



МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ

Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Кафедра «Електрорухомий склад залізниць»

До друку
Перший проректор _____ Б. Є. БОДНАР
" " _____ 2006

ЕЛЕКТРОРУХОМИЙ СКЛАД

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи
«Проектування системи керування ЕРС однофазно-постійного струму»

Укладачі: М.О. Баб'як
Л. В. Петрович
В. Є. Васильєв
Г. Я. Корепанов

*Для студентів усіх форм навчання
спеціальності 7.092202 «Електричний
транспорт»*

Дніпропетровськ 2006

УДК:629.423: 621.3.024

Укладачі:

*Баб'як Микола Олександрович,
Петрович Леонід Вікентійович,
Васильєв В'ячеслав Євгенович
Корепанов Герман Якович*

Рецензенти:

заступник начальника локомотивної служби
Придніпровської залізниці *Ю. Б. Завгородній*
канд. техн. наук, доц. *А. М. Афанасов* (ДПТ)

Електрорухомий склад: Методичні вказівки до виконання контрольної роботи «Проектування системи керування ЕРС однофазно-постійного струму» / Дніпропетр. нац. ун-т залізнич. трансп. імені акад. В. Лазаряна; Укл.: М. О. Баб'як, Л. В. Петрович, В. Є. Васильєв, Г. Я. Корепанов - Д., 2006. - 15 с.

У методичних вказівках наведено порядок виконання розрахункової роботи по ЕРС однофазно-постійного струму з дисципліни «Електрорухомий склад».

Наведено завдання на проектування, методики розрахунків та будови силових кіл ЕРС, а також необхідні інформаційні матеріали.

Іл. 7. Табл. 5. Бібліогр.: 3 назви.

© Баб'як М. О. та ін., укладання, 2006

© Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна

1. ВСТУП

Метою роботи є знайомство з структурою силового кола системи керування ЕРС змінного (реально однофазно-постійного) струму, розрахунок та вибір параметрів елементів силового кола (тягового трансформатора, випрямляча і згладжуючого реактора).

Завдання на виконання контрольної роботи містить:

- принципovu силову схему одної (чотиривісної) секції електровоза однофазно-постійного струму;
- номінальні потужність і напругу тягового двигуна;
- номінальну швидкість електровоза;
- масу електровоза, що припадає на одну вісь;
- універсальні характеристики тягового двигуна, тощо.

У роботі передбачений розрахунок числа ступенів регулювання на вторинній обмотці трансформатора, число витків вторинної та первинної обмоток, число послідовно і паралельно включених діодів в кожному плечі мостового випрямляча, індуктивності згладжуючого реактора. Необхідно також розрахувати електротягові характеристики тягового двигуна для всіх ступенів регулювання і побудувати пускову діаграму.

Обсяг роботи – пояснювальна записка, котра містить всі розрахунки, креслення силової схеми електровоза, графіки зовнішньої характеристики випрямляючої установки, електротягові характеристики тягового двигуна, рисунок, на котрому виконана графічна побудова для визначення ступеня регулювання напруги на тяговому трансформаторі, графік пускової діаграми та схему одного плеча випрямляючої установки.

Усі графіки та схеми виконуються на міліметровому папері і вкладаються в пояснювальну записку.

2. ЗАВДАННЯ

2.1. Загальні дані (однакові для всіх студентів).

2.1.1. Принципова силова схема електровоза (схема перетворення енергії, рис. 1).

2.1.2. Універсальні характеристики тягового двигуна (табл. 1).

2.1.3. Напруга контактної мережі – $U_{\text{км}} = 25$ кВ.

2.1.4. Коефіцієнт корисної дії тягового двигуна – $\eta_{\text{дв}} = 0,94$.

2.1.5. Коефіцієнт корисної дії тягової передачі – $\eta_F = 0,95$.

2.1.6. Навантаження на вісь – $P = 240$ кН.

2.1.7. Коефіцієнт нерівномірності пуску за струмом – $(K_{\text{нл}})_{\text{сер}} = 0,07$.

2.1.8. Коефіцієнт пульсації випрямленого струму – $K_i = 0,25$.

2.2. Індивідуальні дані (для кожного студента).

2.2.1. P_T – номінальна (годинна) потужність тягового двигуна, кВт.

2.2.2. v_T – швидкість електровоза при годинному режимі, км/год.

2.2.3. $U_{\text{дв н}}$ – номінальна напруга тягового двигуна, В.

2.2.4. $P_{\Gamma}, v_{\Gamma}, U_{\text{дв н}}$ – вибирається з табл. 2 згідно з вказівками викладача.

