \Delta P_{\text{мх}} + \Delta P_{\text{мг}} + \Delta P_{\text{дд}}, \quad (1)$$

$$\sum \Delta P = 48,184 \text{ кВТ.}$$

$$\Delta P_{\text{ел}} = \Delta P_o + \Delta P_{\phi}, \quad (2)$$

$$\Delta P_0 = R \sum \cdot I_{\text{ea}}^2, \quad (3)$$

$$\Delta P_{\phi} = R \sum \cdot I_{\text{ep}}^2, \quad (4)$$

$$\Delta P_0 = R \sum \frac{P_1^2}{U_e^2} = R \sum \frac{Q_1^2}{U_e^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi} \quad (5)$$

$$\Delta P_0 = 15,8 \text{ кВТ.}$$

$$\Delta P_\phi = R \sum \frac{Q_1^2}{U_e^2} = R \sum \frac{P_1^2}{U_e^2} \cdot \text{tg}^2 \varphi, \quad (6)$$

$$\Delta P_{\Phi} = 9,584 \text{ КВТ}$$

$$\Delta P_{\text{пш}} = 0,002 \cdot P_{\text{лг}}; \quad \Delta P_{\text{тк}} = 9,81 \cdot F_{\text{шт}} \cdot V_{\text{кл}}; \quad \Delta P_{\text{рв}} = S \cdot V_{\text{кл}}$$

$$\Delta P_{\text{MX}} = 7,2 \text{ кВТ.}$$

$$\Delta P_{\text{M}\Gamma} = \Delta P_{\text{XX}} - \Delta P_{\text{MX}}, \quad (7)$$

$$\Delta P_{xx} = 19,2 \text{ кВТ}$$

$$\Delta P_{\text{мг}} = 19,2 - 7,2 = 12 \text{ кВТ}$$

$$\Delta P_{\text{дд}} = 0,3 \cdot \Delta P_{\text{мг}},$$

$$\Delta P_{\text{дд}} = 3,6 \text{ кВт.}$$

					Визначення втрат активної потужності в електродвигуні приводу				
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Додаток А 6.141.190045.04	Літ.	Арк.	Аркуші	
Розробив		Коваль В..В.		15.02					
Керівник		Шейкіна О.Г.		15.02					
Консульт									
Н. Контр.		Карзова О.О.		15.02					
Зав.кафед		Муха А.М.		15.02					
						МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120			

ОЦІНКА ТА АНАЛІЗ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

$$M[\eta] = \eta_{\text{ср}} = 1 - \frac{\sum \Delta P}{P_1^{(1)}} = 1 - \frac{48,184}{336,95} = 0,857$$

$$\eta_{\text{пасп}} = 0,933.$$

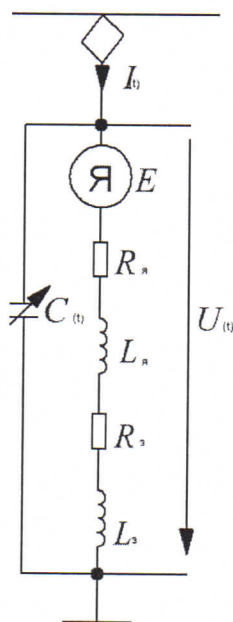


Рис. Б.1. Схема заміщення електродвигуна електроприводу

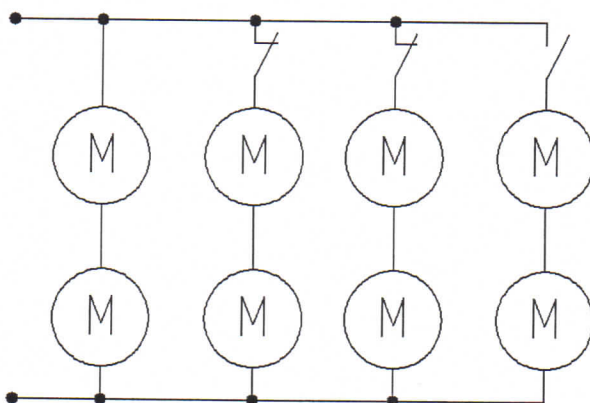


Рис.Б.2. Схема з'єднання електродвигунів приводу

					Визначення втрат активної потужності в електродвигуні приводу		
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Додаток А 6.141.190045.04		
Розробив		Коваль В..В.					
Керівник		Шейкіна О.Г.		15.02			
Консульт							
Н. Контр.		Карзова О.О.		15.02			
Зав.кафед		Муха А.М.		15.02	МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						54	54