

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний економіко-технологічний університет
транспорту

Кафедра «Тяговий рухомий склад залізниць»

В. П. Кулешов

Методичні вказівки

щодо виконання контрольної роботи №1
для студентів II-го курсу заочної форми навчання
спеціальності **7.05070203 «Електричний транспорт»**
з дисципліни **«Електричні залізниці та метрополітени»**

Київ 2014

УДК 629.23

Кулешов В.П.

Методичні вказівки щодо виконання контрольної роботи №1 для студентів II-го курсу заочної форми навчання спеціальності 7.05070203 «Електричний транспорт» з дисципліни «Електричні залізниці та метрополітені». – К.: ДЕТУТ, 2014. – С 11.

Рекомендовано кафедрою Тяговий рухомий склад залізниць (протокол № 9 від 28.03.2012) та методичною радою факультету Інфраструктура і рухомий склад залізниць (протокол №1 від 28.08.2012) ДЕТУТ.

Автор: *Кулешов В.П.* доцент кафедри «Тяговий рухомий склад залізниць» ДЕТУТ, к.т.н.

Рецензенти:

Данилевський В.І. – доцент кафедри «Тяговий рухомий склад залізниць» ДЕТУТ, к.т.н.

Дробаха В.І. – заступник начальника Головного управління локомотивного господарства Укрзалізниці, к.т.н.

Зміст

1. Завдання на контрольну роботу	4
2. Оформлення контрольної роботи	5
3. Порядок виконання контрольної роботи	6
4. <i>Список використаної літератури</i>	11

1. Завдання на контрольну роботу

1.1. Загальні вказівки.

1.1.1. Метою даної роботи є розрахунок і аналіз основних характеристик, що визначають роботу тягового електричного двигуна (ТЕД) у режимі тяги.

1.1.2 При використанні розрахункових формул необхідно усвідомити, як вони були отримані на основі трьох фундаментальних законів фізики і які існують функціональні залежності між частотою обертання і швидкістю електровоза, обертовим моментом ТЕД і силою тяги на ободі ведучої колісної пари. Особливу увагу необхідно звернути на взаємозв'язок струму якоря і частоти обертання (швидкості електровоза).

1.2 Вихідні дані тягового двигуна

1.2.1

Таблиця 1

$P_{дн}$	кВт	525	585	650	690	700	775	810	900	790
$2p$		4	6	6	6	4	6	6	6	6
$2a$		4	6	6	6	4	6	6	6	6
μ		3,90	2,27	3,83	2,73	4,10	4,40	4,63	2,64	4,19
n	об./хв.	735	600	770	850	905	920	1030	1150	890
$\check{U}_{дн}$	N	Останні цифри шифру залікової книжки								
1600	1050	01	02	03	04	05	06	07	08	09
1500	812	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1500	1050	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1100	792	28	29	30	31	32	33	34	35	36
950	696	37	38	39	40	41	42	43	44	45
900	666	46	47	48	49	50	51	52	53	54
1250	792	55	56	57	58	59	60	61	62	63
750	522	64	65	66	67	68	69	70	71	72
1100	928	73	74	75	76	77	78	79	80	81
1500	1218	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1500	696	91	92	93	94	95	96	97	98	99
675	616	100	110	120	130	140	150	160	170	180

У таблиці кожний тип тягового двигуна характеризується основними розрахунковими або паспортними номінальними даними. До них належать:

$P_{\text{дн}}$, кВт – номінальна (що відається на валу) потужність;

$\check{U}_{\text{дн}}$, в – номінальна напруга;

$n_{\text{дн}}$, об/хв. – номінальна частота обертання.

Приводяться також деякі конструктивні дані, потрібні для виконання контрольної роботи.

$2p$ – число полюсів двигунів;

$2a$ – число паралельних гілок обмотки якоря;

N – число провідників обмотки якоря;

μ – передатне число зубцевої передачі.

1.2.2 Загальні дані для усіх варіантів.

Dk – діаметр коліс колісної пари, $Dk = 1,25$ мм;

K – число осей електровоза, $K = 8$;

$\eta'_{\text{дн}}$ – номінальний коефіцієнт корисної дії (ККД), $\eta'_{\text{дн}} = 0,94$.

2. Оформлення роботи

2.1 Робота оформляється у вигляді розрахункової записки і графіків. Записка пишеться на одній сторінці аркуша.