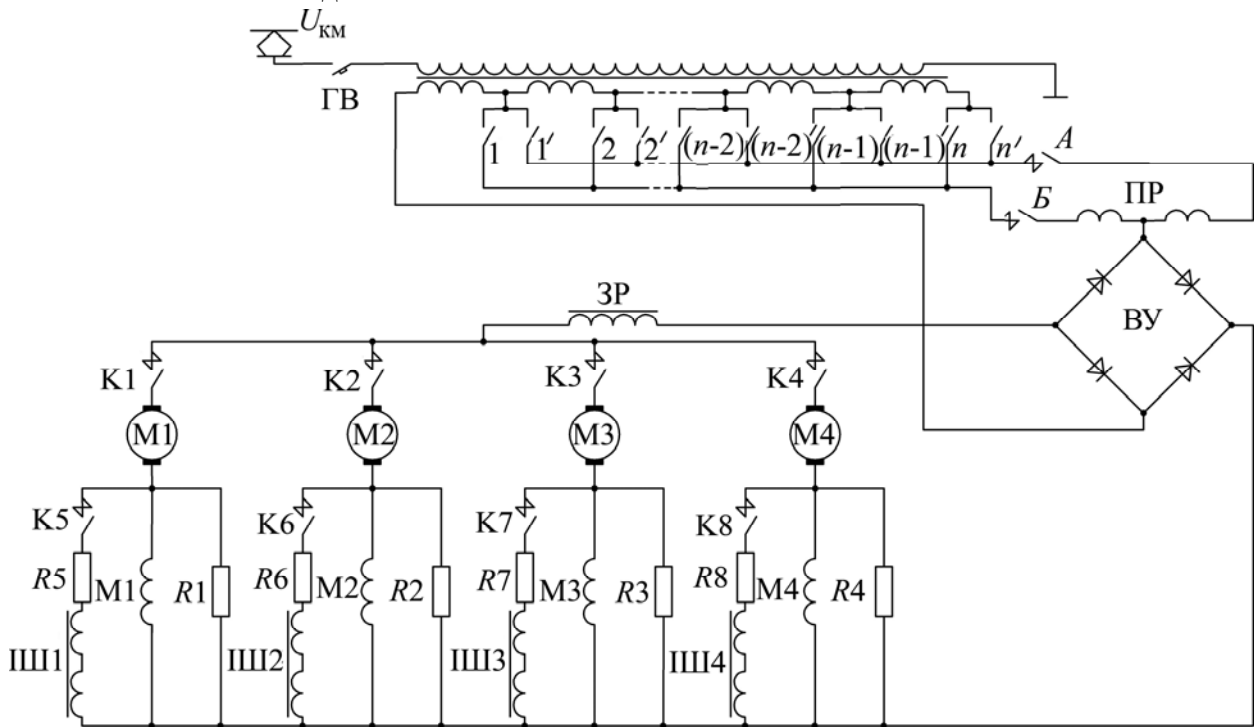


Рис. 1. Принципова силова схема електровоза

Таблиця 1

Відносне значення струму ТЕД	I / I_{Γ}	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75
Відносне значення питомої ЕРС	$C_v \Phi / C_v \Phi_{\Gamma}$	0,50	0,76	0,90	1,00	1,06	1,11	1,15
Відносне значення сили тяги	$F_{\text{к дв}} / F_{\text{к дв } \Gamma}$	0,13	0,38	0,67	1,00	1,33	1,66	1,98

Таблиця 2

№ групи № варіанта	1			2			3		
	$P_{\Gamma},$ кВт	$U_{\text{дв н}},$ В	$v_{\Gamma},$ км/ГОД	$P_{\Gamma},$ кВт	$U_{\text{дв н}},$ В	$v_{\Gamma},$ км/ГОД	$P_{\Gamma},$ кВт	$U_{\text{дв н}},$ В	$v_{\Gamma},$ км/ГОД
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	500	700	40,0	510	840	41,5	515	615	43,0
2	520	730	41,5	530	860	43,0	535	645	44,5
3	540	760	43,0	550	880	44,5	555	675	46,0
4	560	790	44,5	570	900	46,0	575	705	47,5
5	580	820	46,0	590	920	47,5	595	735	49,0
6	600	850	47,5	610	980	49,0	615	765	50,5
7	620	880	49,0	630	1000	50,5	635	795	52,0
8	640	910	50,5	650	1020	52,0	655	825	53,5
9	660	940	52,5	670	1040	53,5	675	855	55,0
10	680	970	53,5	690	1060	55,0	695	885	56,5
11	700	1000	55,0	710	1080	56,5	715	915	58,0
12	720	1030	56,5	730	1100	58,0	735	945	59,5
13	740	1060	58,5	750	1120	59,5	755	975	61,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	760	1090	59,5	770	1140	61,0	775	1005	62,5
15	780	1120	61,0	790	1160	62,5	795	1035	64,0
16	800	1150	62,5	810	1180	64,0	815	1065	65,5
17	820	1180	64,0	830	1200	65,5	835	1095	67,0
18	840	1210	65,5	850	1220	67,0	855	1125	68,5
19	860	1240	67,0	870	1240	68,5	875	1155	70,0
20	880	1270	68,5	890	1260	70,0	895	1185	71,5
21	900	1300	70,0	910	1280	71,5	915	1215	73,0
22	920	1330	71,5	930	1300	73,0	935	1245	74,5
23	940	1360	73,0	950	1320	74,5	955	1275	76,0
24	960	1390	74,5	970	1340	76,0	975	1305	77,5
25	980	1420	76,0						
26	1000	1450	77,5						

3. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1. Розрахунок та побудова зовнішньої характеристики перетворюючої установки.

Під зовнішньою характеристикою перетворюючої установки електровоза, яка складається з трансформатора і випрямляча, розуміється залежність середнього значення випрямленої напруги $U_{дв}$ від струму ТЕД при незмінній напрузі та частоті струму контактної мережі.

Через спад напруги на опорах елементів перетворювальної установки і деяких електромагнітних процесів, пов'язаних з випрямленням струму, напруга на виході перетворюючої установки зменшується з ростом навантаження.

Вважається, що напруга $U_{дв}$ змінюється лінійно, залежно від струму навантаження згідно з виразом:

$$U_{дв} = U_{дв н} \left(1 - 0,15 \frac{I - I_{год}}{I_{год}} \right), \quad (1)$$

де $I_{год}$ – номінальний (годинний) струм тягового двигуна;

I – струм тягового двигуна, для котрого обчислюється напруга $U_{дв}$.

Приблизний графік зовнішньої характеристики перетворюючої установки показаний на рис. 2.

Наведена на рис. 2 напруга холостого ходу $U_{дв х} = 1,15 \cdot U_{дв н}$ відповідає струму $I = 0$.

3.2. Розрахунок номінального (годинного) струму, А,

$$I_{г} = \frac{P_{г} \cdot 10^3}{U_{дв н} \cdot \eta_{дв}}. \quad (2)$$

3.3. Розрахунок номінальної питомої ЕРС, $\frac{В}{км/год}$,

$$C_v \Phi_H = \frac{U_{\text{дв н}} - R_{\text{дв}} I_{\Gamma}}{v_{\Gamma}}, \quad (3)$$

де $R_{\text{дв}} = \frac{0,04 \cdot U_{\text{дв н}}}{I_{\Gamma}}$ Ом – опір обмоток тягового двигуна.

3.4. Розрахунок сили тяги при номінальному збудженні і годинному струмі, кН,

$$F_{\text{к дв } \Gamma} = 3,6 \cdot C_v \cdot \Phi_H \cdot I_{\Gamma} \cdot \eta_F \cdot 10^{-3}. \quad (4)$$

3.5. Розрахунок швидкості електровоза, км/год,

$$v = \frac{U_{\text{дв н}} - R_{\text{дв}} I_{\Gamma}}{C_v \Phi_H}. \quad (5)$$

3.6. Розрахунок і побудова електротягових характеристик тягового двигуна.

Приймаємо, що при $U_{\text{км}} = 25$ кВ на вищій позиції регулювання при $I = I_{\Gamma}$ забезпечується $U_{\text{дв}} = U_{\text{дв н}}$.

Розрахунки проводяться в табличній формі (табл. 3) з використанням універсальних характеристик ТЕД (табл. 1), зовнішньої характеристики перетворюючої установки і даних, обчислених в пп. 3.2, 3.3 та 3.5. У колонку (табл. 3), що відповідає $I/I_{\Gamma} = 1$, підставляємо розраховані раніше номінальні значення струму, питомої ЕРС, сили тяги, напруги та швидкості. У решті колонок струм (I), питома ЕРС ($C_v \Phi$) і сила тяги ($F_{\text{к дв}}$) знаходяться по їх відносних значеннях. Напруга $U_{\text{дв}}$ при вибраних значеннях струму I розраховуються за формулою (1), а швидкість – за формулою (5).

Таблиця 3

Величина	Розмірність	Відносні та абсолютні значення						
I/I_{Γ}		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75
I	А							
$C_v \Phi / C_v \Phi_H$		0,50	0,76	0,90	1,00	1,06	1,11	1,15
$C_v \Phi_H$	В/км/год							
$F_{\text{к дв}} / F_{\text{к дв } \Gamma}$		0,13	0,38	0,67	1,00	1,33	1,66	1,98
$F_{\text{к дв}}$	кН							
$U_{\text{дв}}$	В							
v	км/год							

Згідно з таблицею на одному графіку слід побудувати електротягові характеристики тягового двигуна, під котрими розуміється залежність швидкості електровоза v , сили тяги $F_{\text{к дв}}$ і питомої ЕРС $C_v \Phi$ від струму тягового двигуна I при незмінній напрузі контактної мережі $U_{\text{км}}$. Приблизний характер зміни v , $F_{\text{к дв}}$, $C_v \Phi$ від I показано на рис. 3.