2.2 У розрахунковій записці потрібно записати заголовок, що відображає її зміст і своїми словами сформулювати мету роботи. Далі з таблиці виписати вихідні дані, що вибираються за останніми двома цифрами навчального шифру. Напруга $\check{U}_{\text{дн}}$ і число провідників N беруться по горизонтальному рядку, а інші по вертикальній графі.

2.3 Всі розрахунки виконуються з точністю до трьох значущих цифр.

2.4 Графічна будова виконується олівцем на міліметровому папері. Масштаби вибираються відповідно нормального ряду: 0,1; 0,2; 0,25; 0,4; 0,5; 1; 2; і т.д. одиниць на мм.

2.5 Помилки визначені рецензентом повинні бути виправлені акуратно. Для виправлення можна використовувати зворотну (чисту) сторону попереднього аркуша. При великій кількості виправлень на одній сторінці її потрібно переписати і підклеїти до сторінки з зауваженнями рецензента.

3. Порядок виконання контрольної роботи

3.1 Розрахувати номінальний струм ТЕД

$$I_{\text{дн}} = \frac{P_{\text{дн}} \times 10^3}{U_{\text{дн}} \times \eta_{\text{дн}}}, \text{ A} \quad [1]$$

де $P_{\text{дн}}$ – номінальна корисна потужність на валі ТЕД, кВт;

$\check{U}_{\text{дн}}$, – номінальна напруга, в;

$\acute{\eta}_{\text{дн}}$ – коефіцієнт корисної дії ТЕД, $\acute{\eta}_{\text{дн}} = 0,94$.

3.2 Використовуючи рівняння стану електричного кола ТЕД, розрахувати ЕРС, індуквану в обмотці якоря при номінальному режимі.

3.2.1 Величина опору обмоток двигуна звичайно вказується заводом-виготовлювачем. У даному випадку вона невідома і для виконання контрольної роботи визначається орієнтовно по заданому падінню напруги при номінальному режимі.

$$I_{\text{дн}} \times \Gamma_{\partial} = 0,04 \check{U}_{\text{дн}} \quad [2]$$

Звідки

$$\Gamma_{\partial} = \frac{0,04 U_{\text{дн}}}{I_{\text{дн}}}, \text{ ом} \quad [3]$$

Отримана з цього співвідношення величина Γ_{∂} використовується у всіх наступних розрахунках.

3.2.2 Величина індуктованої ЕРС

$$E_{\text{дн}} = C_n \times \Phi_n \times n_{\text{дн}} = \check{U}_{\text{дн}} - I_{\text{дн}} \times \Gamma_{\partial}, \text{ в} \quad [4]$$

3.3 Визначення магнітного потоку ТЕД при номінальному режимі.

3.3.1 Конструктивна постійна

$$C_n = \frac{P}{a} \times \frac{N}{60}, \quad \frac{в}{об / хв.} \quad [5]$$

Де: P – число пар полюсів двигуна;

a – число пар рівнобіжних гілок обмотки якоря;

N – число провідників обмотки якоря.

3.3.2 Номінальний магнітний потік.

$$\Phi_n = \frac{E_{ан}}{C_n \times n_{дн}}, \quad вб \quad [6]$$

де $n_{дн}$ – номінальна частота обертання, *об/хв.*

3.4 Розрахувати і побудувати криву намагнічування ТЕД.

3.4.1 Для виконання даної контрольної роботи крива намагнічування задається у вигляді залежності магнітного потоку двигуна від струму збудження I_z і Φ_z (таблиця 2).

Таблиця 2

1	Струм збудження, I_z / I_{zn}	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50
2	I_z, A					
3	Магнітний потік, Φ / Φ_n	0,50	0,76	0,90	1,00	1,11
4	$\Phi, Вб$					

3.4.2 Щоб одержати криву намагнічування для заданого варіанта, потрібно перерахувати дані таблиці 2 в абсолютні значення. Кожне значення розраховується з умови:

$$I_z = \left(\frac{I_z}{I_{zn}} \right) \times I_{zn}, \quad A$$

$$\Phi = \left(\frac{\Phi}{\Phi_n} \right) \times \Phi_n, \quad вб$$

3.4.3 Результати розрахунків занести в графі 2, 4 таблиці 2 і побудувати залежність $\Phi(I_g)$.

3.5 Розрахувати і побудувати електромеханічні характеристики ТЕД.

3.5.1 Швидкісну характеристику: $n(I_g)$.