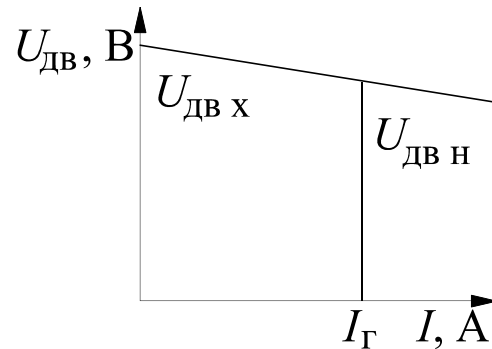


Рис. 2. Графік зовнішньої характеристики випрямляючої установки

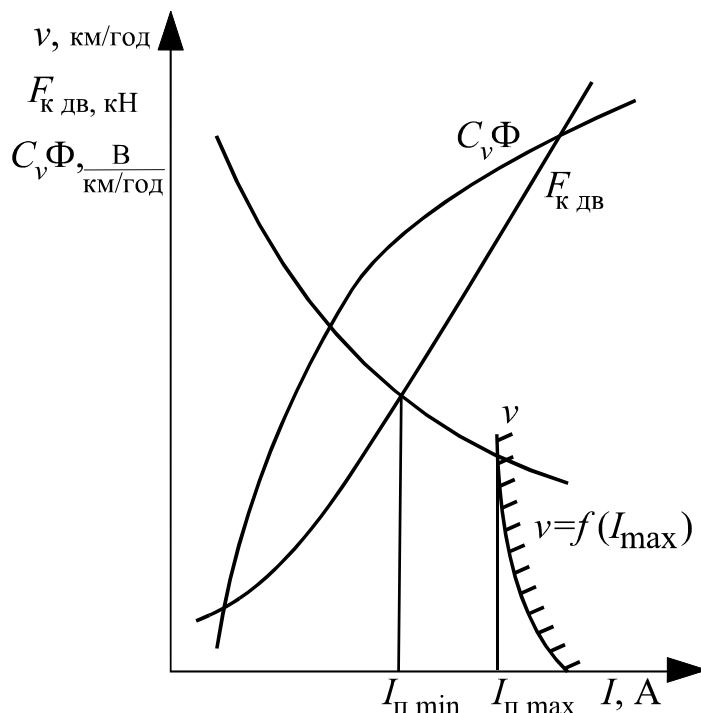


Рис. 3. Графіки характеристик тягового двигуна

3.7. Розрахунок і побудова кривої обмеження струму по зчепленню і визначення максимального пускового струму – $I_{\text{П max}}$.

Розрахунок слід провести в табличній формі (табл. 4).

Таблиця 4

v , км/год	ψ_k	$F_{3ч}$, кН	I_{max} , А
0			
10			
20			
30			
v_T			

Послідовність заповнення табл. 4 така.

Задаємо будь-яким значенням швидкості електровоза від 0 до v_T . Для вибраних значень v визначаємо розрахунковий коефіцієнт зчеплення за формулою

$$\psi_k = 0,28 + \frac{4}{50 + 5 \cdot v} - 0,0006 \cdot v. \quad (6)$$

Максимальна сила тяги $F_{3ч}$, котра може бути реалізована при отриманому коефіцієнті зчеплення ψ_k , рівна:

$$F_{3ч} = P \cdot \psi_k, \quad (7)$$

де P – навантаження на вісь (маса електровоза, котра припадає на одну вісь), кН.

За отриманим значенням $F_{3ч}$, використовуючи залежність $F_{кд} = f(I)$, знаходимо значення струму I_{max} , котре відповідає обмеженню сили тяги по зчепленню.

За даними табл. 4 на рис. 3 будується залежність $I_{\text{max}} = f(v)$ в тому ж мас-

штабі, що і графік швидкісної характеристики $v = f(I)$.

Максимальний пусковий струм $I_{\Pi \max}$ знаходиться з точки перетину кривих $I_{\max} = f(v)$ та $v = f(I)$, опустивши перпендикуляр на вісь абсцис.

3.8. Визначення мінімального пускового струму $I_{\Pi \min}$.

Згідно з заданою величиною коефіцієнта нерівномірності пуску по струму $(K_{HI})_{\text{сер}}$ знаходимо його мінімальне значення, що відповідає переходу на останній (найвищий) ступінь регулювання.

$$(K_{HI})_{\min} = \frac{(K_{HI})_{\text{сер}}}{1,3 \dots 1,4}. \quad (8)$$

Тоді

$$I_{\Pi \min} = I_{\Pi \max} \frac{1 - (K_{HI})_{\min}}{1 + (K_{HI})_{\min}}. \quad (9)$$

3.9. Визначення ступенів регулювання напруги на ТЕД при переході з одної позиції на іншу і напруги на вторинній обмотці трансформатора

Розрахунок виконується графоаналітичним методом (рис. 4).

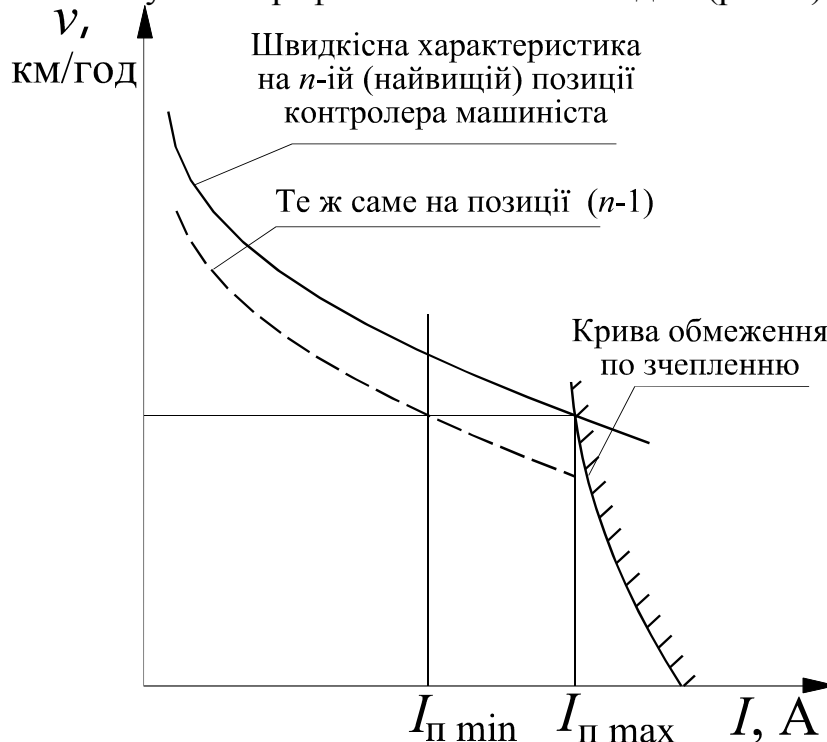


Рис. 4. Графічна побудова для визначення ступенів регулювання напруги на тяговому трансформаторі

Вважаємо побудовану в додатку 2 швидкісну характеристику, за таку, що відповідає n -й (найвищої) позиції регулювання. Коли на $(n-1)$ -й позиції регулювання струм двигуна досягне значення $I_{\Pi \min}$, швидкість електровоза становитиме:

$$v_{(n-1)} = \frac{U_{\text{дв}(n-1) \min} - R_{\text{дв}} I_{\Pi \min}}{(C_v \Phi)_{\min}}, \quad (10)$$

де $U_{\text{дв}(n-1)\text{min}}$ – напруга на клеммах ТЕД на $(n-1)$ -ій позиції регулювання при мінімальному значенні пускового струму

$(C_v\Phi)_{\text{min}}$ – значення питомої ЕРС, котре відповідає мінімальному пусковому струму.

Машиніст електровоза при струмі $I = I_{\text{п min}}$ і швидкості $v = v_{(n-1)}$ здійснює перехід з позиції $(n-1)$ на n -ую. При цьому, початково, швидкість залишається незмінною $v = v_{(n-1)} = v_{(n)}$, а струм зростає до значення $I = I_{\text{п min}}$ внаслідок росту напруги.

Розрахуємо швидкість електровоза на n -ій позиції при $I = I_{\text{п max}}$

$$v_{(n)} = \frac{U_{\text{дв}(n)\text{max}} - R_{\text{дв}}I_{\text{п max}}}{(C_v\Phi)_{\text{max}}}, \quad (11)$$

де $U_{\text{дв}(n)\text{max}}$ – напруга на клеммах тягового двигуна на n -ій позиції регулювання при максимальному значенні пускового струму;

$(C_v\Phi)_{\text{max}}$ – значення питомої ЕРС, котре відповідає максимальному пусковому струму.

Розрахувавши за формулою (11) швидкість $v_{(n)}$ і прийнявши, що $v_{(n)} = v_{(n-1)}$, знаходимо із виразу (10) напругу $U_{\text{дв}(n-1)\text{min}}$.

Тоді за формулою (1) знаходимо $U_{\text{дв}(n)\text{min}}$ – напруга на зажимах тягового двигуна на n -ій позиції при $I_{\text{п min}}$.