а) визначити частоту обертання в залежності від струму якоря для п'яти значень струмів, визначених у пункті 3.4.

$$n_{\text{об}} = \frac{U_n - I_{\text{ог}} \times \Gamma}{C_l \Phi}, \quad \frac{\text{об}}{\text{хв.}} \quad [7]$$

3.5.2 Характеристика електромагнітного моменту $M_\partial(I_a)$.

а) розрахувати конструктивну постійну для обертаючого моменту

$$C_m = \frac{P}{a} \times \frac{N}{2\pi} \quad [8]$$

б) розрахувати залежність електромагнітного моменту для п'яти значень струму якоря (п. 3.4.).

$$M_\partial = C_m \times \Phi \times I_\partial, \quad \text{Н} \quad [9]$$

3.6 Розрахувати і побудувати електротягові характеристики.

3.6.1 Швидкісна характеристика.

а) визначити конструктивну постійну для обчислення ЕРС

$$C_v = 5,3 \frac{\mu}{D_k} \times C_n \quad [10]$$

де μ – передатне число зубцевої передачі;

D_k – діаметр коліс колісної пари,

б) розрахувати залежність $V(I_a)$ для п'яти значень струму якоря (п. 3.4)

$$V = \frac{U_{\text{он}} - I_a \times \Gamma_{\text{ог}}}{C_v \times \Phi}, \quad \frac{\text{кМ}}{\text{год.}} \quad [11]$$

в) побудувати залежність $V(I_a)$.

3.6.2 Електротягова характеристика.

а) визначити конструктивну постійну для обчислювання сили тяги одного двигуна

$$C_F = C_m \frac{\mu}{P_k} \quad [12]$$

де: P_k – радіус колісної пари, м;

б) розрахувати значення дотичної сили тяги $F_{\kappa\partial I}(I_{\text{я}})$ для п'яти значень струму якоря (п. 3.4)

$$F_{\kappa\partial I} = C_F \times \Phi \times I \times \eta'_F \quad [13]$$

де: η'_F – коефіцієнт, що враховує втрату сили тяги в процесі перетворення електричної енергії в механічну

$$\eta'_F = \eta'_M \times \eta'_{3\Pi} = 0,97 \times 0,97 = 0,94$$

$\eta'_{3\Pi}$ – коефіцієнт, що враховує втрати моменту на подолання тертя з зубцевій передачі $\eta'_{3\Pi} = 0,97$

в) побудувати залежність $F_{\kappa\partial}(I_{\text{я}})$.

3.7 На основі розрахованих залежностей $V(I_{\text{я}})$ і $F_{\kappa\partial}(I_{\text{я}})$ побудувати тягові характеристики однієї колісної пари і восьмивісного електровоза $F_{\kappa}(V)$.

$$F_{\kappa} = K \times F_{\kappa\partial}, \quad [14]$$

де: K – число осей електровоза ($K=8$).

3.8 Визначити і показати на графіку максимально допустиму силу тяги електровоза за умовами зчеплення

$$F_{\text{сц} \times \text{max}} = \Psi_{\text{сц} \times \text{max}} \times P_{\text{сц}}, \text{ кН} \quad [15]$$

де: $\Psi_{\text{сц} \times \text{max}}$ – коефіцієнт зчеплення, $\Psi = 0,33$;

$P_{\text{сц}}$ – зчіпна вага електровоза

4. Список використаної літератури

1. *Зорохович А.Е.* Основы электротехники для локомотивных бригад. . – М.: Транспорт, 1980. – С 167.
2. *Осипов С.И.* Основы электрической и тепловозной тяги. – М.: Транспорт, 1985. – С 280.

Навчально-методичне видання

Кулешов Володимир Петрович

Методичні вказівки

щодо виконання контрольної роботи №1 для студентів II-го курсу заочної форми навчання спеціальності 7.05070203 «Електричний транспорт» з дисципліни «Електричні залізниці та метрополітени»

Відповідальний за випуск: В.П. Кулешов

Укладач: Кулешов В.П.

В редакції автора

Підписано до друку 17.12.2013
Формати – 60x84/16. Папір-офсетний.
Спосіб друку – ризографія
Замовлення № 332/13 Тираж 60 примірників.

Надруковано РВЦ ДЕТУТ.
Свідоцтво про реєстрацію від 27.12.2007. Серія ДК № 3079
03049, м. Київ-49, вул. Миколи Лукашевича, 19