Величина одного ступеня регулювання напруги на затискачах тягового двигуна, котра відповідає напрузі на затискачах однієї секції вторинної обмотки тягового трансформатора реально на кожній позиції різна, що виражається формулою

$$U_{\text{дв сер}} = (C\Phi_{\text{max}} - C\Phi_{\text{min}}) \cdot 0,7v_{\Gamma} + R_{\text{дв}}(I_{\text{max}} - I_{\text{min}}). \quad (12)$$

У даній роботі для спрощення обчислення згідно з формулою виконується:

$$\Delta U_{\text{дв}} = 2 \cdot (U_{\text{дв}(n)\text{min}} - U_{\text{дв}(n-1)\text{min}}). \quad (13)$$

Напруга на затискачах однієї секції вторинної обмотки трансформатора становить, В,

$$\Delta U_2 = 1,11 \cdot \Delta U_{\text{дв}}. \quad (14)$$

Отримане за формулою (13) значення ΔU_2 вважається попереднім і буде відкоректоване в п. 3.10.

3.10. Визначення числа секцій і витків вторинної обмотки і числа витків первинної обмотки трансформатора

3.10.1. Визначення числа витків в одній секції вторинної обмотки трансформатора

$$W'_2 = \frac{\Delta U_2}{E_{\text{в}}} = \text{ціле число}, \quad (15)$$

де $E_B = 20...25$ В – діюче значення ЕРС в одному витку.

Для того, щоб W'_2 було цілим числом слід коректувати значення ΔU_2 . Отримані значення $W'_2 = \text{цілому числу}$, E_B та $\Delta U_2 = E_B \cdot W'_2$ є остаточними і використовуються в подальших розрахунках.

3.10.2. Напруга на затискачах вторинної обмотки трансформатора при холостому ході (попереднє значення), В,

$$U_2 = 1,11 \cdot |U_{\text{дв х}(n)}| = 1,11 \cdot |1,15 \cdot U_{\text{дв н}}|. \quad (16)$$

3.10.3. Визначення числа секцій вторинної обмотки трансформатора

$$m = \frac{U_2}{\Delta U_2} = \text{ціле число}. \quad (17)$$

Округлюємо m до найближчого цілого числа і знаходимо остаточне значення, В,

$$U_2 = m \cdot \Delta U_2. \quad (18)$$

3.10.4. Кількість витків вторинної обмотки трансформатора

$$W_2 = m \cdot W'_2. \quad (19)$$

3.10.5. Кількість витків первинної обмотки трансформатора

$$W_1 = \frac{U_{\text{кМ}}}{E_B}, \quad (20)$$

де E_B – діюче значення ЕРС в одному витку, прийнята для розрахунку в п. 3.10.1.

3.10.6. Коефіцієнт трансформації на найвищій позиції контролера машиніста

$$k = \frac{W_1}{W_2}. \quad (21)$$

3.11. За даними розрахунків пропонується виконати креслення принципової схеми силового кола одної секції електровоза з повним числом секцій вторинної обмотки трансформатора згідно з рис. 1, а також дати опис роботи схеми, висвітлити призначення зображених на схемі елементів електрообладнання електровоза, викласти порядок перемикання контакторів при переході з одного ступеня регулювання на інший.

Підрахувати число позицій регулювання напруги (тобто число позицій на контролері машиніста).

3.12. Розрахунок швидкісних характеристик для всіх позицій в табличній формі (табл. 5).

Для таблиці 5:

– діюче значення напруги на вторинній обмотці на першій позиції контролера машиніста

$$U_{2(1)} = \Delta U_2; \quad (22)$$

– те ж саме на другій позиції контролера машиніста

$$U_{2(2)} = \Delta U_2 + \frac{1}{2} \cdot \Delta U_2; \quad (23)$$

– те ж саме на третій позиції контролера машиніста

$$U_{2(3)} = U_{2(2)} + \frac{1}{2} \cdot \Delta U_2; \quad (24)$$

і т. д.,

– середнє значення випрямленої напруги, прикладеної до ТЕД при холостому ході на i -ій позиції контролера машиніста

$$U_{дх(i)} = U_{2(i)} \cdot 0,9; \quad (25)$$

– формула для розрахунку швидкості електровоза, км/год,

$$v = \frac{U_{дв х} - (R_e + R_{дв}) \cdot I}{C_v \Phi}; \quad (26)$$

– еквівалентний опір, що враховує падіння напруги в випрямляючій установці та тяговому трансформаторі, Ом

$$R_e = \frac{0,15 \cdot U_{дв н}}{I_T}. \quad (27)$$

Таблиця 5

I/I_T		0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75
I, A								
$C_v \Phi, B^{км}/год$								
Позиція	U_2, B	$U_{дв х}, B$	Швидкість, км/год					
1								
2								
3								

3.13. За даними табл. 5 побудувати групу швидкісних характеристик (рис. 5), які відповідають всім позиціям контролера машиніста.

3.13.1. Провести вертикаль $I_{п max}$ і побудувати пускову діаграму.

3.13.2. Визначити $(K_{нI})_{max}$ для переходу з першої розгінної позиції на другу, а також $(K_{нI})_{min}$ для переходу з позиції n на $(n-1)$.

Визначити $(K_{нI})_{сер} = \frac{(K_{нI})_{max} + (K_{нI})_{min}}{2}$ і порівняти з величиною $(K_{нI})_{сер}$

заданою в умові завдання.

3.14. Розрахувати необхідне число діодів в випрямляючому мості.

Для розв'язку поданого завдання необхідно перш за все визначитися із типом вентилів, з котрих буде зібрано випрямляч (задається викладачем).

Нехай буде заданий вентиль типу ВЛ 200-8. Букви та цифри в його назві вказують на наступне:

ВЛ – вентиль (діод) лавинний;

200 = I_{\sim} – допустиме середнє значення прямого струму вентиля, А;

8 – клас вентиля, визначаючий величину допустимої повторюваної зворотної напруги – $U_{зв}$.

Для вентилів 8-го класу $U_{зв} = 800$ В.

За бажанням студент може вибрати більш нові типи вентилів.

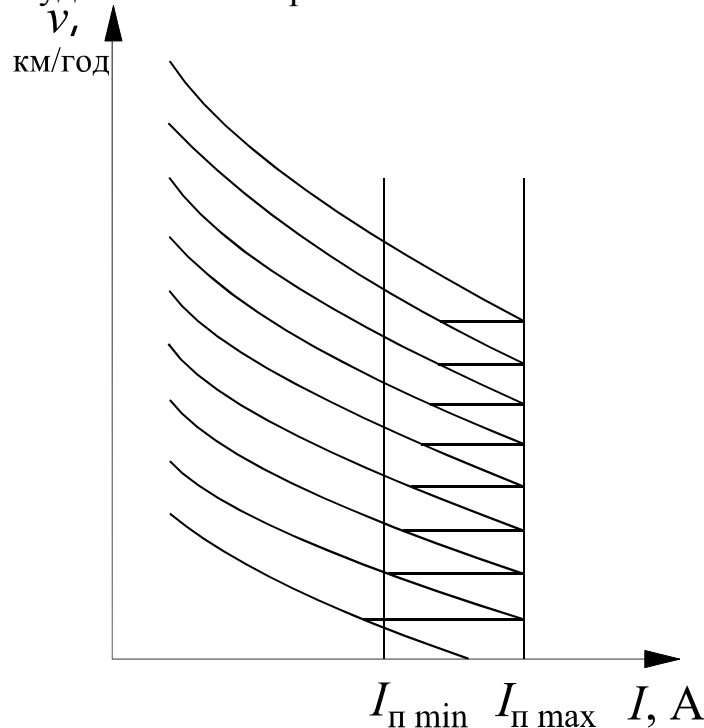


Рис. 5. Група швидкісних характеристик

3.14.1. Найбільша зворотна напруга (амплітудне значення) на одному плечі мостового випрямляча, В,

$$U_{зв \max} = \sqrt{2} \cdot U_{2 \max},$$

де $U_{2 \max} = \frac{U_{1 \max}}{k} = \frac{29000}{k}$ В;

$U_{1 \max} = 29000$ В – найбільша (допустима за стандартами) напруга в контактній мережі змінного струму;

k – коефіцієнт трансформації тягового трансформатора на найвищій позиції (n).

3.14.2. Кількість вентилів в плечі, ввімкнутих послідовно

$$N = \frac{U_{зв \max} \cdot k_u}{U_{зв}},$$

де $k_u = 1,85 \dots 2,0$ – коефіцієнт запасу по напрузі.

3.14.3. Кількість вентилів, ввімкнутих в плечі паралельно

$$d = \frac{I_{сер} \cdot k_I}{I_{\sim}}.$$

де $I_{сер}$ – середнє значення струму плеча мостового випрямляча (при максимальному струмі тягових двигунів).

Максимальний струм тягового двигуна, А,

$$I_{дв \max} = 1,8 \cdot I_{Г}.$$

Максимальний випрямлений струм (струм 4 паралельно ввімкнутих тягових двигунів), А,

$$I_{\max} = 4 \cdot I_{\text{дв max}}$$

Середнє значення струму одного плеча мостового випрямляча, А,

$$I_{\text{сер}} = \frac{I_{\max}}{2}$$

$k_I = 1,25 \dots 1,3$ – коефіцієнт запасу по струму

Загальна кількість вентилів у випрямлячій установці становитиме

$$Q = 4 \cdot d \cdot N.$$

Виконати на окремому рисунку (рис. 6) схему одного плеча випрямляючої установки із усіма вентилями

3.15. Розрахувати індуктивність згладжуючого реактора

$$L = \frac{x}{\omega_{\Pi}},$$

де x – індуктивний опір згладжуючого реактора пульсуючому струму;

$\omega_{\Pi} = 2\pi f_{\Pi}$ – кутова частота пульсації випрямленого струму, $f_{\Pi} = 100$ Гц.

Якщо знехтувати активним опором згладжуючого реактора R , то:

$$x = \sqrt{Z^2 - R^2} = Z = \frac{U_{\sim m}}{I_{\sim m}} \text{ Ом.}$$

де Z – модуль комплексного опору згладжуючого реактора;

$U_{\sim m}, I_{\sim m}$ – амплітуди змінних складових випрямленого струму та напруги.

Миттєве значення випрямленої напруги показано на рис. 7.

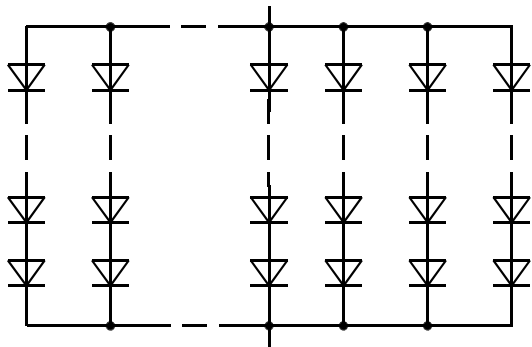


Рис. 6. Спрощена схема одного плеча випрямляючої установки

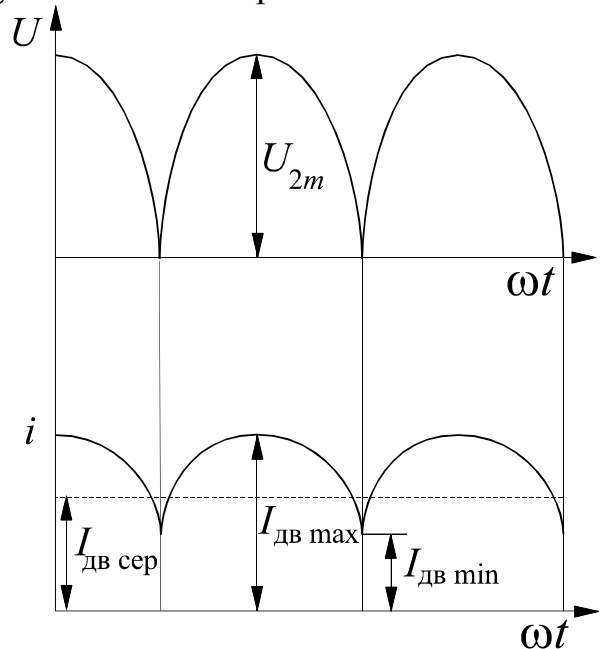


Рис. 7. Графіки пульсуючого струму та напруги

Більш точніші розрахунки для реального рухомого складу можна виконати за формулами:

$$x = \frac{0,66 \cdot U_{\text{дв0н}}}{4 \cdot k_{n0} \cdot I_{\text{дв н}}},$$

де $k_{n0} = 2 \cdot k_i$;

$$U_{\text{дв0н}} = 0,9 \cdot U_{2\sim} = 2 \cdot 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1,15 \cdot U_{\text{дв н}};$$

$I_{\text{дв н}}$ – середній струм одного двигуна.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сидоров Н. И. Как устроен и работает электровоз. – М.: Транспорт, 1980.
2. Быстрицкий Х. Я. Устройство и работа электровозов переменного тока. / Х. Я. Быстрицкий, З. М. Дубровский, Б. Н. Ребрик. – М.: Транспорт, 1973.
3. Тихменев Б. Н. Подвижной состав электрифицированных железных дорог / Б. Н. Тихменев, Л. М. Трахтман. – М.: Транспорт, 1980.

Навчальне видання

*Баб'як Микола Олександрович,
Петрович Леонід Вікентійович,
Васильєв В'ячеслав Євгенович
Корепанов Герман Якович*

ЕЛЕКТРОРУХОМИЙ СКЛАД

Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи
«Проектування системи керування ЕРС однофазно-постійного струму»

Редактор *Т. В. Щепоткіна*
Комп'ютерна верстка *Т. В. Шевченко*

Підписано до друку 13.12.2006. Формат 60x84 1/16. Папір для множних апаратів. Ризограф. Ум. друк. арк. 1,04. Обл.-вид. арк. 1,13. Тираж 50 прим. Зам. № 991. Вид. № 69.

Видавництво Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
ДК № 1315 від 31.03.2003
Адреса видавництва та дільниці оперативної поліграфії:
49010, Дніпропетровськ, вул. Лазаряна, 2
www.diitrvv.dp.ua
admin@diitrvv.dp.ua